



APRENDIZAGEM DE SÉRIES DE FOURIER NO ENSINO REMOTO UTILIZANDO O SOFTWARE GEOGEBRA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2022.4050

Joab Tomaz de Aquino - jta@poli.br
Universidade de Pernambuco

Adriano José Morais Barros Silva - ajmbs@poli.br
Universidade de Pernambuco

Cláudio Pereira da Costa - claudio.pcosta@upe.br
Universidade de Pernambuco

Resumo: Neste artigo, são apresentados os resultados da pesquisa devido à realização de um experimento computacional no software Geogebra por alunos de dois semestres (2020.2 e 2021.1) da disciplina Complementos de Matemática (CM), do ciclo básico na área de engenharia dos cursos da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI), vinculada ao Campus Benfica da Universidade de Pernambuco (UPE). A proposta foi baseada na solução computacional da série de Fourier para que os participantes pudessem investigar o uso de recursos computacionais a fim de melhorar sua compreensão de tópicos matemáticos. Nos resultados selecionados, 86,1% de 2020.2 e 69,6% de 2021.1 os alunos concordaram que entenderam a série de Fourier. Cerca de 36,1% em 2020.2 e 39,1% em 2021.1 disseram que o Geogebra facilitou o entendimento tanto da parte algébrica quanto da geometria. Por fim, a maioria dos alunos concorda com o uso de recursos tecnológicos (97,2% em 2020.2 e 100% em 2021.1) para seu aprendizado.

Palavras-chave: Séries de Fourier, Geogebra, Experimento Computacional, Aprendizagem.



APRENDIZAGEM DE SÉRIES DE FOURIER NO ENSINO REMOTO UTILIZANDO O SOFTWARE GEOGEBRA

1 INTRODUÇÃO

Em 2020 o mundo se deparou com a pandemia do COVID -19, a qual exigiu medidas restritivas de contato para evitar o contágio pelo vírus, fazendo com que atividades presenciais fossem suspensas, incluindo aulas nas instituições de ensino (BRASIL, 2020). Com o aumento dos casos da pandemia as suspensões das aulas presenciais se estenderam até o ano de 2022.

A impossibilidade da realização do ensino convencional promoveu o ensino aprendizagem na modalidade virtual. Todavia, com a rápida migração de modalidade de ensino para outra surge a preocupação de que algumas dificuldades existentes em um formato de ensino ocorra com maior incidência por parte dos cursistas. Um exemplo disso são as disciplinas de cálculo no ensino superior, onde apresentam índices elevados de reprovação e evasão por parte dos discentes, especialmente nas áreas de Ciências Exatas e Engenharia (MUSIAU, 2020). Esse contexto trouxe desafios e oportunidades que podem ser exploradas sobre novas formas de aprender e ensinar (SANTOS e ZABOROSKI, 2020; RODRIGUES, 2021; SILVA, 2021).

Experiências exitosas nessa conjuntura que vem sendo experimentadas é a utilização de metodologias ativas combinadas com meios e ferramentas digitais (CAVALCANTE FILHO, 2021; DA SILVA, JARDIM e CARIUS, 2017; DE CARVALHO, 2021; DE OLIVEIRA *et al*, 2021; OLIVEIRA, 2021; PEREIRA, VALENGA e COLOMBO, 2020). Tais escolhas proporcionam aos discentes ganhos significativos no processo de ensino e aprendizagem, despertando o protagonismo para construção do conhecimento utilizando ferramentas que podem ser adotadas no ensino presencial ou remoto (COSTA *et al*, 2022).

Diante disso, a pesquisa apresentada buscou contribuir com uma proposta didática online sobre o estudo de séries de Fourier mediada por tecnologia (software Geogebra), em uma disciplina do ciclo básico de engenharias da Escola Politécnica de Pernambuco (POLI), campus Benfica, da Universidade de Pernambuco (UPE).

A escolha do software Geogebra se deu pela possibilidade de apresentar o objeto a ser estudado de forma algébrica e geométrica, isso tornou-se de suma importância para a aprendizagem visto que a matemática é permeada pela multiplicidade de representações, e por isso seus objetos, que na sua essência são abstratos, não podem ser acessados diretamente, mas somente por meio de representações semióticas (ARAÚJO, 2019; COSTA *et al*, 2022).

