

REFLEXÕES SOBRE O ENSINO E A APRENDIZAGEM DAS SÉRIES DE FOURIER: UMA POSSIBILIDADE DE CONTEXTUALIZAÇÃO DA MATEMÁTICA NOS CURSOS DE ENGENHARIA

Eduardo Almeida da Silva ¹; Eloiza Gomes ²

¹ Aluno de Iniciação Científica da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT);

² Professor da Escola de Engenharia Mauá (EEM/CEUN-IMT).

Resumo. *As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia apontam a necessidade de atualizar a formação dos futuros engenheiros e, nesse sentido, tais cursos requerem uma reformulação das disciplinas da área de Matemática. Nesta perspectiva, o objetivo dessa Iniciação Científica foi estudar o ensino e a aprendizagem das Séries de Fourier em cursos de graduação em Engenharia, principalmente nas habilitações de Elétrica, Computação, Controle e Automação e correlatas e propor um evento contextualizado para apresentar tal conteúdo aos estudantes de forma vinculada as aplicações antes de ser apresentado em disciplinas específica ou de maneira concomitantemente. Assim, realizou-se, inicialmente, uma análise documental, tendo como corpus da pesquisa oito instituições brasileiras e oito estrangeiras consideradas de destaque no cenário nacional e internacional, para entender como são apresentados esse objeto matemático em cursos de graduação em Engenharia. Na sequência, encontrou-se um problema motivador para a construção de um Evento Contextualizado que poderia ser utilizado em aulas de Cálculo Diferencial e Integral II ou em um módulo de aprendizagem à distância, com os conteúdos básicos sobre as Séries de Fourier, na perspectiva de que os graduandos possam compreender com mais clareza a modelagem de alguns fenômenos em que tal conteúdo estão presentes.*

Introdução

A dificuldade no ensino e aprendizagem de Matemática nos cursos de Engenharia tem sido objeto de pesquisa no Brasil nos últimos anos. Segundo Vallim, Farines e Cury (2006, apud Ferruzi e Almeida, 2013, p. 154), os engenheiros vêm enfrentando dificuldades em aplicar a teoria estudada nas disciplinas de Matemática, em situações reais, assim como, fazer adaptações necessárias para que problemas reais possam ser modelados. Ferruzi e Almeida (2013) sugerem que um engenheiro deve adquirir conhecimento e recursos para solucionar problemas, modelar situações, analisar resultados, assim como ter habilidades intrapessoais e interpessoais, incluindo comunicação, trabalho em equipe, criatividade, responsabilidade social e ética.

Outro indicativo da necessidade de reformularmos as disciplinas da área de Matemática ministradas nos cursos de Engenharia são as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Curso de Graduação em Engenharia (DCN). Elas apontam a necessidade de atualizar a formação em Engenharia no país, visando atender as demandas futuras por mais e melhores engenheiros, pois apesar da expansão do número de matriculados e concluintes em cursos de Engenharia, as empresas ainda encontram dificuldades para selecionar profissionais qualificados com uma formação técnica combinada com uma formação mais humanística e empreendedora. Fato que pode ser observado no Parecer CNE/CES N°: 1/2019.

Nos últimos anos, foi possível expandir significativamente o número de matriculados e concluintes dos cursos de Engenharia em todo o país. Somente em 2016, cerca de 100 mil bacharéis, por exemplo, graduaram-se em cursos presenciais e a distância. Algumas estimativas apontam, porém, que a taxa de evasão se mantém em um patamar elevado, ou seja, da ordem de 50%. Ao mesmo tempo, o setor produtivo encontra dificuldades para recrutar trabalhadores qualificados para atuar na fronteira do conhecimento das engenharias, que, para além da técnica, exige que seus profissionais tenham domínio de habilidades como: liderança, trabalho em grupo, planejamento, gestão estratégica e aprendizado de forma autônoma - competências conhecidas como *soft skills*.

As novas DCN definem que devemos buscar novas formas de se ensinar os conteúdos, como por exemplo, aplicando atividades multidisciplinares e transdisciplinares, atividades mais contextualizadas, utilizando metodologias ativas, articulando prática e teoria com auxílio de software, contribuindo, dessa forma, para o desenvolvimento das competências.

