



Sequência didática para a aprendizagem das harmônicas utilizando a Série de Fourier

Teaching sequence for learning harmonics using the Fourier Series

Secuencia de enseñanza para el aprendizaje de armónicos usando la Serie de Fourier

Felipe de Moraes Serafini¹, Éder Julio Kinast¹.

RESUMO

Objetivo: Promover a aprendizagem dos conceitos de harmônicas por meio da aplicação das séries de Fourier, utilizando uma sequência didática interdisciplinar com o apoio de recursos digitais interativos. A proposta será desenvolvida ao longo de um semestre, na disciplina de Sinais e Sistemas do curso de Engenharia Elétrica da Universidade Ritter dos Reis (UniRitter), campus Zona Sul de Porto Alegre, durante o período letivo de 2024. **Métodos:** A pesquisa terá abordagem qualitativa e quantitativa. Inicialmente será aplicado um questionário com a turma, composta por aproximadamente 20 alunos, para levantar conhecimentos prévios sobre harmônicas. Em seguida, serão utilizadas simulações interativas, um aplicativo educacional para dispositivos móveis e um jogo digital como estratégias de apoio à aprendizagem. Esses recursos didáticos compõem o produto educacional elaborado. **Resultados:** Espera-se que o uso de tecnologias educacionais promova maior engajamento dos alunos, favorecendo a compreensão dos conceitos relacionados às séries de Fourier. Os dados serão analisados com base no desempenho dos estudantes e na comparação dos resultados antes e após a aplicação das atividades propostas. **Conclusão:** A incorporação de metodologias ativas e recursos digitais se mostra promissora para o ensino de conteúdos complexos, tornando o aprendizado mais significativo, acessível e dinâmico.

Palavras-chave: Harmônicas, Séries, Fourier.

ABSTRACT

Objective: To promote the learning of harmonic concepts through the application of Fourier series, using an interdisciplinary didactic sequence with the support of interactive digital resources. The proposal will be developed over the course of a semester, in the Signals and Systems discipline of the Electrical Engineering course at Ritter dos Reis University (UniRitter), Zona Sul campus of Porto Alegre, during the 2024 academic year. **Methods:** The research will have a qualitative and quantitative approach. Initially, a questionnaire will be applied to the class, composed of approximately 20 students, to gather prior knowledge about harmonics. Then, interactive simulations, an educational application for mobile devices and a digital game will be used as strategies to support learning. These didactic resources make up the educational product developed. **Results:** It is expected that the use of educational technologies will promote greater student engagement, favoring the understanding of concepts related to Fourier series. The data will be analyzed based on student performance and the comparison of results before and after the application of the proposed activities. **Conclusion:** The incorporation of active methodologies and digital resources shows promise for teaching complex content, making learning more meaningful, accessible and dynamic.

Keywords: Harmonics, Series, Fourier.

¹ Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), Porto Alegre – RS.

RESUMEN

Objetivo: Fomentar el aprendizaje de conceptos armónicos mediante la aplicación de las series de Fourier, empleando una secuencia didáctica interdisciplinaria con el apoyo de recursos digitales interactivos. La propuesta se desarrollará a lo largo de un semestre, en la disciplina de Señales y Sistemas del curso de Ingeniería Eléctrica de la Universidad Ritter dos Reis (UniRitter), campus Zona Sul de Porto Alegre, durante el año académico 2024. **Métodos:** La investigación tendrá un enfoque cualitativo y cuantitativo. Inicialmente, se aplicará un cuestionario a la clase, compuesta por aproximadamente 20 estudiantes, para recopilar conocimientos previos sobre armónicos. Posteriormente, se utilizarán simulaciones interactivas, una aplicación educativa para dispositivos móviles y un juego digital como estrategias de apoyo al aprendizaje. Estos recursos didácticos conforman el producto educativo desarrollado. **Resultados:** Se espera que el uso de tecnologías educativas promueva una mayor participación de los estudiantes, favoreciendo la comprensión de conceptos relacionados con las series de Fourier. Los datos se analizarán con base en el desempeño de los estudiantes y la comparación de resultados antes y después de la aplicación de las actividades propuestas. **Conclusión:** La incorporación de metodologías activas y recursos digitales se muestra prometedora para la enseñanza de contenidos complejos, haciendo el aprendizaje más significativo, accesible y dinámico.