2 SÉRIES DE FOURIER NA ENGENHARIA

Séries de Fourier é um conteúdo matemático de grande importância para as diversas aplicações nas engenharias (FIGUERÊDO *et al*, 2022; LEMOS DURÁN, 2021; LIMA, 2022; OLIVEIRA, 2022; SANTOS, 2021; SOARES e FORTES, 2022; TAVARES JÚNIOR, 2020). O nome desse tema é em homenagem a Joseph Fourier, o primeiro pesquisador a fazer uso sistemático dessas séries em seus artigos de 1807 e 1811 para explicar o fenômeno da propagação do calor em uma barra metálica.

Sua preocupação era resolver a equação do calor representando suas soluções como funções não necessariamente contínuas, por uma série infinita de funções trigonométricas, onde seus resultados inspiraram um fluxo de pesquisa importante que continua até hoje. (BOYCE e DIPRIMA, 2017). A seguir são apresentadas as equações das séries de Fourier:

$$f(x) = A_0 + \sum_{m=1}^{\infty} \left(a_m \cos \frac{m\pi x}{L} + b_m \sin \frac{m\pi x}{L} \right) \quad (1)$$

$$A_0 = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) dx \quad (2)$$

$$A_m = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \cos \frac{m\pi x}{L} dx \quad (3)$$

$$B_m = \frac{1}{L} \int_{-L}^L f(x) \sin \frac{m\pi x}{L} dx \quad (4)$$

Por essa expressão que Fourier estabeleceu que uma função arbitrária poderia ser representada por essa Equação (1), onde A_0 (Equação (2)), A_m (Equação (3)) e B_m (Equação (4)) são coeficientes que estão relacionadas com funções de $f(x)$ definidas por integrais. Logo, uma das principais contribuições que Fourier fez foi afirmação de que toda função definida num intervalo finito por um gráfico descrito arbitrariamente pode ser decomposta numa soma de funções seno e cosseno.

Com o desenvolvimento matemático obtido e colaboração de diversos pesquisadores ao longo do tempo foi possível obter a compreensão de fenômenos físicos presentes em várias disciplinas de engenharia, modelagens essas feitas a partir dos resultados inicialmente alcançados por Fourier.

Em nosso cotidiano é possível encontrar equipamentos ou softwares que utilizam sinais para representar as informações de parâmetros físicos. Esses sinais podem representar um sinal periódico como uma soma infinita de componentes senoidais. Frequentemente, em engenharia elétrica, essas abordagens são claramente utilizadas em circuitos elétricos de corrente alternada, análise de sinais e sistemas no domínio do tempo, sistema de sonorização e exames de eletrocardiograma são apenas algumas aplicações que foram desenvolvidas devido as séries de Fourier (FIGUEREDO *et al*, 2022; LEMOS DURÁN, 2021; LIMA, 2022; OLIVEIRA, 2022; SANTOS, 2021; SOARES e FORTES, 2022; TAVARES JÚNIOR, 2020).

Logo, por intermédio das séries de Fourier é possível solucionar diversos problemas relacionados às equações diferenciais parciais, desde que possa expressar uma função integrável de período $2L$ dada como uma série periódica, ortogonal e infinita de senos e cossenos, sendo, portanto, $2L = 2\pi$ (FIGUEIREDO, 2014).

"No estudo de sistemas lineares, especialmente circuitos elétricos, a utilização das séries de Fourier, bem como a aplicação da álgebra fasorial constitui um conhecimento obrigatório para o estudante, ferramentas estas com as quais necessita estar profundamente familiarizado e apto a utilizá-las de forma objetiva" (CESAR, 2005).



Como citado anteriormente, as aplicações das séries de Fourier são imensas e sua importância inestimável não só para a engenharia mas para toda ciência, pois com essa ferramenta matemática é possível de representar uma família de funções periódicas envolvendo funções contínuas e não contínuas.

