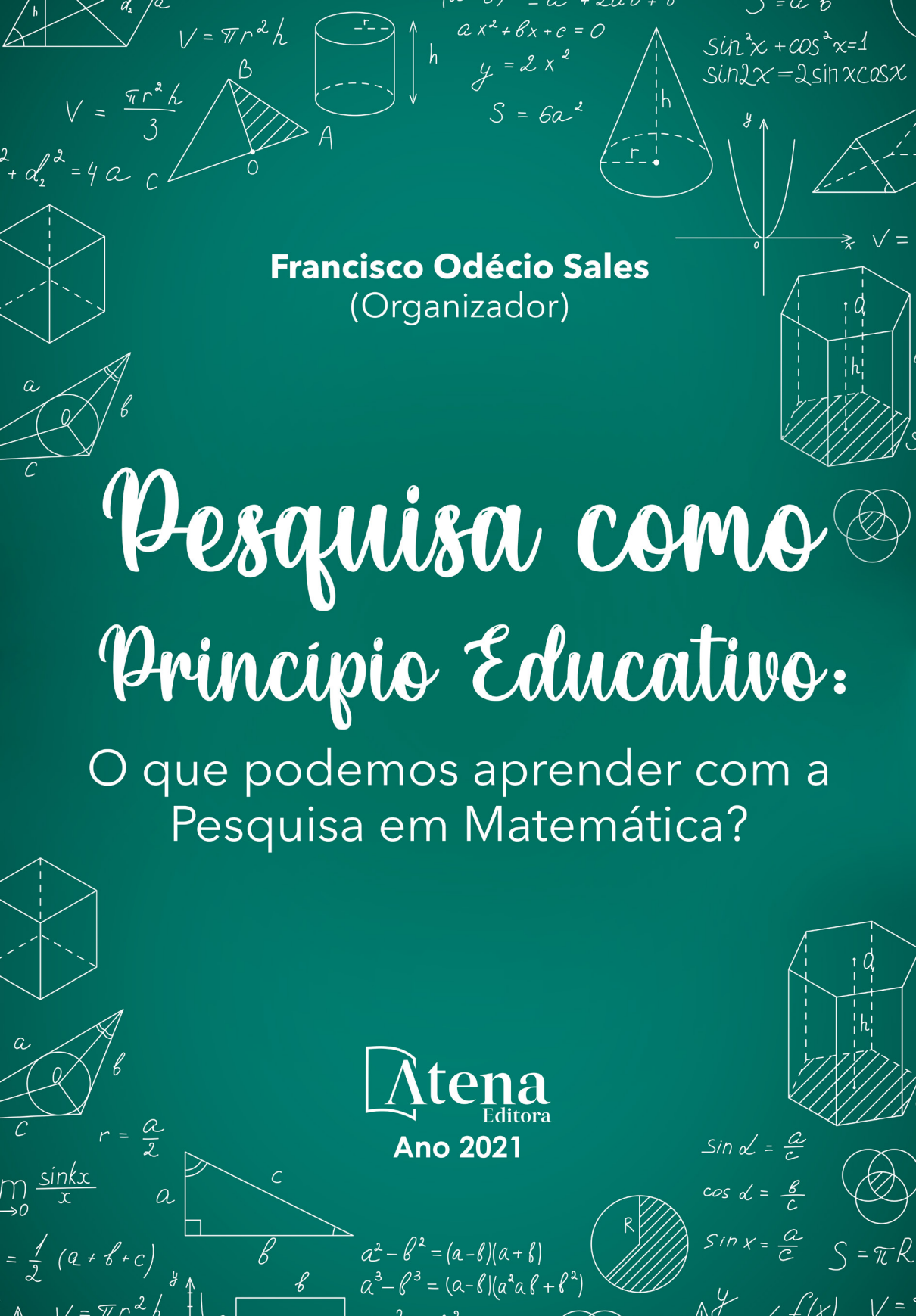


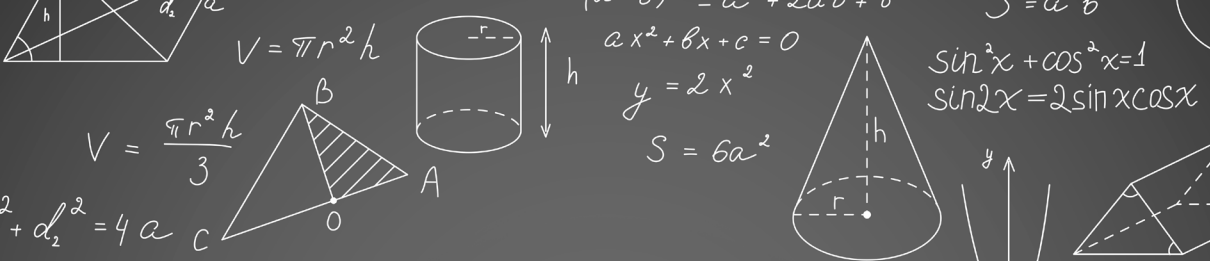
Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Pesquisa como Princípio Educativo:

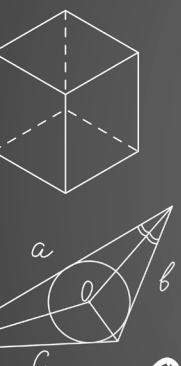
O que podemos aprender com a
Pesquisa em Matemática?

Atena
Editora
Ano 2021



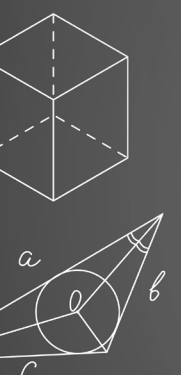


Francisco Odécio Sales
(Organizador)

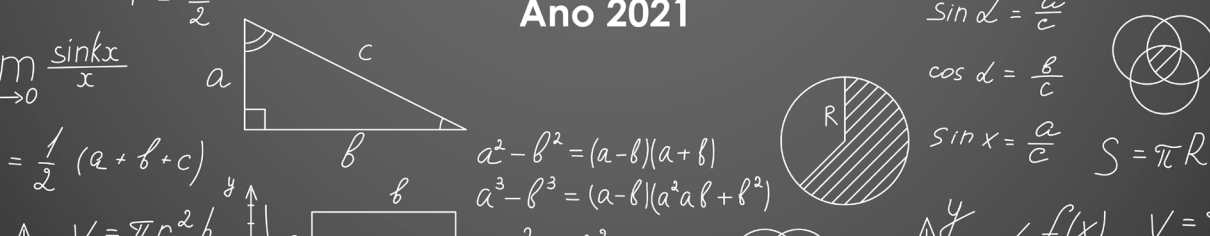
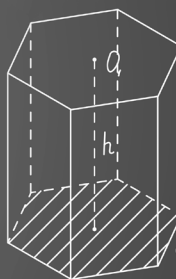


Pesquisa como Princípio Educativo:

O que podemos aprender com a
Pesquisa em Matemática?



Atena
Editora
Ano 2021



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2021 Os autores

Copyright da Edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande

Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Sidney Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Edna Alencar da Silva Rivera – Instituto Federal de São Paulo
Profª Drª Fernanda Tonelli – Instituto Federal de São Paulo,
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miraniide Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Profª Drª Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa

Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFGA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenología & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lúvia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos

Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Pesquisa como princípio educativo: o que podemos aprender com a pesquisa em matemática?

Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Luiza Alves Batista
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizador: Francisco Odécio Sales

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 Pesquisa como princípio educativo: o que podemos aprender com a pesquisa em matemática? / Organizador Francisco Odécio Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-007-7

DOI 10.22533/at.ed.077212804

1. Matemática. 2. Educação. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Título.

CDD 372.7

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa.