Palabras clave: Armónicos, Series, Fourier.

INTRODUÇÃO

Já foi reportado na literatura a dificuldade dos alunos em assimilar de maneira satisfatória o conteúdo envolvendo série de Fourier na aprendizagem das harmônicas (MELLO JCC, et al., 2001). Por outro lado, existe a dificuldade em se encontrar material adequado e bem preparado, em português do Brasil, para ajudar a desmistificar esse tópico por parte dos alunos. Por exemplo, uma pesquisa nos sites de procura apresenta resultados esparsos de material didático com este fim e de qualidade, como Google Scholar, 2023; PhET Colorado, 2023; Educapes, 2023.

Na área da engenharia, principalmente na Engenharia Elétrica e na Engenharia de Telecomunicações, este conceito é fundamental nas áreas envolvendo comunicação, processamento de sinais e diversas outras áreas, incluindo antenas. Há uma grande carga das disciplinas de matemática, física e química, que tornam o curso uma “ciência dura” (JAMES NM e WARREN P, 2022), fazendo com que a competência dos docentes do curso seja vinculada à competência nestas disciplinas e não em suas aplicações.

Brown J e Churchill R (1993) utilizam como um recurso padrão para estudar a teoria das séries de Fourier e sua aplicação na resolução de problemas de valor de contorno. Eles abordam os conceitos fundamentais das séries de Fourier, como expansões em senos e cossenos, coeficientes de Fourier, convergência e propriedades das séries, além de fornecer exemplos e exercícios para ajudar na compreensão do assunto.

As séries de Fourier têm várias aplicações na engenharia elétrica. Algumas áreas onde elas são amplamente utilizadas são no processamento de sinais para análise, síntese e manipulação de sinais elétricos. Elas permitem decompor um sinal em suas componentes de frequência, facilitando a análise e o projeto de sistemas de comunicação, sistemas de áudio, sistemas de imagem, entre outros. Na área de comunicações, as séries de Fourier são utilizadas para modelar e analisar sinais modulados em frequência, como os sinais de rádio e televisão (MARTINS AAG, et al., 2023).

Silva AD (2024) considera que, através da análise de Fourier, é possível determinar a largura de banda necessária para transmitir um determinado sinal e projetar filtros para a demodulação desses sinais. Na eletrônica, as séries de Fourier são utilizadas para analisar e projetar circuitos elétricos. Elas permitem determinar as componentes de frequência presentes em um sinal elétrico, possibilitando o projeto de filtros, osciladores, amplificadores e outros circuitos. As séries de Fourier também são aplicadas no controle de sistemas elétricos, permitindo a análise de estabilidade e resposta em frequência de sistemas de controle. Elas são usadas para modelar e analisar a resposta de sistemas lineares sujeitos a sinais periódicos.

É um tanto simplório abordar a dificuldade em Matemática sob a ótica da complexidade do tema ou pela falta de afinidade com a mesma. Muitas dessas dificuldades podem ocorrer por fatores mentais, psicológicos e pedagógicos (MELLO JCC, et al., 2001).

As dificuldades tradicionalmente apresentadas na compreensão dos conteúdos de Matemática, Química e Física levam a que muitos professores busquem alternativas inovadoras para a sua abordagem. Essa busca tem sido traduzida em sequências didáticas que proporcionam diferentes possibilidades de explorar o conteúdo (LOCATELLI A, 2015).

Os professores não exploram a diversidade dos equipamentos disponíveis, suas performances e autonomia com reais e concretas práticas, mas agem do seguinte modo: seguem um ensino tradicional, com uma metodologia passiva e desanimadora (RODRIGUES FPM, 1998).

Diante do resultado da pesquisa, teve-se como objetivo a elaboração de um material didático, a fim de auxiliar os demais professores de engenharia elétrica a replicar o método, independente da área de atuação, mas dentro da disciplina de Sinais e Sistemas.

MÉTODOS

Dentro da sequência didática proposta, serão utilizados diversos recursos educacionais que visam potencializar o processo de ensino-aprendizagem. Entre eles, destaca-se o uso do PhET Colorado, uma ferramenta interativa que possibilita a visualização gráfica de sinais e de seus respectivos componentes, contribuindo para uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos envolvidos.