Alguns trabalhos, como por exemplo, Ferruzzi e Almeida (2013) têm discutido que não podemos mais ministrar disciplinas de Matemática de forma isolada, sem conexão com as disciplinas específicas, fato que é corroborado por Ferruzzi e Almeida (2013, p.157).

[...] entende-se ser importante conceber a Matemática como uma ciência que pode ser praticada, vivenciando-a de forma que alguns problemas que surjam do cotidiano do estudante possam ser trabalhados em sala de aula, possibilitando a exploração e construção dos conceitos matemáticos por meio de atividades que tenham significado para o aluno, buscando assim a construção do seu conhecimento.

Estudos, como por exemplo Firmino e Siqueira (2017), apontam que o ensino de Matemática para estudantes de Engenharia ainda é organizado de maneira tradicional, sem contextualização, sem relação com as disciplinas específicas e com sua atuação profissional. Ferruzzi e Almeida (2013), também indicam a ausência de livros e materiais didáticos que possam auxiliar o professor de Matemática que leciona nos cursos de Engenharia a ter uma atuação mais próxima da que se espera.

Uma das teorias que buscam vincular a Matemática a outras ciências e às situações a serem enfrentadas pelos engenheiros em suas atuações profissionais é a *Teoria A Matemática no Contexto das Ciências (TMCC)* que foi concebida pela pesquisadora mexicana Patricia Camarena desde 1982, e de acordo com Oliveira e Gomes (2016, p. 1):

A TMCC é uma teoria que se desenvolve por meio de uma investigação científica que visa permitir ao professor universitário contribuir, a partir de sua prática docente, com uma formação integral do futuro profissional, buscando, ao invés de ministrar cursos de Matemática pela própria Matemática ou apenas porque aquele conteúdo faz parte do currículo proposto para determinada graduação, refletir, dentre outros aspectos, a respeito do objetivo de se ensinar Matemática para aquele público-alvo, quais conteúdos ensinar, como ensiná-los de forma significativa, que proporção deve haver entre algoritmos e questões relacionadas ao formalismo matemático, que habilidades matemáticas devem ser desenvolvidas e de que maneira o ensino dessa ciência pode contribuir para o desenvolvimento das competências profissionais do estudante.

A TMCC tem um modelo didático próprio, o Modelo Didático da Matemática em Contexto (MoDiMaCo), que reflete a importância e as estratégias didáticas da contextualização na aprendizagem da Matemática no ensino da Engenharia (Fabri e Gomes, 2018) e traz em seu bojo possibilidades para trabalhar com conteúdos matemáticos de forma a atender alguns aspectos mencionados nas atuais DCN, na formação do futuro engenheiro. Esse modelo didático utiliza o conceito de eventos contextualizados, que segundo Camarena (2013, apud Bianchini *et al* 2017, p. 71) são “problemas ou projetos que desempenham o papel de entes integradores entre disciplinas matemáticas e não matemáticas, convertendo-se em ferramentas para o trabalho interdisciplinar no ambiente de aprendizagem”. A contextualização, segundo Camarena (2010), pode interferir de maneira positiva na motivação do discente para estudar conteúdos matemáticos em cursos de Engenharia. A autora pontua que o engenheiro deve ter “uma forte formação em Matemática, porém em Matemática no contexto da Engenharia” (p. 19).

O objetivo dessa Iniciação Científica foi propor um problema que possa gerar um Evento Contextualizado que aborde o conteúdo das Séries de Fourier, na perspectiva de que os estudantes das habilitações em que esse conceito é utilizado, possam compreender com mais clareza a modelagem de alguns fenômenos.

Séries de Fourier

O desenvolvimento da análise das Séries de Fourier surgiu na tentativa de Jean Baptiste Joseph Fourier (1768 - 1830) resolver um problema físico, que foi o fenômeno da propagação e difusão de calor. Fourier observou que séries senoidais harmonicamente relacionadas eram úteis para

representação da distribuição de um corpo. Ademais, garantiu que qualquer sinal periódico poderia ser representado por meio de uma combinação infinita senoidal. Em 1822, Fourier divulgou a extensão da Série de Fourier para a transformada de Fourier contínua, a “*Theorie analytique de la chaleur*”, neste livro ele dedica a representação de sinais aperiódicos, uma ferramenta poderosa e muito significativa gerando um grande impacto nas áreas da Matemática, ciências e Engenharia. Como também, dedicou em uma seção desse trabalho à solução do problema do desenvolvimento de uma função qualquer em série de senos e cossenos de arcos múltiplos, comprovando assim o extraordinário instrumento matemático para análise sinais e sistemas (Oppenheim; Willsky; Nawab, 2010, p. 106).