APRESENTAÇÃO

A Pandemia do novo coronavírus pegou a todos de surpresa. De repente, ainda no início de 2020, tivemos que mudar as nossas rotinas de vida e profissional e nos adaptar a um “novo normal”, onde o distanciamento social foi posto enquanto a principal medida para barrar o contágio da doença. As escolas e universidades, por exemplo, na mão do que era posto pelas autoridades de saúde, precisaram repensar as suas atividades. Da lida diária, no que tange as questões educacionais, e das dificuldades de inclusão de todos nesse “novo normal”, o contexto pandêmico começa a escancarar um cenário de destrato que já existia antes mesmo da pandemia. Como destacou Silva (2021), esse período pandêmico só desvelou, por exemplo, o quanto a educação no Brasil é uma reprodutora de Desigualdades.

E é nesse cenário de pandemia, movimentados por todas essas provocações que são postas, que os autores que participam dessa obra reúnem-se para organizar este livro. Apontar esse momento histórico vivido por todos é importante para destacar que temos demarcado elementos que podem implicar diretamente nos objetos de discussão dos textos e nos movimentos de escrita. Entender esse contexto é importante para o leitor. Esta obra reúne importantes trabalhos que tem como foco a Pesquisa em Matemática e seu processo de ensino e aprendizagem em salas de aula do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior em tempos de Pandemia da COVID 19.

A importância deste livro está na excelência e variedade de abordagens, recursos e discussões teóricas e metodológicas acerca da Pesquisa Matemática em diversos níveis de ensino, decorrentes das experiências e vivências de seus autores no âmbito de pesquisas e práticas. Ressaltamos a presença forte de artigos de Matemática Pura, em especial na área de Análise matemática e equações diferenciais.

Neste volume, concentra trabalhos que abordam sobre Análise Matemática, Matemática Aplicada, Matemática Computacional, formação inicial e continuada, currículo no ensino de matemática, estratégias de ensino para a educação básica, debates e reflexões essenciais para todo o processo educacional. Isto é, apresenta temas diversos e interessantes, de modo, a contribuir para o embasamento teórico e a prática pedagógica do professor que está em exercício ou não. Para os professores que estão em exercício, mais precisamente os professores que ensinam matemática, sem dúvida cada capítulo tem muito a contribuir para com sua prática de ensino, sendo possível conhecer numa dimensão geral ações curriculares acerca da educação básica e ensino superior, entre outros. Para os professores que não estão em exercício por está em processo formativo ou tentando uma vaga para adentrar no chão da sala de aula, os trabalhos apresentam discussões sobre temáticas contemporâneas que colaboram para ter uma compreensão panorâmica do cenário atual da educação, ou melhor, com produções sobre BNCC e as tecnologias

digitais, temáticas bastante mencionadas nos eventos nacionais e internacionais com pesquisadores de diferentes regiões e culturas. Por fim, que você possa se debruçar em cada capítulo e assim possa enriquecer seu aporte teórico e prática pedagógica. Desejo a todos os leitores, boas reflexões sobre os assuntos abordados, na expectativa de que essa coletânea contribua para suas pesquisas e práticas pedagógicas.