Além disso, como parte integrante deste estudo, será incorporado um aplicativo didático desenvolvido especificamente para apoiar os alunos no processo de construção do conhecimento, funcionando como um objeto de aprendizagem acessível e dinâmico.

Complementando esses recursos, será utilizado também um jogo digital de caráter intuitivo, elaborado com o objetivo de reforçar e consolidar os conceitos fundamentais da análise de Fourier de forma lúdica e interativa, estimulando o engajamento e a participação ativa dos estudantes.

O simulador escolhido no PhET Colorado foi o Fourier: Construindo Ondas. Nele há três opções que o aluno pode escolher para utilizar, sendo estes o Discreta, O Jogo da Onda e o Pacote da Onda, onde cada um destes acessos possui atividades que resultam em diferentes descobertas.

Além disso, o aprendizado do aluno será avaliado com o uso de simulações gráficas, visuais e sonoras, por meio das séries de Fourier, utilizando as aplicações do site PhET Colorado. Intenta-se inclusive diminuir o uso de avaliações tradicionais, a partir deste tipo de aplicação.

O aplicativo foi criado com o intuito de auxiliar na aprendizagem do aluno, utilizando preferencialmente seu aparelho celular, embora o uso através de um computador também seja possível. Através de um link, o aluno faz o download do aplicativo em seu telefone celular e, após isso, está pronto para o uso.

Este aplicativo aborda um conceito mais tradicional de leitura, pois possui várias informações sobre algumas teorias das Séries de Fourier, desde dados históricos da vida pessoal, acadêmica e profissional de Jean Baptiste Joseph Fourier até exemplos resolvidos e exercícios trabalhados em sala de aula.

Outro recurso é um jogo intuitivo que auxiliará na aprendizagem de conceitos de Fourier. O intuito do jogo é oferecer ao aluno uma maior independência e autonomia quanto ao seu aprendizado, onde ele é o protagonista. O aluno percorre as telas do jogo respondendo perguntas pré-estabelecidas, de maneira que ele aumente seu nível de conhecimento de maneira leve e consistente.

Utilizar recursos visuais, como gráficos ou animações, para ilustrar o processo de construção da Série de Fourier serve para mostrar como a soma das funções senoidais se aproxima da função original à medida que mais termos são adicionados. O objetivo é orientar a atividade de ensino para que a aprendizagem possa ocorrer do estágio mais fácil para o mais complexo. Ela se inicia com a estruturação lógica e didática de pequenos pedaços do conhecimento, que, em conjunto, formarão uma ideia complexa. (MUNHOZ AS, 2012).

Mendes AF (2012) nos permite caracterizar seus produtos como educacionais, uma vez que, com a mediação do professor, se apresentam como coletivos e dinâmicos, possibilitando que os estudantes integrem conhecimentos vivenciados tanto nas práticas sociais quanto nos currículos escolares.

Dessa forma, os produtos educacionais sistematizam:

1. Os conteúdos matemáticos que fazem parte das práticas sociais dos estudantes, mas que, muitas vezes, são excluídos das salas de aula;
2. A História do conteúdo, com especial atenção para as práticas sociais deste no contexto de algumas civilizações, incluindo-se a atual;
3. As necessidades sociais dos estudantes;
4. Os documentos oficiais e pesquisas que tratam da temática, revelando-nos seu entendimento sobre o fazer matemático na sala de aula.

Para Ausubel DP (1968), a importância da interação para a aprendizagem ajuda a desenvolver estratégias e habilidades gerais e, com isso, verifica-se a potencialidade que existe quando o aluno interage com um recurso digital, como um determinado tipo de objeto de aprendizagem, que venha a apresentar desafios, levando o aluno a desenvolver estratégias de resolução de determinadas situações-problemas e assim o permita construir meios de resolução, situando-os em um nível mais elevado de conhecimento.

Como relatam Ponte JP, et al. (2006), sendo a investigação composta de uma situação mais aberta, não é possível prever o rumo em que a atividade irá tomar no seu desenvolvimento, nem quais serão os resultados alcançados. O professor tem um papel fundamental nesse tipo de atividade, e deve estar preparado para se deparar com questões e situações não previstas ou pensadas por ele anteriormente.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) descreve o comportamento teórico do processo de aprendizagem cognitiva, a partir do raciocínio dedutivo do sujeito, baseado em seu conhecimento prévio. Ou seja, como o indivíduo aprende à medida que novos conhecimentos são incorporados em suas estruturas cognitivas, a partir dos conhecimentos prévios relevantes, integrando novas informações em um complexo processo pelo qual aquele que aprende adquire conhecimento (AUSUBEL DP, et al., 1968).