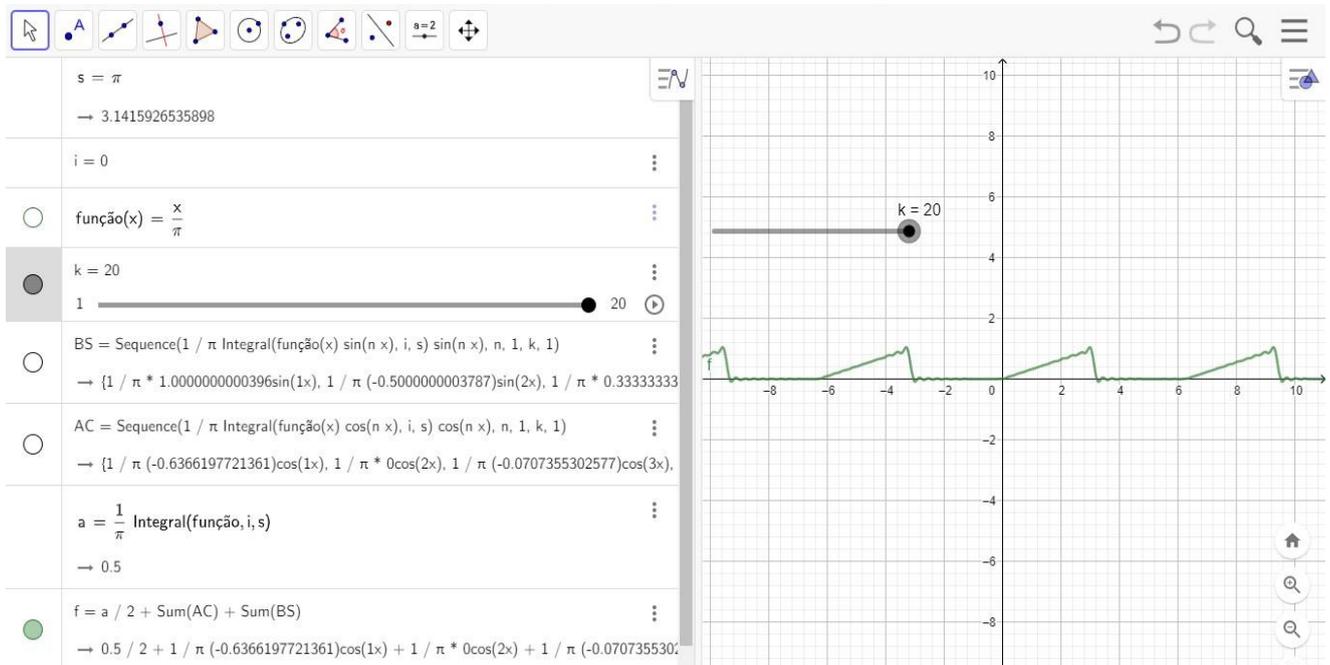
3 METODOLOGIA

Esta pesquisa buscou compreender a eficácia da utilização do software Geogebra na aprendizagem de séries de Fourier por parte dos discentes da disciplina CM. Para tanto, foram realizadas duas etapas: uma antes e outra após a atividade (experimento) com o software. A primeira visava fornecer os conhecimentos teóricos a respeito do tema. Já a segunda foi aplicada para identificar o impacto do uso do recurso didático para aprendizagem de séries de Fourier.

Na primeira etapa foi realizada abordagem teórica sobre as séries de Fourier, onde os discentes tiveram acesso a vídeos e a materiais digitais, onde procurou-se durante as aulas explicitar a importância da parte gráfica e suas contribuições para interpretação dos conceitos matemáticos.

Paralelo a isso foi disponibilizado aos discentes um manual virtual do Geogebra, criado com conteúdo original e linguagem acessível, o qual apresentava uma introdução sobre o software. Vídeos, arquivos em texto e exemplos simples (Figura 1) foram disponibilizados para consulta dos discentes de como proceder para acessar, manejar, realizar cálculos e a utilizar as ferramentas que seriam utilizadas no experimento. A Figura 2 mostra o layout do manual dentro do Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA).

Figura 1 – Realização do Experimento no Geogebra.



Fonte: Autores.



Figura 2 – Manual do Geogebra.

Manual do Geogebra

1. Introdução

Geogebra

O **GeoGebra** é *software* educativo que permite ao usuário ter uma maior interação com a matemática, externando gráficos, retas, dentre outros a partir de fórmulas matemáticas ou simplesmente da experimentação das ferramentas da plataforma.

O GeoGebra está disponível para os seguintes sistemas operacionais: iOS, Android, Windows, Mac, Chromebook e Linux. Vale salientar que nesse guia é utilizado, para nível didático a versão acessada a partir de 08/ 2020 do GeoGebra de um *desktop*, cujo foi alcançado a partir do endereço eletrônico: <https://www.geogebra.org>. E a versão acessada a partir de 08/ 2020 do GeoGebra de um dispositivo *mobile* Android.

Índice

- 1. Introdução
- 2. Vantagens do Geogebra
- 3. Conhecendo o Geogebra
- 4. Barra de ferramentas do Geogebra
- 5. Configurações do Geogebra
- 6. Primeiros passos no Geogebra
- 7. Exemplos
- 8. Experimento 2 - material de apoio
 - 8.1. Comandos necessários
 - 8.2. Exemplo 1
- 9. Referências

Fonte: Autores.