Francisco Odecio Sales

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

COTAS DO TIPO NORDHAUS-GADDUM PARA O NÚMERO DE ANIQUILAÇÃO

Guilherme Porto

Daniel Alejandro Jaume

Marco Puliti Lartigue

DOI 10.22533/at.ed.0772128041

CAPÍTULO 2..... 9

ESTUDO DE CONCEITOS MATEMÁTICOS INTRÍNSECOS na LEGISLAÇÃO DO IMPOSTO SOBRE VEÍCULOS AUTOMOTORES

Delfim Dias Bonfim

Carolyne Victória Lopes Barbosa

Wilmar Borges Leal Júnior

Virgílio Lourenço da Silva Neto

DOI 10.22533/at.ed.0772128042

CAPÍTULO 3..... 19

INTEGRANDO A MATEMÁTICA COM AS ABELHAS

Géssica Gonçalves Martins

Cláudia da Cunha Monte Oliveira

Guilherme Almeida Honorato

João Pedro de Aguiar e Matos

DOI 10.22533/at.ed.0772128043

CAPÍTULO 4..... 30

DESENVOLVIMENTO DE PROBLEMAS DE APLICAÇÃO EM ALIMENTOS PARA TÓPICOS DO CÁLCULO IV

Daniela de Almeida Carrea

Érik Eiji Nibe Moriyama

Jorge Lizardo Díaz Calle

DOI 10.22533/at.ed.0772128044

CAPÍTULO 5..... 42

REPRESENTAÇÕES DE PROFESSORES DO ENSINO FUNDAMENTAL NUM PROCESSO DE FORMAÇÃO CONTINUADA SOBRE CONTEÚDOS E METODOLOGIAS

Alice Venturini Oliveira

Lúcio Souza Fassarella

Géssica Gonçalves Martins

DOI 10.22533/at.ed.0772128045

CAPÍTULO 6..... 61

SOLUÇÃO DA EQUAÇÃO DE TRANSPORTE EM DOMÍNIO NÃO HOMOGÊNEO

Luana Lazzari

Esequia Sauter

Fábio Souto de Azevedo

DOI 10.22533/at.ed.0772128046

CAPÍTULO 7..... 72

PRESERVAÇÃO DA MEMÓRIA DO ENSINO DE MATEMÁTICA: ANÁLISE DO ACERVO BIBLIOGRÁFICO DO INSTITUTO DE EDUCAÇÃO FLORES DA CUNHA

Diane Catia Tomasi

DOI 10.22533/at.ed.0772128047

CAPÍTULO 8..... 82

UM HISTÓRICO DE PROPOSTAS PARA O ENSINO DE CÁLCULO

Guilherme Porto

Débora Marília Hauenstein

DOI 10.22533/at.ed.0772128048

CAPÍTULO 9..... 92

SOLUÇÃO NUMÉRICA DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS PARCIAIS PELO MÉTODO DAS DIFERENÇAS FINITAS USANDO PYTHON

Filipe Alexandre Moraes Eismann

Pedro Fellipe Martins Pires

Tiago Martinuzzi Buriol

DOI 10.22533/at.ed.0772128049

CAPÍTULO 10..... 101

UM TRATAMENTO DE CÔNICAS E QUÁDRICAS MEDIADO PELO GEOGEBRA

Francisco Odecio Sales

DOI 10.22533/at.ed.07721280410

CAPÍTULO 11..... 117

OBJETO EDUCATIVO ADAPTADO POTENCIALIZANDO O ENSINO-APRENDIZAGEM DE UMA ESTUDANTE CEGA EM MATEMÁTICA NO INSTITUTO FEDERAL DO ACRE – IFAC, CAMPUS XAPURI

Cristhiane de Souza Ferreira

Sérgio Luiz Pereira Nunes

Salete Maria Chalub Bandeira

DOI 10.22533/at.ed.07721280411

SOBRE O ORGANIZADOR..... 141

ÍNDICE REMISSIVO..... 142

CAPÍTULO 4

DESENVOLVIMENTO DE PROBLEMAS DE APLICAÇÃO EM ALIMENTOS PARA TÓPICOS DO CÁLCULO IV

Data de aceite: 20/04/2021

Data de submissão: 03/02/2021

Daniela de Almeida Carrea

Universidade de São Paulo
Pirassununga - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/3031569172239966>

Érik Eiji Nibe Moriyama

Universidade de São Paulo
Pirassununga - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/1991074093728509>

Jorge Lizardo Díaz Calle

Universidade de São Paulo
Pirassununga - São Paulo
<http://lattes.cnpq.br/2049910703027682>