Constitui enorme importância a busca por métodos lúdicos e que proporcionem ao aluno um aprendizado efetivo e prazeroso. Métodos e meios diferenciados de ensinar possibilitam ao aluno uma construção efetiva da sua aprendizagem. É preciso que o docente invista tempo em desenvolver, buscar ou até mesmo aperfeiçoar suas técnicas e metodologias de ensino.

Valadares EC (2001) procura resgatar o trabalho em laboratório didático como fonte de motivações de estudantes. É importante destacar que, para a aprendizagem considerada significativa, não é qualquer conhecimento prévio que irá influenciar o processo, mas os conhecimentos prévios relevantes presentes na estrutura cognitiva do sujeito, os quais foram chamados por Ausubel de subsunçores ou ideia-âncora, capazes de servir de ancoradouro a uma nova informação, de modo que ela adquira significado para o indivíduo (POZO JI, 1998).

Moreira MA (2012) descreve que esses subsunçores são conhecimentos específicos, previamente existentes na estrutura cognitiva do sujeito, e que permitem dar significado a um novo conhecimento. Alguns trabalhos, como por exemplo o de Diefenthaler AT (2019), têm discutido a modelagem matemática como ferramenta para a análise de projetos de engenharia, por meio das séries de Fourier. Este artigo utiliza séries de Fourier para modelar matematicamente a curva de carga de um sistema elétrico real e conclui que essa modelagem é fundamental tanto para a concessionária de energia elétrica quanto para os consumidores, por favorecer o gerenciamento da energia elétrica.

Crockett HC (2023) investiga as dificuldades conceituais enfrentadas pelos alunos de graduação ao aprenderem a série de Fourier. Eles realizaram um estudo empírico com alunos de engenharia e ciências exatas, identificando as principais dificuldades que os alunos encontram na compreensão e aplicação da série de Fourier.

O objetivo da análise de sinais é extrair informações relevantes do sinal através de uma decomposição ou transformação nele realizada. A análise no domínio da frequência tem vasta aplicação em Engenharia. O primeiro contato com a série e transformada de Fourier dá-se normalmente em cursos de caráter estritamente matemático.

Para o estudo da Série de Fourier, é necessário lembrar suas principais características para dar continuidade ao estudo. Segundo Lathi BP e Ding Z (2009), a Série de Fourier representa apenas funções periódicas, é uma série trigonométrica de senos e cossenos e essa série deve convergir.

O objetivo da análise de sinais é extrair informações relevantes do sinal através de uma decomposição ou transformação nele realizada. Por definição, a Série de Fourier só pode representar funções periódicas com período L. Se L é o período de f(x), então um múltiplo inteiro de L também é um período de f(x) (2L, 3L,...). Assim, o menor valor do período é chamado de período fundamental de f(x).

Uma Série de Fourier é uma série da forma de uma função periódica f(x) com período L, e sua representação em termos de Séries de Fourier é dada pela fórmula, como mostrado em (1).

$$f(x) = \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} \left(a_n \cos\left(\frac{2\pi nx}{L}\right) + b_n \sin\left(\frac{2\pi nx}{L}\right) \right) \quad (1)$$

A Série de Fourier possui algumas particularidades. Uma delas é a periodicidade: Uma função f(x) é chamada de periódica, com período L>0, se o domínio de f(x) contém x+L sempre que contiver, e se f(x+L)=f(x) para todo valor de x. Se uma função periódica possui período igual a L, então o período 2L também o será, assim como qualquer múltiplo inteiro de L. O menor valor de L válido é o período fundamental de f. Conseqüentemente, o valor da frequência fundamental é f=1/L.