Na sequência, como ilustração, apresentamos um exemplo de uma função $x(t)$, que representa um sinal de pulso retangular periódico, em que seu gráfico está exibido na Figura 1, escrita por meio de uma série de senos e cossenos como proposto por Fourier.

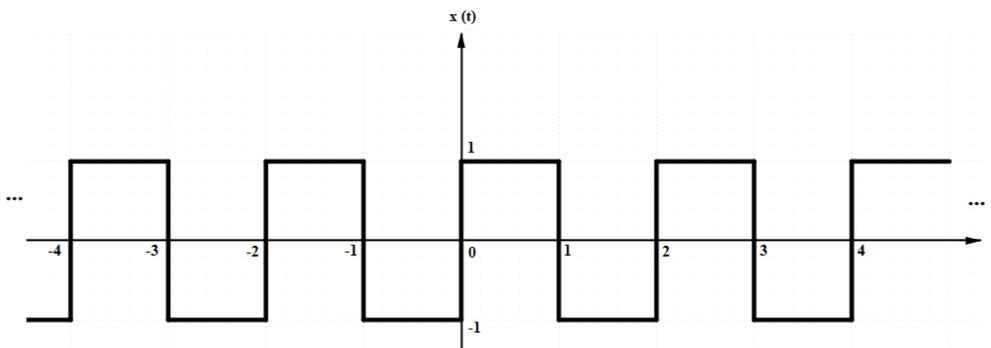


Figura 1 – Sinal $x(t)$

Observamos, graficamente, que $T_0 = 2 \text{ s}$ e, portanto, $\omega_0 = \frac{2\pi}{T_0} = \pi \frac{\text{rad}}{\text{s}}$. A expressão para análise espectral de sinais, é apresentada pela Série Trigonométrica de Fourier:

$$f(x) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos \frac{n\pi x}{L} + b_n \sin \frac{n\pi x}{L} \right)$$

Determinando os coeficientes a_0 e a_n como proposto por Fourier, temos:

$$a_0 = \frac{1}{T_0} \int_{T_0} x(t) dt = \frac{1}{2} \int_{-1}^1 x(t) dt = \frac{1}{2} \left(\int_{-1}^0 (-1) dt + \int_0^1 (1) dt \right) = \frac{1}{2} (-1 + 1) = 0$$

Lembrando-se que $\int \cos(kx) dx = \frac{1}{k} \text{sen}(kx) + C$ e $\text{sen}(-n\pi) = -\text{sen}(n\pi)$, pois a função seno é

uma ímpar: $a_n = \frac{2}{T_0} \int_{T_0} x(t) \cos(n\omega_0 t) dt = \frac{2}{2} \int_{-1}^1 x(t) \cos(n\omega_0 t) dt = 0, n = 1, 2, 3, \dots$

De forma semelhante, temos para a determinação dos coeficientes b_n :

$$b_n = \begin{cases} 0, & \text{se } n \text{ for par} \\ \frac{4}{n\pi}, & \text{se } n \text{ for ímpar} \end{cases}$$

Portanto, o sinal $x(t)$ é expresso por uma Série de Fourier escrita exclusivamente em termos de senos com frequência $n\omega_0 = n\pi$, com n ímpar:

$$x(t) = \sum_{n=1,3,\dots}^{\infty} \frac{4}{n\pi} \text{sen}(n\pi t) = \sum_{n=0}^{\infty} \frac{4}{(2n+1)\pi} \text{sen}((2n+1)\pi t)$$

O sinal $x(t)$ representado por meio das Série de Fourier é ilustrado na Figura 2.