RESUMO: A disciplina de Cálculo IV é composta por diferentes tópicos da matemática avançada, que são de extrema importância para a formação de engenheiros. Entretanto muitos estudantes de engenharia, em particular de alimentos, apresentam dificuldade em aprender Cálculo IV por não visualizar a aplicação da disciplina na prática. Através de pesquisas em bibliotecas digitais foram selecionados trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações da área de engenharia de alimentos e afins que utilizam dos tópicos de Cálculo IV em sua pesquisa. Pretendia-se elaborar problemas de aplicação em listas de exercícios, mas, o material encontrado permitiu desenvolver textos motivacionais em apostilas para cada tópico

da disciplina. Foram elaborados 41 apostilas motivacionais e problemas de aplicação que são disponibilizados na disciplina online com objetivo de motivar o estudo dos conceitos da matemática avançada.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino, matemática avançada, equações diferenciais parciais, Series de Fourier, Transformada de Laplace.

DEVELOPMENT OF APPLICATION PROBLEMS IN FOOD ENGINEERING FOR CALCULUS IV TOPICS

ABSTRACT: Calculus IV is a discipline composed by different topics of advanced mathematics, they are extremely important for the grounding of the engineers. However, many engineering students, particularly the area of food engineering, have difficulty to learning Calculus IV because they do not see the application of the discipline in practice. Through online scientific research in the digital libraries were selected: final papers, dissertations and theses that use the topics of Calculus IV to develop their research in the area of food engineering and other related engineering. It was intended to develop application problems in exercise lists, but the material found allowed the development of motivational texts in handouts for each topic of the discipline. Forty-one motivational handouts and application problems have been developed that are made available in the online discipline in order to motivate the study of advanced mathematics concepts.

KEYWORDS: Teaching, advanced mathematics, partial differential equations, Fourier series, Laplace transform.

1 | INTRODUÇÃO

A disciplina de cálculo IV é composta por diferentes tópicos, como as séries de potências, séries de Fourier, transformada de Laplace e equações diferenciais parciais. Todos estes tópicos são de extrema importância para a formação dos engenheiros, pois uma coisa capaz de diferenciar um engenheiro dos demais profissionais na área industrial é o conhecimento teórico e o domínio da ciência. Entretanto muitos estudantes de engenharia apresentam dificuldade em aprender cálculo IV por não visualizar a aplicação da disciplina na prática.

“Entender um fenômeno físico significa associá-lo a números”, William Thomson (Muniz,2011)

Através de pesquisa científica em trabalhos de conclusão de curso, teses e dissertações de graduandos e pós-graduandos, em bibliotecas digitais das principais universidades do país, que utilizam dos tópicos de cálculo IV na área de engenharia de alimentos e afins, foram desenvolvidos textos motivacionais em apostilas e enunciados de problemas em listas de exercícios de cada tópico da disciplina. Inicialmente, pretendia-se elaborar diversas listas de exercícios com os problemas estudados nas teses e dissertações, mas, dadas as interessantes aplicações encontradas nos documentos e sua complexidade, decidiu-se elaborar apostilas com textos motivacionais por tópico. A presente pesquisa visa motivar o estudo dos conceitos da matemática avançada e diminuir o número de reprovações e o abandono da matéria.

2 | OBJETIVO

Pesquisa aprofundada de situações problemas aplicados na área de engenharia, que utilizam os conceitos da matemática avançada em Séries de Potências, Séries de Fourier, Transformada de Laplace e Equações Diferenciais Parciais, para elaborar textos motivacionais e listas de exercícios aplicados na área de engenharia de alimentos.