A segunda etapa ocorreu três semanas após a primeira, onde os discentes tiveram acesso ao experimento via *Google Forms* para ser feito exclusivamente no Geogebra, sendo enviados os arquivos obtidos para correção. A fim de evitar que os alunos copiassem no experimento, foi elaborado um sistema onde a principal questão do experimento possuía três versões (ver Figura 3), com funções distintas, a serem distribuídas entre os alunos com base na letra inicial de seus nomes.

Figura 3 – Funções do Experimento.

Encontre a Série de Fourier {SF(x)}, utilizando unicamente o Geogebra, para f(x):

Faça o upload do arquivo em .ggb. Consulte o material de apoio no AVA.

$$\frac{x}{\pi} ; se 0 \leq x \leq \frac{\pi}{2}$$

Encontre a Série de Fourier {SF(x)}, utilizando unicamente o Geogebra, para f(x):

Faça o upload do arquivo em .ggb. Consulte o material de apoio no AVA.

$$\frac{7}{\pi} \cdot \left(x - \frac{\pi}{2}\right)^2, se 0 \leq x \leq \pi$$

Encontre a Série de Fourier {SF(x)}, utilizando unicamente o Geogebra, para f(x):

Faça o upload do arquivo em .ggb. Consulte o material de apoio no AVA.

$$x^3, se -\pi \leq x \leq \pi$$

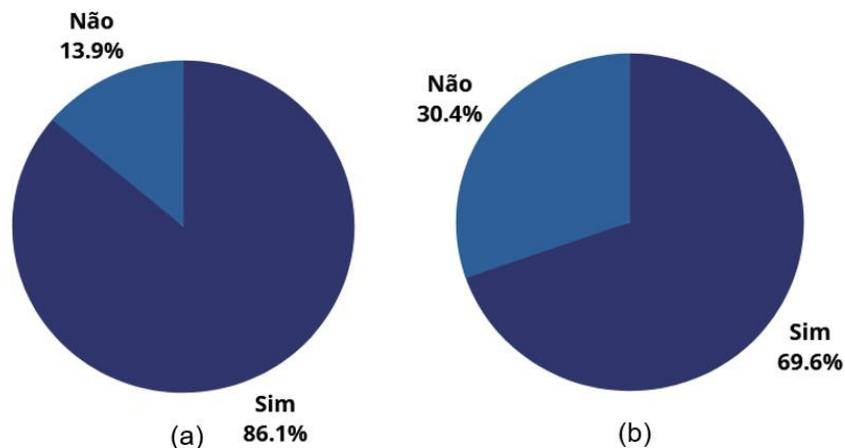
Fonte: Autores.

Após a conclusão da atividade, na etapa de envio, os discentes foram encorajados a responder questões para verificação do possível impacto que o Geogebra ocasionou na aprendizagem dos discentes. Os dados foram catalogados para cada semestre, constituindo uma base de dados para investigação quanto ao uso do recurso computacional inserido no contexto contemporâneo do ensino remoto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção são apresentados os resultados da pesquisa na forma de gráficos de setores com cada semestre letivo, seguidos de um comparativo, onde no semestre de 2020.2 foi-se obtido 36 respostas e no semestre de 2021.1 23 respostas, totalizando 59 entrevistados. Na Figura 4 são ilustradas a percepção dos alunos (7(a) – 2020.2 e 7(b) - 2021.1) quanto à contribuição do Geogebra para facilitar a compreensão dos resultados sobre séries de Fourier propostas na atividade.

Figura 4 – O Geogebra facilitou a compreensão dos resultados sobre séries de Fourier. (a) semestre 2020.2 e (b) semestre 2021.1.

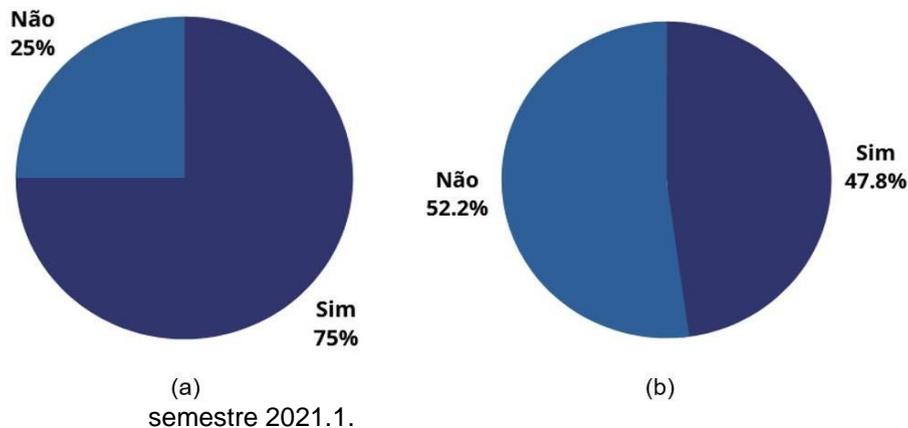


Fonte: Autores.