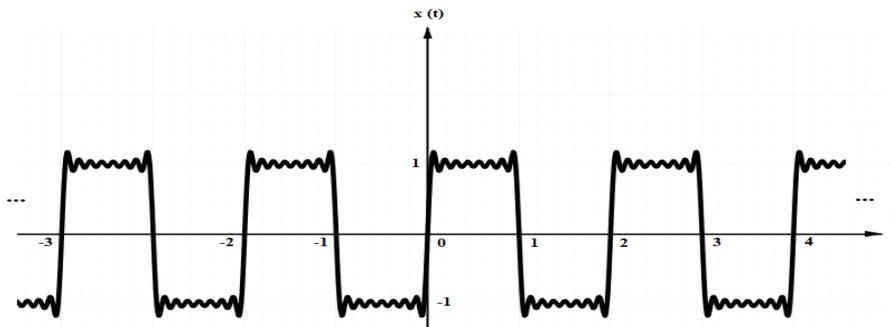


Figura 2 – Sinal $x(t)$ por meio das Séries de Fourier

Os conceitos das Séries de Fourier são utilizados em diversas áreas, tendo assim grande importância nos campos da ciência e tecnologia, como por exemplo, análise de vibrações, controle de processos químicos, processamento de imagens e sinais, filtros analógicos ou digitais, sistema de geração e distribuição de energia, entre outros (Oppenheim; Willsky; Nawab, 2010, p. 1).

Alguns trabalhos, como por exemplo de Diefenthaler *et al.* (2019), têm discutido a modelagem Matemática como ferramenta para a análise de projetos de Engenharia, por meio das Séries de Fourier. Neste artigo os autores utilizaram tal conceito para analisar a curva de carga diária de dois alimentadores de uma concessionária de energia elétrica da região Sul do Brasil. Os resultados obtidos pela modelagem Matemática trouxeram soluções significativas, pois possibilitara a obtenção de informações que favorece o gerenciamento da energia elétrica. Outra investigação que aponta para a presença das Séries de Fourier, agora na Engenharia Química, é a de Gallardo e Urista (2012), que têm trabalhado com a teoria MCC, apresentando uma estratégia didática para discutir Séries de Fourier, utilizando o processo de transferência de massa.

Procedimentos Metodológicos

Inicialmente, entrevistamos os docentes responsáveis das disciplinas em que são abordados as Séries de Fourier no Instituto Mauá de Tecnologia-IMT, para conhecermos melhor como tais conceitos são apresentados ao estudante, uma vez que, é a primeira vez que o aluno tem contato com o assunto. Após essa conversa decidimos participar das aulas do primeiro semestre da disciplina de Sinais e Sistemas dos cursos de Engenharia Elétrica e Computação com intuito de conhecer como realmente são apresentados os conteúdos das Séries de Fourier aos discentes.

Em paralelo a isso, realizamos uma pesquisa para identificar em que momento do curso de Engenharia são utilizados os conceitos das Séries de Fourier e como estão inseridos, isto é, tal assunto faz parte de ementas de disciplinas da área de Matemática ou apenas é discutido quando utilizados em disciplinas específicas do curso, para tanto, analisamos a grade curricular e as ementas das disciplinas de algumas universidades brasileiras e estrangeiras.

Para analisar como as instituições abordam o conteúdo das Séries de Fourier em seus cursos, recorreu-se em desempenhar em nossa busca de dados o método de análise documental que, segundo Justi; Gomes (2019, p.2), consiste em:

[...] “identificar informações factuais nos documentos a partir de questões e hipóteses de interesse” (Caulley apud Sá-Silva, Almeida e Guindani, 2009, p.3) e, com isso, segundo Cellard (2008), permite a observação do processo de maturação ou de evolução de indivíduos, grupos, conceitos, conhecimentos, comportamentos, mentalidades, práticas, entre outros.

Complementando, também empregamos a pesquisa documental, que segundo Kripka, Scheller, Bonotto (2015) afirmam, a obtenção de dados é estritamente retirada de documentos, com a intenção de extrair informações neles contidas, para entender um fenômeno. Os autores ainda salientam que tais documentos não podem ter sofrido nenhum tipo de interpretação ou análise.

Com o intuito de selecionar as instituições, utilizou-se os seguintes critérios: (i) instituições que oferecem a graduação em Engenharia e, (ii) que disponibilizam no site institucional as Ementas Curriculares dos Cursos.