3 | METODOLOGIA

Através de pesquisas científicas online nas bibliotecas digitais da USP, Unicamp e no google acadêmico, que abrange as demais faculdades estaduais e federais, foram selecionados: trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses que utilizam os tópicos de Cálculo IV para desenvolverem sua pesquisa. A partir dos problemas práticos a serem resolvidos nos documentos selecionados, elaborou-se um problema de aplicação na lista dedicada ao tópico, e caso o problema requeria conhecimentos ainda não estudados pelos alunos no semestre correspondente, elaborou-se uma apostila motivacional simples apresentando o problema selecionado complementando com informações e explicações

necessárias de forma a motivar o aprendizado do tópico em foco. Assim, foi relacionado os tópicos matemáticos a vários problemas de aplicação.

4 | DESENVOLVIMENTO

É importante trazer uma abordagem diferente para os alunos, pois gera interesse dos mesmos. Cada um dos exemplos abaixo foram selecionados entre os pesquisados para exemplificar o conteúdo. É preciso pensar sobre as possibilidades de cada exemplo e aplicá-las matematicamente. Cada trabalho citado é interessante para visualização da aplicação do tema em um problema real da engenharia.

Para as Séries de Potências foi desenvolvido a revisão com o conceito deste tema, através da monografia de pós graduação em matemática realizado por Valéria M. Lima em 2011 (Universidade Tecnológica Federal do Paraná), que traz uma abordagem didática das Séries de Potências, como os exemplos: O Paradoxo de Zenão, que considera a partição infinita do tempo e espaço, supondo intuitivamente que a soma de infinitos intervalos de tempo é infinita. E O tapete de Sierpinski que é um fractal construído pela remoção do sub-quadrado central de um quadrado de lado 1 dividido em nove sub-quadrados, e segue removendo os sub-quadrados centrais dos outros sub-quadrados menores que permaneceram, e assim sucessivamente.

Após está revisão, foram pesquisados trabalhos que utilizam as Séries de Potências para resolução de equações diferenciais, como a dissertação de mestrado da área de Engenharia Mecânica, que demonstra o cálculo de escoamento de fluidos de alta viscosidade, como óleos, para tratar o problema da estabilidade inicial de um filme líquido escoando em um plano inclinado desenvolvido por Bruno P. Chimetta em 2016 pela Unicamp. Outro trabalho pesquisado para compor Séries de Potências é o artigo “O Uso de Equações Diferenciais Ordinárias no Cálculo de Escoamento de Água”, realizado por Rodrigo Stahl Marian et al., graduandos de engenharia pela Universidade Regional Integrada, Rio Grande do Sul, que utiliza as equações diferenciais ordinárias (EDO) para determinar o tempo necessário para o escoamento de água até o ponto em que ocorra o religamento automático de uma bomba de enchimento em caixa da água.

Nas Series de Fourier obteve-se grande interesse durante a pesquisa por poder visualizar a aplicação delas de uma forma bem diferente a normalmente visualizada em sala de aula. Um artigo aplicado na área de Agricultura e Alimentos escrito por Luiz G. De Carvalho et. al. do ano de 2005, visa a previsão de produtividade da cultura de café no estado de Minas Gerais, utilizando a análise harmônica da Série de Fourier, submetendo os coeficientes extraídos a regressão linear múltipla nos três primeiros componentes principais para produção do café. O modelo apresentou erros nas estimativas, e mostra a complexidade de modelagem de previsão de safras para a cultura do café.

Foi encontrada outra pesquisa referente a previsão, porém referente a demanda de água numa empresa de abastecimento, para isso é utilizado as series temporais. O modelo proposto utiliza os dados da demanda de água de no mínimo uma semana, ajusta-se numa equação harmônica, e extrapola essa série resultante para o futuro, como um previsor, de forma complexa adaptando em uma série de Fourier.

Outra forma de aplicação encontrada foi na área de estatística para comparar duas populações distintas, utilizando a estimação bayesiana de densidades por séries de Fourier, desenvolvido por Marco H. A. Inacio em 2017 pela USP-São Carlos.