Esta pesquisa foi conduzida em conformidade com os preceitos éticos estabelecidos pelas resoluções vigentes do Conselho Nacional de Saúde, especialmente a Resolução nº 466/12, que dispõe sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. O projeto foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sendo aprovado sob o número do Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) 76817824.5.0000.8091 e Parecer Consubstanciado nº 6.727.454. A aprovação assegura que todos os procedimentos foram avaliados quanto à sua ética, garantindo o respeito aos direitos, à integridade e à dignidade dos participantes.

RESULTADOS

Uma pesquisa foi realizada presencialmente com a exposição do conteúdo elaborado, em sala de informática para uso de computadores com acesso à internet para acessar os links específicos e também o acesso ao Questionário Avaliativo. A amostra foi composta por 20 alunos do Curso de Engenharia Elétrica da Uniritter, sendo que apenas 16 alunos responderam o questionário.

A análise da aprendizagem dos estudantes em relação ao conteúdo de série de Fourier foi realizada sob a perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel DP (1968). A abordagem metodológica realizada foi de pesquisa qualitativa, com uma intervenção pedagógica. O objetivo foi investigar o aumento percentual normalizado na aprendizagem, associado à implementação das atividades práticas. A coleta de dados foi realizada de forma qualitativa, ao longo da aplicação dos materiais e instrumentos didáticos, no período discriminado no Cronograma, a partir de respostas e análises dos materiais propostos. Não foram realizadas gravações em vídeo para finalidade de análise de dados.

Destaca-se que na pesquisa qualitativa é relevante focar não somente nos significados, mas também nas experiências e ações, onde se utilizam métodos como observação participativa, significados individuais e contextuais, interpretação e desenvolvimento de hipóteses (MOREIRA MA, 2011).

Os questionários compuseram a fonte de dados e informações para as análises e continham questões fechadas e abertas, com as finalidades de levantar o grau de conhecimento prévio dos alunos e de avaliar as estratégias utilizadas na aplicação proposta.

Foram elaboradas quatro questões destinadas a avaliar a percepção dos participantes em relação ao próprio aprendizado e quatro questões voltadas à avaliação do material didático utilizado e apresentado pelo docente. Todas as questões foram estruturadas em uma escala de Likert, variando de 1 (discordo totalmente) a 5 (concordo totalmente).

Observou-se que não foram atribuídas pontuações entre 1 e 3 em nenhuma das questões, tanto no que se refere à percepção sobre o próprio aprendizado quanto à avaliação do material utilizado, o que demonstra uma avaliação positiva dos participantes

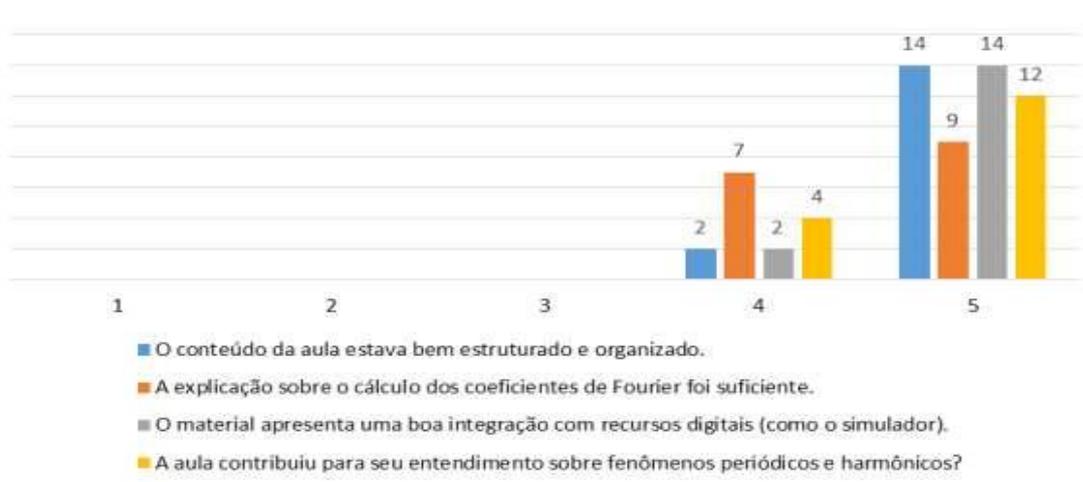
No que se refere à percepção sobre o próprio aprendizado, 16% das respostas corresponderam à pontuação 4 e 84% à pontuação máxima, 5. Com relação à avaliação do material didático utilizado, 23% das respostas obtiveram a pontuação 4, enquanto 77% foram avaliadas com a pontuação 5. Os dados detalhados de cada questão estão apresentados no **Gráfico 1** e no **Gráfico 2** a seguir.