Ao verificar a Figura 4 percebeu-se que a maioria dos alunos nos dois períodos letivos, 2020.2 – 86,1% e 2021.1 – 69,6%, sinalizaram positivamente quanto ao uso do software Geogebra como um facilitador na interpretação dos resultados encontrados nas manipulações das séries de Fourier. Isso corrobora que a aprendizagem de temas matemáticos pode ser melhorada por meio do uso das tecnologias da informação e comunicação, motivando o interesse pelo ingresso no curso de graduação em Engenharia e proporcionar aos envolvidos uma visão mais sistêmica dos problemas, motivando-os à pesquisa e à conclusão do curso.

Na Figura 5 foram ilustradas as respostas das avaliações dos discentes sobre a contribuição do material de apoio utilizado para instalação e manipulação do Geogebra, disponibilizado durante todos os períodos letivos no AVA. Na Figura 5(a) é ilustrado os dados o semestre 2020.2 e Figura 5(b) o semestre 2021.1.

Figura 5 – Material de apoio disponível no AVA facilitou a aprendizagem do Geogebra (a) semestre 2020.2 e (b) semestre 2021.1.

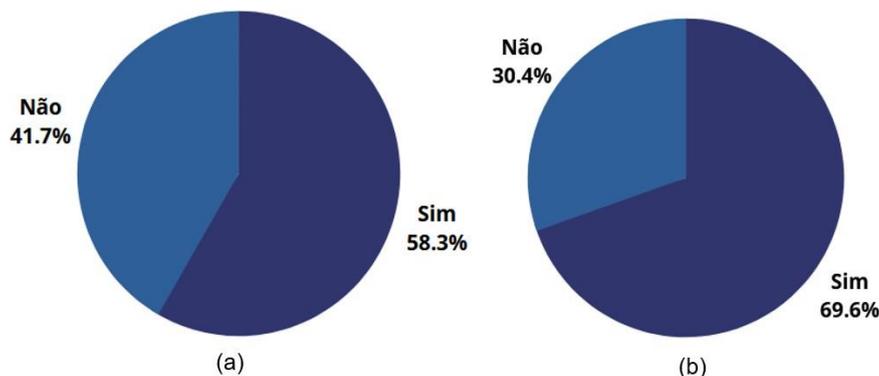


Fonte: Autores.

Conforme verificado na Figura 5 percebeu-se que 75% de todos os participantes em 2020.2 opinaram que esses materiais disponibilizados contribuíram para o aprendizado, fazendo com que o aprendizado por meio do software fosse facilitado. Todavia, o mesmo não foi alcançado em 2021.1.

Com a realização da proposta experimental foi questionado aos discentes se tiveram dificuldades em manusear o Geogebra. Os resultados foram sintetizados nas figuras 6(a) para o semestre 2020.2 e Figura 6(b) para o semestre 2021.1.

Figura 6 – Dificuldades em manusear o Geogebra. (a) semestre 2020.2 e (b) semestre 2021.1.



Fonte: Autores.

Na Figura 6 verificou-se que a maioria dos entrevistados da pesquisa sentiram dificuldades em usar o Geogebra. Uma explicação que pode ser atribuída a esse fato é os discentes vivenciarem poucas atividades computacionais durante a sua formação. Outro fator que pode ter contribuído é a facilidade em resolver problemas utilizando tecnologia. Isso pode afetar o protagonismo discente e não estimular a busca por soluções de problemas.