A escolha das instituições nacionais foi realizada por meio de um levantamento no site “Ranking Universitário Folha”, 2019, a fim de selecionar algumas universidades nacionais de Engenharia de destaque. Esta busca nos gerou 8 instituições entre públicas e privadas que optamos por não as identificar, e assim serão nomeadas como apresentado no Quadro 1:

Quadro 1 – Instituições nacionais selecionadas.

Sigla	Identificação	Sigla	Identificação
PSP1	Privada do Estado de São Paulo	ESP	Pública Estadual do Estado de São Paulo
PSP2	Privada do Estado de São Paulo	FSP	Pública Federal do Estado de São Paulo
PSP3	Privada do Estado de São Paulo	FRJ	Pública Federal do Estado do Rio de Janeiro
PSP4	Privada do Estado de São Paulo	FRGS	Pública Federal do Estado do Rio Grande do Sul

Fonte: Os autores

No sentido de selecionar as instituições estrangeiras, utilizou-se inicialmente o levantamento elaborado por Justi e Gomes (2019), os autores apoiaram-se na investigação de Graham (2018) intitulada “*The Global state of the art in engineering education*”, que apresenta uma classificação das instituições em “líderes atuais” e “líderes emergentes” em educação em Engenharia. Tendo acesso aos resultados apresentados por Justi e Gomes (2019), utilizamos em nossa pesquisa as mesmas instituições analisadas por esses autores, como também para completar o levantamento, selecionamos algumas universidades parceiras da instituição que está sendo desenvolvida essa Iniciação Científica, que se localizam na região da América do norte, América do Sul, Europa e Ásia. Esta busca nos gerou 8 instituições que optamos por não as identificar, e assim serão nomeadas como apresentado no Quadro 2:

Quadro 2 – Instituições internacionais selecionadas.

Sigla	Identificação	Sigla	Identificação
UAMS	Universidade da América do Sul	UEU2	Universidade da Europa
UAMN1	Universidade da América do Norte	UOM	Universidade do Oriente Médio
UAMN2	Universidade da América do Norte	UASS	Universidade do Sudeste Asiático
UEU1	Universidade da Europa	UASO	Universidade da Ásia Oriental

Fonte: Os autores

Após selecionadas as 16 instituições, elaboramos planilhas contendo em cada uma delas: quais cursos de graduação em Engenharia são oferecidos nas áreas de interesse da pesquisa, no caso, Elétrica, Computação, Controle e Automação ou cursos correlatos; quais são as disciplinas presentes nas grades curriculares destas habilitações que utilizam conteúdo das Séries de Fourier, destacando se estão sendo abordadas nas disciplinas da área de Matemática e/ou das específicas; as ementas dessas disciplinas e as referências bibliografias básicas e complementares utilizadas.

Resultados e Discussão

Diante desse levantamento das instituições nacionais e internacionais, extraímos para cada instituição: em que habilitação tal conteúdo está contemplado; em qual disciplina do curso o assunto Séries de Fourier é inserido pela primeira vez ao estudante e se está contemplado na área de

Matemática ou Específica; o semestre que a disciplina é ministrada e parte da ementa que destaca o conteúdo em questão e os principais assuntos tratados. No Quadro 3 apresentamos, como exemplo, os dados obtidos, em quatro das oito instituições nacionais.

Quadro 3 – Disciplinas em que são discutidos as Séries de Fourier nas instituições nacionais.

Instituição	Habilitação	Disciplina		Semestre	Parte da Ementa
		Matemática	Específicas		
PSP1	Elétrica	-	Sinais e Sistemas	Sétimo	Estudo de sinais de tempo contínuo e discreto no domínio do tempo e da frequência. Convolução. Séries e Transformadas de Fourier. Exercícios e aplicações com <i>Matlab</i> .
PSP2	Mecatrônica	-	Métodos Numéricos	Quinto	Modelagem Matemática, métodos numéricos e solução de problemas. Aproximações e erros de arredondamento. Ajuste de curvas - regressão por mínimos quadrados, interpolação, aproximação de Fourier.
FSP	Elétrica	Séries e Equações Diferenciais	-	Segundo	Equações diferenciais de 1ª ordem. Equações diferenciais de 2ª ordem. Séries numéricas. Séries de potências. Noções sobre Séries de Fourier. Soluções de equações diferenciais por séries de potências.
FRJ	Todas	Cálculo Diferencial e Integral IV	-	Quarto	Série de potências; resolução de equações diferenciais lineares ordinárias de segunda ordem com coeficientes variáveis. Transformada de Laplace; Séries de Fourier.