Gráfico 1 – Opinião sobre o seu aprendizado.



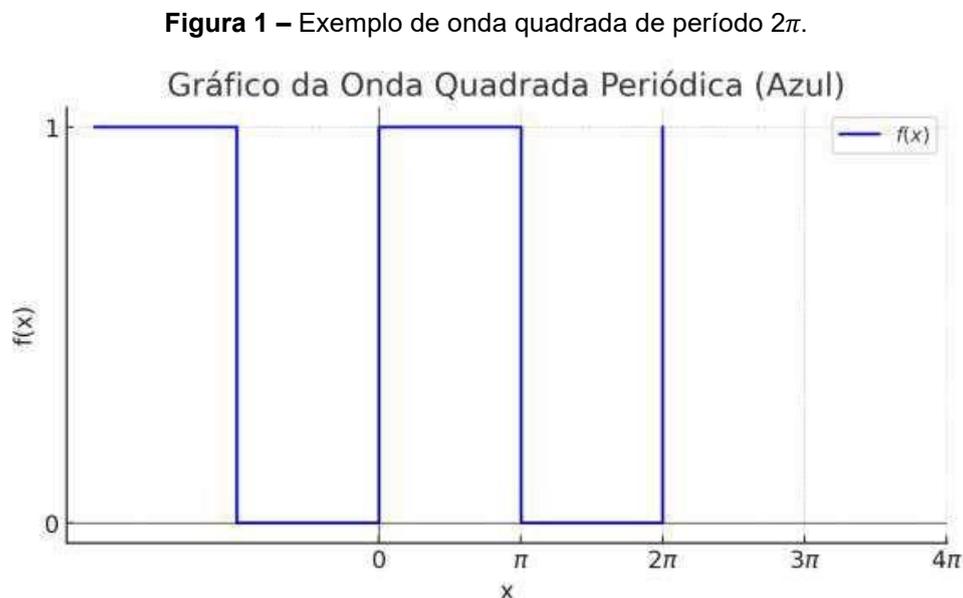
Fonte: Serafini FM e Kinast EJ, 2025.

Gráfico 2 – Opinião sobre o uso do material utilizado.



Fonte: Serafini FM e Kinast EJ, 2025.

Foi apresentada a Série de Fourier para uma onda quadrada, que consiste em uma forma de expressar essa função periódica como uma soma infinita de funções senoidais. Uma das formas de se definir uma onda quadrada é por valores alternados de 1 e 0 em intervalos iguais, tal como ilustrado na **Figura 1**, abaixo:



Fonte: Serafini FM e Kinast EJ, 2025.

Essa função pode representar uma sequência de bits composta pelos valores 1 e 0, cuja repetição do mesmo padrão se estende a todos os períodos subsequentes. Esse comportamento reflete uma característica fundamental das funções periódicas: ao analisar um único período, torna-se possível prever o comportamento em todos os demais.

A pesquisa apresentada, fundamentada na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, demonstra uma abordagem aplicada no ensino da série de Fourier por meio de uma intervenção pedagógica. O estudo envolveu alunos do curso de Engenharia Elétrica, utilizando questionários com escalas de Likert para captar tanto o grau de conhecimento prévio quanto as percepções dos participantes sobre o material didático. Essa metodologia qualitativa privilegia não só os dados numéricos, mas também as experiências individuais dos estudantes, o que permite uma compreensão mais ampla do processo de aprendizagem em sala de aula. Em contrapartida, Nunes J (2002) adota uma abordagem teórica tradicional, explorando detalhadamente os fundamentos matemáticos, históricos e conceituais das séries de Fourier. Enquanto este estudo foca na aplicação prática e na avaliação do impacto das atividades, (NUNES J, 2002) enfatiza a precisão e o rigor dos conceitos matemáticos que fundamentam a representação de funções periódicas.