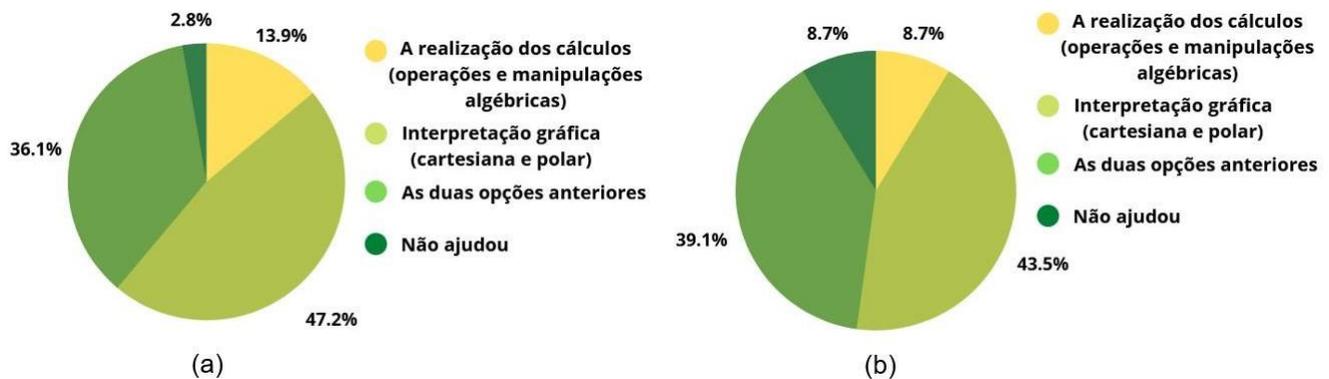
Uma vez identificado um alto percentual de facilidade no aprendizado do Geogebra e também percebido dificuldades na realização do experimento computacional, foi



questionado aos discentes em quais das seguintes opções o recurso auxiliou na compreensão. Esses resultados foram sumarizados na Figura 7.

Figura 7 – O que o Geogebra mais ajudou no processo de aprendizagem.

(a) semestre 2020.2 e (b) semestre 2021.1.



Fonte: Autores.

Analisando a Figura 7 percebeu-se que a maioria dos entrevistados de ambos os semestres afirmaram que o recurso permitiu compreender de uma maneira mais fácil a interpretação gráfica. Entretanto, cerca de 36,1% em 2020.2 e 39,1% em 2021.1 afirmaram que o Geogebra facilitou a compreensão tanto da parte algébrica quanto da geométrica. Isso significa que estes últimos grupos fizeram um melhor uso do recurso, uma vez que nele é possível explorar as duas vertentes para a resolução de problemas. Vale ainda destacar que em ambos os períodos houveram entrevistados que afirmaram que o Geogebra não ajudou.

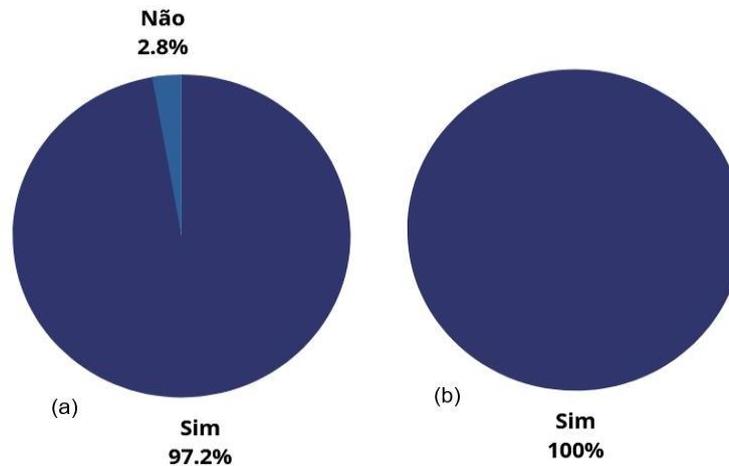
Esse resultado corrobora com Duval (2003), o qual aponta a coordenação de dois registros distintos para a compreensão do objeto matemático. Na realidade, a possibilidade de mudança de registro se constitui uma condição necessária ao processo de aprendizagem conforme evidencia o pensamento a seguir:

“A originalidade da atividade matemática está na mobilização simultânea de ao menos dois registros de representação ao mesmo tempo, ou na possibilidade de trocar a todo momento de registro de representação”. (DUVAL, 2003, p.14).

Por fim, após a solução do experimento no Geogebra, foi questionado aos participantes se consideravam a ferramenta como um recurso que deva fazer parte das disciplinas no ensino superior. Os resultados obtidos das respostas dos entrevistados foram listados na Figura 8.



Figura 8 – Uso do Geogebra como recurso tecnológico no ensino superior. (a) semestre 2020.2 e (b) semestre 2021.1.



Fonte: Autores.

Após a realização do experimento os entrevistados em sua grande maioria afirmaram que o uso do Geogebra poderia ser usado no ensino superior. Isso demonstra que os discentes entendem que ferramentas computacionais podem contribuir na aprendizagem mesmo tendo dificuldades no processo. Esse resultado estimula os envolvidos no estudo e a elaboração de novas propostas que possibilitem a aprendizagem de temas matemáticos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foi apresentado uma proposta didática para aprendizagem de séries de Fourier de maneira virtual utilizando o software Geogebra. Essa proposta foi idealizada e executada em dois períodos letivos no formato remoto durante o isolamento social imposto pela pandemia.