Fonte: Os autores

Analisando os dados obtidos no levantamento das instituições nacionais, percebemos que em cinco instituições o conteúdo das Séries de Fourier é ministrado inicialmente em disciplinas da área da Matemática, e nas demais são apresentados nas específicas na graduação em Engenharia Elétrica, Computação, Controle e Automação ou habilitações correlatas, e na maioria delas, quatro das cinco, são nomeadas como Sinais e Sistemas. Apenas três das instituições, ESP, FRJ e FRGS, tal conteúdo é ministrado para todas as habilitações de Engenharia oferecidas nas respectivas instituições. Por fim, observamos que na maioria das instituições o conteúdo de Séries de Fourier é ministrado a partir do quarto semestre do curso.

Análise semelhante realizamos com as instituições internacionais e, no Quadro 4, apresentamos o resultado de 4 delas.

Quadro 4 – Disciplinas em que são discutidos as Séries de Fourier nas instituições internacionais.

Instituição	Habilitação	Disciplina		Semestre	Parte da Ementa
		Matemática	Específicas		
UAMN1	Todas	Equação Diferencial	-	Indefinido ¹	Estudo de equações diferenciais, incluindo modelagem de sistemas físicos. Solução de ODEs de primeira ordem por métodos analíticos, gráficos e numéricos. ODEs lineares com coeficientes constantes. Números complexos e exponenciais. Equações não homogêneas. Séries de Fourier.
UAMS	Elétrica	-	Sinais e Sistema	Quarto	Análise os sinais em termos de seu conteúdo de frequência (real e complexo). Aplicações das definições e propriedades de transformadas contínuas de Fourier , a partir do Transformação discreta de Fourier , transformação de Laplace e transformação de Z.
UASO	Eletrônica	Matemática para análises elétricas II	-	Indefinido ²	Este curso trata da análise de Fourier para análise de frequência futura, transformada de Laplace para resolver equações diferenciais em circuitos eletrônicos, análise vetorial para maiores entendimentos de eletromagnética e física.
UEU1	Eletrotécnica e de Computadores	-	Teoria do Sinal	Terceiro	Sinais e sistemas, contínuos e discretos. Sistemas lineares, invariantes. Convolação linear. Análise de Fourier para sinais e sistemas. Resposta em frequência. Introdução à transformada de Laplace e à transformada-Z, bilaterais e unilaterais. Amostragem.

Fonte: Os autores

Observamos que em cinco instituições internacionais o conteúdo das Séries de Fourier é apresentado primeiramente em disciplinas da área da Matemática, e nas demais são apresentados nas específicas na graduação em Engenharia, e na maioria delas, duas das três, são nomeadas como Sinais e Sistemas. Em quatro das instituições, UAMN1, UASS, UAMN2 e UEU2, tal conteúdo é ministrado para todas as habilitações de Engenharia oferecidas nas respectivas instituições. Sendo que na UEU2, em duas das sete habilitações não oferecem as Séries de Fourier na disciplina existente.

¹ O estudante pode escolher o momento que cursará a disciplina, desde que tenha cumprido como pré-requisito a disciplina de Cálculo II

² O estudante pode escolher o momento que cursará a disciplina, desde que tenha cumprido como pré-requisito a disciplina de Matemática para análises elétricas 1

Além disso, percebemos que nas universidades estrangeiras as Séries de Fourier aparecem mais nas disciplinas de Matemática, cinco de oito, já nas nacionais a ocorrência de tal conceito está nas disciplinas específicas nas universidades particulares e na Matemática nas públicas. Observamos que quando tal assunto é apresentado em disciplinas da área de Matemática, o estudo das Equações Diferenciais aparece nas ementas.