Em contraste, Jesus DM (2023), concentra-se na elucidação do método matemático, demonstrando a decomposição de funções em senos e cossenos para resolver problemas clássicos como a equação do calor e da onda. Essa perspectiva técnica evidencia, de forma detalhada, a importância dos coeficientes e das condições de convergência na aplicação da série para a resolução de equações diferenciais. Assim, enquanto este estudo busca combinar teoria e prática para promover a aprendizagem significativa (JESUS DM, 2023) enfatiza a fundamentação teórica e a aplicação computacional dos conceitos matemáticos.

DISCUSSÃO

Em áreas como o processamento de áudio e imagem, as séries de Fourier desempenham um papel fundamental ao permitir a transformação de sinais do domínio do tempo para o domínio da frequência. Essa conversão possibilita a identificação e manipulação das componentes espectrais dos sinais, sendo essencial em aplicações como compressão de dados, filtragem de ruídos e realce de características relevantes. No

contexto da transmissão de dados e da modulação de sinais, a análise espectral proporcionada pelas séries de Fourier permite determinar a largura de banda necessária, avaliar a eficiência espectral dos sistemas de comunicação e otimizar o uso do espectro eletromagnético.(MARTINS AAG., et al.2023).

Em Crockett HC (2023), a interpretação dos coeficientes de Fourier e o entendimento das informações contidas no espectro de frequência podem ser um obstáculo para a compreensão das aplicações práticas, além das dificuldades em conectar as séries de Fourier com as aplicações reais na engenharia e a falta de exemplos práticos e de estudos de caso específicos para a área de engenharia em que estão estudando pode dificultar a compreensão da relevância e utilidade das séries de Fourier em suas futuras carreiras profissionais.

Trindade ASN (2024) destaca que os engenheiros frequentemente utilizam as séries de Fourier em uma ampla gama de aplicações, especialmente na análise de sinais periódicos e não periódicos que podem ser decompostos em componentes harmônicas. Essa abordagem é fundamental em áreas como comunicações, controle e automação, telecomunicações e processamento de sinais, pois permite representar sinais complexos como somas de funções senoidais, facilitando sua análise, filtragem e reconstrução. No contexto da engenharia de controle, por exemplo, as séries de Fourier são empregadas na modelagem de sistemas dinâmicos e na análise de estabilidade em regime permanente. Já em telecomunicações, elas são essenciais para o estudo da eficiência espectral e da largura de banda necessária para a transmissão de sinais modulados.

Além das aplicações clássicas em compressão e filtragem, as séries de Fourier têm sido cada vez mais utilizadas em sistemas de reconhecimento de padrões e inteligência artificial, especialmente no pré-processamento de sinais para algoritmos de aprendizado de máquina. A decomposição espectral permite extrair características relevantes de sinais complexos, como timbres em sinais de áudio ou texturas em imagens, que são posteriormente utilizados em classificadores e redes neurais. Segundo Caixeta CM (2023), a representação espectral obtida por meio das séries de Fourier é essencial para a construção de filtros digitais adaptativos, que se ajustam dinamicamente às características do sinal de entrada, otimizando o desempenho de sistemas de comunicação e análise de dados em tempo real.

Outro campo em expansão é o da engenharia biomédica, onde as séries de Fourier são aplicadas na análise de sinais fisiológicos, como eletrocardiogramas (ECG) e eletroencefalogramas (EEG). A capacidade de identificar padrões periódicos e frequências dominantes nesses sinais permite detectar anomalias e diagnosticar condições clínicas com maior precisão. Conforme Silva AD (2024), a utilização das séries de Fourier em ambientes educacionais também tem se mostrado eficaz, especialmente quando associada a recursos digitais interativos, como simuladores e jogos, que facilitam a compreensão dos conceitos matemáticos e promovem uma aprendizagem mais significativa.

CONCLUSÃO

Espera-se que os discentes de graduação que participarem deste projeto, ao longo do semestre letivo, ampliem seus conhecimentos teóricos e aprimorem significativamente a assimilação dos conteúdos relacionados às Séries de Fourier, por meio de atividades fundamentadas em metodologias que utilizam recursos digitais interativos, objetos de aprendizagem e elementos de gamificação. Justifica-se a utilização da gamificação a partir da análise de que estamos na sociedade dos Nativos Digitais que, corroborando com a conceituação já realizada no início do texto, de acordo com (COELHO PMF, 2012), são aqueles nascidos na Era da Informação e que cresceram imersos nas tecnologias do século XXI e dados aos games e sua ludicidade. O projeto busca favorecer uma compreensão sólida dos conceitos matemáticos que embasam a análise de Fourier, bem como de suas aplicações práticas na engenharia e nas ciências exatas, promovendo, além do aprofundamento dos saberes específicos, o desenvolvimento de competências cognitivas essenciais, como raciocínio lógico, capacidade de abstração, análise crítica e resolução de problemas complexos, de modo a contribuir de forma efetiva para a formação acadêmica e para o aprimoramento de habilidades indispensáveis à atuação profissional dos futuros engenheiros.