Para maioria dos entrevistados o experimento computacional vivenciado teve ótima aceitação (Figura 4), com a abordagem mão na massa utilizando as ferramentas de cálculo e visualização gráfica da teoria estudada, facilitando assim a compreensão do fenômeno e a correta interpretação dos resultados alcançados.

Cabe destacar, que mesmo havendo um impacto positivo na execução da proposta, uma parte dos discentes sentiram dificuldades. Isso sinaliza uma percepção entre boa e regular quanto ao seu nível de conhecimento na usabilidade dos recursos do Geogebra ao final do processo (Figura 8). Esse tipo de situação era previsto, uma vez que os entrevistados podem apresentar níveis distintos de interesse quanto ao software para solucionar problemas, evidenciando a necessidade de mais intervenções para sanar as lacunas de aprendizagem na utilização desse recurso.

Por fim, vale enfatizar que a maioria dos entrevistados (97,2% em 2020.2 e 100% em 2021.1) concordam com a utilização de recursos tecnológicos para sua aprendizagem, evidenciando que as atuais gerações de discentes tendem a compreender conceitos e fenômenos por meio da adoção de práticas que promovam o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), de maneira a melhorar a comunicação, o acesso e a produção de conhecimento, além da resolução de problemas, exercício da autonomia e protagonismo do estudante.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a todos os discentes e à coordenação do ciclo básico de engenharias da POLI-UPE pelo apoio nesta obra. Também agradecemos ao Programa de Fortalecimento Acadêmico PFA/UPE - 2021 pelo suporte financeiro para realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. G.; VAZ, D. A. P.; CRUVINEL, P. C. J.. Avaliação da Aprendizagem na Proposta de Investigação Matemática com o GeoGebra. **Conedu VI**, P. 3, 2019. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59374>. Acesso em: 01 maio 2022.

BOYCE, Willian E.; DIPRIMA, Richard C.. **Equações diferenciais elementares e problemas de valores de contorno**. 10. ed. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2017. p. 452-455.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G.. **Informática e Educação Matemática**. 6. ed. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2001. p. 29-36.

BRASIL. Associação Brasileira de Mantenedores de Ensino Superior. Portaria MEC nº 343, de 17 de março de 2020. **Disposição sobre a substituição das aulas presenciais por aulas em meios digitais enquanto durar a situação de pandemia do Novo Coronavírus - COVID-19**. Parágrafo 4, art 2º. Disponível em <<https://abmes.org.br/legislacoes/detalhe/3017/portaria-mec-n-343>> Acesso em: 27 out. 2021.

CESAR, Thiago C.; GOMES, Francisco J. Superando o Mito de Fasores e Séries de Fourier. In: XXXIII Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia, 2005, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjB87isjqD3AhW4uJUChRD50QFn0ECAIQAAQ&url=http%3A%2F%2Fwww.abenge.org.br%2Fcobenge%2Flegado%2Farquivos%2F14%2Fartigos%2FMG-9-06905125628-1118956387178.pdf&usg=AOvVaw0qrXZirjYx7WgMHPuTbfEO>. Acesso em 18 abr. 2022.

COSTA, Cláudio Pereira Da et al.. Geogebra e o ensino de números complexos: uma experiência ativa no contexto remoto utilizando os registros de representações semióticas. **E-book VII CONEDU 2021 - Vol 02**. 1. ed. Campina Grande: Realize Editora, 2022. p. 1542-1548

DA SILVA, Jaqueline Maria; JARDIM, Deborah Faragó; CARIUS, Ana Carolina. O ensino e a aprendizagem de conceitos de Cálculo usando modelos matemáticos e ferramentas tecnológicas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 35, n. 2, p. 71-72, 2017.

FIGUEIREDO, Djairo Guedes de. **Análise de Fourier e equações diferenciais parciais**. 4. ed. Rio de Janeiro: Editora IMPA, 2014. p. 2-5.

FIGUERÊDO, José Solenir Lima et al.. Uma Abordagem Didática Para Ensinar O Fenômeno De Aliasing Para Alunos De Graduação Em Engenharia Da Computação. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 41, p. 38-41, 2022.