Em seguida, realizamos uma pesquisa junto aos graduandos da terceira série de Engenharia Elétrica e de Computação do IMT, que cursavam a disciplina de Sinais e Sistemas. Em tal questionário, realizado por meio de um formulário online (*Google Forms*), dentre outras questões, perguntamos: “*Seria interessante você ter acesso, antes das aulas da disciplina de Sistemas e Sinais, a um curso rápido on-line, com conteúdo referente às Séries de Fourier?*”. Obtivemos uma resposta unânime afirmativa, o que nos mostra a viabilidade de elaborarmos um curso inicial das Séries de Fourier.

Na última etapa de nossa pesquisa buscamos encontrar um problema que oferecesse a oportunidade de construir um evento contextualizado, como apresentado em Camarena (2017), para trabalharmos em duas possíveis situações:

(i) em disciplinas da área de Matemática, provavelmente Cálculo Diferencial e Integral II ou naquelas em que as Série de Fourier fazem parte do conteúdo programático;

(ii) em um módulo oferecido a distância para alunos da segunda série que tenham optado por habilitações Elétrica, Computação, Controle e Automação ou correlatas.

Com o apoio dos docentes responsáveis pela disciplina de Sinais e Sistemas, do IMT, elegemos um problema que é habitual ser apresentado aos estudantes ao cursarem tal disciplina. A questão proposta no Quadro 5, refere-se à determinação do valor da porcentagem da potência total englobada em um determinado intervalo de frequência e a interpretação de tal resultado.

Quadro 5 – Problema de análise de sinal.

Um sinal periódico tem sua forma de onda representada na Figura 1. Ele corresponde a um pulso retangular de amplitude $A = 2,0[V]$, largura $\tau = 45,0[\mu s]$ e período $T = 100,0[\mu s]$. A potência média normalizada deste sinal vale $P_m = \frac{A^2\tau}{T} [V^2]$. Sabe-se que a série de Fourier de um pulso retangular periódico par, $g_T(t)$, é dada por $g_T(t) = \frac{A\tau}{T} + \sum_{n=1}^{\infty} \left[\frac{2A\tau}{T} \cdot Sa\left(\frac{n\pi\tau}{T}\right) \right] \cdot \cos(n\omega t)$, em que $Sa(x) = \frac{\text{sen}(x)}{x}$.

Figura 1 – Pulso retangular periódico. Os três cursores indicam as coordenadas dos pontos associados (t_1, v_1) , (t_2, v_2) , (t_3, v_3) .

Determine o valor da porcentagem da potência total englobada na faixa (intervalo de frequência) de zero [Hz] até 30,0 [Hz]. Qual é a sua conclusão a respeito do resultado?

Fonte: Adaptado de Haykin; Van Veen (2001, p.78)

Para a resolução o estudante deverá ter conhecimentos sobre as Séries de Fourier, além de conceitos específicos.

Entendemos que explorar este problema poderá trazer aos estudantes uma fonte de motivação e atendera nosso objetivo que é apresentar as Séries de Fourier como uma ferramenta para modelagem de problemas da Engenharia.

Conclusões

O objeto matemático das Séries de Fourier se apresenta como uma ferramenta poderosa para a modelagem de problemas de Engenharia, em especial nas habilitações Elétrica, Computação, Controle e Automação ou correlatas. Desta forma apresentá-lo aos estudantes antes de sua utilização em disciplinas específicas, mas de forma contextualizada, poderá proporcionar ao estudante um entendimento mais profundo do fenômeno modelado matematicamente por tal conteúdo. Em contra partida, poderá dar oportunidade aos professores das disciplinas específicas explorar com mais profundidade certos conteúdos, uma vez que, o aluno já terá em mãos o ferramental matemático necessário.

Quanto ao problema selecionado como desencadeador para a construção de tal evento, percebemos também a potencialidade para ser utilizado em disciplinas básicas da área de Matemática, como por exemplo, para discussões de funções trigonométricas, periódicas, par e ímpar.

Agradecimentos

Agradecemos aos professores Dr. Thiago Antonio Grandi Tolosa, Me. Hugo da Silva Bernardes Gonçalves, Ma. Juliana Martins Philot, Dr. Vitor Alex Oliveira Alves e ao Instituto Mauá de Tecnologia - IMT pelo apoio a este projeto.