REFERÊNCIAS

1. AUSUBEL DP, et al. Educational psychology: A cognitive view. Nova Iorque: Holt, Rinehart & Winston. 1968.
2. BROWN J, CHURCHILL R. Fourier Series and Boundary Value Problems. Editora McGraw-Hill. 1993.
3. CAIXETACM. Estudos das séries e transformadas de Fourier e suas aplicações em processamento de imagens. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Elétrica) – Instituto Federal de Goiás.
4. COELHO PMF. Os nativos digitais e as novas competências tecnológicas. Texto Livre, 2012; 5(2): 88–95.
5. CROCKETT HC, et al. Conceptual Understanding of Signals and Systems in Senior Undergraduate Students. in IEEE Transactions on Education, vol. 66, no. 2, pp. 113-122, April 2023, doi: 10.1109/TE.2022.3199079.
6. DIFENTHÄLER AT, 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, 2019, p.64-73.
7. JAMES NM, WARREN P. From Engineering School to Careers: An Examination of Occupational Intentions of Mechanical Engineering Students. Engineering Management Journal 34:2, 2022; pages 176-200.
8. JESUS DM, et al. Séries de Fourier e suas Aplicações. I Congresso de Ciência e Tecnologia do Oeste Potiguar. 2023.
9. LATHIBP, DINGZ. Linear Systems and Signals. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2009.
10. LOCATELLI A, et al. Produtos educacionais: características da atuação docente retratada na I Mostra Gaúcha. Revista Polyphonia, v. 26, n. 1, p. 197-210, 2015.
11. MARTINS AAG, et al. Estudo de sinais com auxílio das séries de Fourier e aplicação da transformada de Laplace para dimensionar filtros passivos. 2023. Trabalho apresentado no II Seminário de Engenharia Elétrica do IFNMG – Campus Montes Claros, Montes Claros, 2023.
12. MELLO JCC, et al. Mudanças no ensino de Cálculo I: histórico e perspectivas. In: COBENGE. Rio de Janeiro – RJ: UFF, 2001.
13. MENDES AF. Da resolução de quebra-cabeças em sala de aula à aplicabilidade no cotidiano de uma Marmoraria: o que os estudantes do 9º ano do ensino fundamental falam e escrevem sobre o conceito de área. 2012. 158f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ciências Exatas) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.
14. MOREIRAMA. A teoria da aprendizagem significativa de Ausubel. In: Marco Antônio Moreira. Teorias de aprendizagem. 2 ed. São Paulo: EPU. p. 159-173. 2011.
15. MUNHOZAS. Objetos de aprendizagem. 1.ed. Curitiba: Intersaberes, 2012. E-book.
16. NUNES J. Noções sobre as séries de Fourier. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro de Ciências Físicas e Matemáticas. 2002.
17. PhET SOFTWARE AGREEMENT. Terms of Use and Privacy Policy for PhET's collection of HTML Simulations (Version 2). University of Colorado Boulder
18. PONTEJP, et al. Investigações matemáticas na sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica, 2006.
19. POZOJI. (1998). Teorias cognitivas da aprendizagem. Porto Alegre: Artes Médicas.
20. RODRIGUES FPM. A prática do professor no ensino de informática. Pelotas-RS, Brasil: Educat, 1998.
21. SILVA AD. Séries de Fourier e suas aplicações. Mossoró: Universidade Federal do Semi-Árido, 2024.
22. TRINDADE ASN. Séries de Fourier antes do computador digital. 2024. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2024.
23. VALADARESEC. Novas Estratégias de Divulgação Científica e de Revitalização do Ensino de Ciências em Sala de Aula. Física na Escola, v. 2, n. 2, 2001.