FILHO, Ivan De Oliveira Holanda et al.. Aplicações e práticas do geogebra no ensino fundamental. In: VI CONEDU, 2019, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/59101>>. Acesso em: 01 maio 2022.

LEMOS DURÁN, Alberto. **Aplicação de células ultrassônicas para a caracterização de emulsões água em óleo**. 2021. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia de Controle e Automação Mecânica. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3152/tde-18012022-121232/pt-br.php>. Acesso em: 02 maio 2022.

LIEBAN, D. E.; MULLER, T. J.. Construção de Utilitários com o Software GeoGebra: Uma Proposta de Divulgação da Geometria Dinâmica entre Professores e Alunos. **Revista do Instituto GeoGebra Internacional de São Paulo**, p. 39 ,2012.

LIMA, Fernanda Soares. **Caracterização e análise de sinais obtidos pela vibração da pele do pescoço para avaliação da qualidade vocal**. 2022. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Elétrica. Instituto Federal da Paraíba, Paraíba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifpb.edu.br/xmlui/handle/177683/1928>. Acesso em: 02 maio 2022.

MUSIAU, P. M.; ALVES, G. P. R.; VANUCHI, V. C. F.. Metodologias Ativas no Ensino e Aprendizagem de Cálculo Diferencial e Integral. In: VII CONEDU, 2020, Campina Grande. **Anais**. Campina Grande. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/68878>. Acesso em: 01 maio 2022.

OLIVEIRA, Gabriele Bueno de et al. **Produção de Máscaras Faciais Sustentáveis de Hidrogel com Incorporação de Ácido Tânico: Pesquisa, Desenvolvimento e Estruturação de Planta-Piloto**. 2022. Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Engenharia Química. Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Paraná, 2022. Disponível em: <https://dspace.unila.edu.br/handle/123456789/6552;jsessionid=9D32A6FDE686979F99F10582114F61D7>. Acesso em: 02 maio 2022.

PEREIRA, Fulvy Antonella Venturi; VALENGA, Francine; COLOMBO, Kamila. Otimizando O Tempo Em Sala De Aula: Uso De Vídeos Como Estratégia De Sala De Aula Invertida Integrada A Outras Metodologias Ativas. **Revista de Ensino de Engenharia**, v. 39, p. 204-208, 2020.

SANTOS, Valdir Silva dos. **Análise de fenômenos periódicos como aplicação da trigonometria visando motivar seu aprendizado na Educação Básica**. 2021. Dissertação (Mestrado) – Curso de Matemática. Universidade de Brasília, Brasília, 2021. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/42832>. Acesso em: 03 maio 2022.

SOARES, Pedro Reis Costa; FORTES, Marcio Zamboti. Aplicação De Limitadores De Corrente Supercondutores Em Redes De Distribuição Na Presença De Correntes Harmônicas. **Revista Augustus**, v. 29, n. 56, p. 202-224, 2022.

TAVARES JÚNIOR, Luiz Gomes et al. **Aplicações da série de Fourier em análise de sinais elétricos**. 2020. Monografia – Curso Interdisciplinar Em Ciência E Tecnologia. Universidade Federal Rural Do Semi-Árido, Rio Grande do Norte, 2020. Disponível em: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwilo9>

D8uL3AhXoBbkGHXBBCJwQFnoECAIQAQ&url=https%3A%2F%2Frepositorio.ufersa.edu.br%2Fbitstream%2Fprefix%2F6158%2F1%2FLuizGTJ_MONO.pdf&usg=AOvVaw02YwE UJWwR2nfzM5gv3QkC. Acesso em: 02 maio 2022.

FOURIER SERIES LEARNING IN REMOTE EDUCATION USING GEOGEBRA SOFTWARE

Abstract: *In this article, the results of the research are presented due to the performance of a computational experiment in the Geogebra software by students of two semesters (2020.2 and 2021.1) of the course Complements of Mathematics (CM), of the basic cycle in the engineering courses of the Polytechnic School of Pernambuco (POLI), linked to the Benfica Campus of the University of Pernambuco (UPE). The proposal was based on the computational solution of the Fourier series so that the participants could investigate the use of computational resources to improve their understanding of mathematical topics. In the selected results, 86.1% of 2020.2 and 69.6% of 2021.1 the students agreed that they understood the Fourier series. About 36.1% in 2020.2 and 39.1% in 2021.1 said that Geogebra made it easier to understand both the algebraic part and the geometry. Finally, most students agree with the use of technological resources (97.2% in 2020.2 and 100% in 2021.1) for their learning.*

Keywords: *Fourier Series, Geogebra, Computational Experiment, Learning.*