Referências Bibliográficas

- Bianchini, B.L.; Lima, G.L.; Gomes, E.; Noumura, J.I. (2017) Competências matemáticas: perspectivas da SEFI e da MCC. *Educação Matemática Pesquisa*, v.19, n.1, p. 49-79. <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i1p49-79>.
- Camarena, P.G. (2010) *Aportaciones de Investigación al Aprendizaje y Enseñanza de la Matemática en Ingeniería*. Disponível em: dra._patricia_camarena_gallardo.pdf (ai.org.mx). Acesso em 22 jan. 2020.
- _____. (2013) *treinta años de la teoría educativa Matemática en el Contexto de las Ciencias. Innovación Educativa*, México, v. 13, n. 62, p. 17-44.
- _____. (2017) *Didáctica de la matemática en contexto Didactics of mathematics in context. Educação Matemática Pesquisa: Revista do Programa de Estudos Pós-Graduados em Educação Matemática*, v. 19, n. 2, p. 1-26. Pontifical Catholic University of Sao Paulo (PUC-SP). <http://dx.doi.org/10.23925/1983-3156.2017v19i2p1-26>.
- Cury, H.N. (2002) Ensino de Disciplinas Matemáticas nas Engenharias: um retrospecto dos últimos dez anos. *XXX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia – COBENGE, 2002*. Piracicaba – SP, UNIMEP.
- Diefenthaler, A.T. (2019) *et al.* Modelagem matemática da curva de carga de um sistema elétrico real a partir de séries de Fourier. *Revista Brasileira de Computação Aplicada*, v. 11, n. 2, p.64 - 73.
- Fabri, A.V.N.; GOMES, E. (2018) Eventos contextualizados para a disciplina de Vetores e Geometria Analítica na graduação em Engenharia (Relatório de Iniciação Científica). Instituto Mauá de Tecnologia - IMT, São Caetano do Sul, SP, Brasil.
- Ferruzi, E.C.; Almeida, L.M.W. (2013) Modelagem Matemática no ensino de Matemática para Engenharia. *II Jornada Brasileira do Grupo de Pesquisa Euro-Latino-Americano*, v. 6, n. 1, p. 153-172.
- Firmino, G.L; Siqueira, A.M. (2017) A Matemática no ensino de Engenharia. *The Journal of Engineering and Exact Sciences - JCEC*, v. 3, n.3, p. 331-345.

- Gallardo, P.C.; Urista, C.M. (2012) Campo conceptual de la interdisciplinariedad en ingeniería: la serie de Fourier en el contexto de transferencia de masa. *Berlin: Académica Española*. p. 145.
- Graham, R. (2018) *The Global State Of The Art In Engineering Education*. *Massachusetts Institute of Technology*, Cambridge.
- Haykin, S.; Van Veen, B. (2001) *Sinais e Sistemas*. Porto Alegre, RS: Bookman.
- Justi, A.B.; Gomes, E. (2019) O curso de Cálculo Diferencial Integral em instituições internacionais (Relatório de Iniciação Científica). Instituto Mauá de Tecnologia - IMT, São Caetano do Sul, SP, Brasil.
- Kripka, R.M.L.; Scheller, M.; Bonotto, D.L. (2015) Pesquisa documental na Pesquisa Qualitativa: Conceitos e Caracterização. *Revista de Investigaciones UNAD*, v.14, n.2, p. 55-73, Bogotá.
- Oliveira, G.F.; Gomes, E. (2016) Reflexões a respeito da disciplina de Vetores e Geometria Analítica na graduação em Engenharia de Produção a partir da teoria A Matemática no Contexto das Ciências (Relatório de Iniciação Científica). Instituto Mauá de Tecnologia - IMT, São Caetano do Sul, SP, Brasil.
- Oppenheim, A.V.; Willsky, A.S.; Nawab, S.H. (2010) *Sinais e Sistemas*. 2nd edition. Cambridge: Pearson.
- PARECER CNE/CES Nº: 1/2019. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=109871pces001-19-1&category_slug=marco-2019-pdf&Itemid=30192. Acesso em 20 jun. 2020.
- Ranking Universitário FOLHA*. Disponível em: <https://ruf.folha.uol.com.br/2019/ranking-de-universidades/principal/>. Acesso em 15 mar. 2020.