A Transformada de Laplace é muito utilizada na área de alimentos, principalmente na área de resfriamento, trocador de calor e circuitos elétricos. Numa tese de doutorado realizado na Poli-USP, desenvolvida por Bruno R. Kawano em 2019, mostrou o problema do transporte de alimentos nos caminhões refrigerados na hora de abrir as portas do veículo durante o transporte/entrega, para isso foi proposto uma estratégia de pré-resfriamento como forma de atenuar o efeito da carga térmica, por meio de uma simulação do controle de temperatura via controlador PID(proporcional-integral-derivativo) aliado à estratégia de pré-resfriamento. A dissertação de mestrado realizado na ESALQ-USP por Douglas L. Reis em 2018 propõe um protótipo de válvula de vapor para reduzir os microrganismos no processo da cana de açúcar. Para isto utiliza-se uma função de transferência, definida como a relação de uma variável de saída com uma variável de entrada. O modelo matemático é obtido através de uma equação diferencial linear e invariante no tempo, que costuma ser expressa por transformada de Laplace.

Outra pesquisa de mestrado muito interessante foi realizada na EESC-USP e desenvolvida por Paulo R. O. Lasso em 2003, traz o problema da qualidade de vegetais após a colheita. Como uma alternativa para resolver o problema desenvolveram a técnica de *hidro-conservação* (produtos embalados, mantidos imersos em meio aquoso) para garantir a temperatura ideal para cada alimento e conservá-lo de maneira adequada. Para o funcionamento adequado dessa técnica foi necessário o conhecimento dos circuitos elétricos (que podem ser trabalhados através da transformada de Laplace), pois é preciso controlar a modelagem do sistema de controle de temperatura.

5 | RESULTADOS

A aplicação da pesquisa possibilitou identificar problemas de aplicação utilizados por graduandos e pós-graduandos ao finalizar seus estudos. A partir desses problemas foram elaborados 35 textos motivacionais que servirão para contextualizar a introdução de cada tópico da disciplina. Também foram elaborados 6 problemas de exercícios para compor as listas.

	Alimentos	Outros	Total
Séries de Fourier	1	4	5
Séries de Potências	3	4	7
Transformada de Laplace	6	0	6
Equação de Laplace	1	6	7
Equação de Calor	9	0	9
Equação de Onda	0	7	7
Total	20	21	41

Tabela 1: Aplicações dos exercícios e textos motivacionais

Fonte: Autoria própria.

Desses 41 resultados, 20 correspondem a área de engenharia de alimentos, e os outros 21 são referentes as outras engenharias. Para gerar os documentos, extraiu-se todo conceito e problemática de cada pesquisa. Os documentos gerados estão na Tabela 1.

A partir da pesquisa, pode-se dizer que os temas Séries de Potências e Séries de Fourier são temas pouco utilizados comparado a Transformada de Laplace e Equações de Calor na área de Engenharia de Alimentos. Para Equação de Ondas e de Equação de Laplace houve grande dificuldades em encontrar trabalhos que fossem relacionados à Alimentos.

O tema, Séries de Potências, foi o que mais gerou exercícios com funções que podem ser utilizadas com os alunos. Nas séries de Fourier e Transformada de Laplace não é viável utilizar as funções dos trabalhos com os alunos por serem muito complexas.

5.1 Exemplos resumidos de texto motivacional

Serie de Fourier

I. Análise comparativa dos modelos kNN-TSP e Série de Fourier para previsão de demanda horária para abastecimento de água

Introdução

Zahed (1990) desenvolveu e aplicou dois modelos de previsão de demanda na operação horária de parte do Sistema Adutor Metropolitano de São Paulo baseados no modelo de Perry (1981) ...

...

Metodologia

O modelo proposto por Zahed (1990) é baseado na série de Fourier e prevê coeficientes harmônicos atualizados na base diária, com ciclos ...

...

Aplicação

Uma empresa de abastecimento de água precisa de uma previsão de demanda para

gerenciar a capacidade dos reservatórios e dos sistemas de distribuição, além de auxiliar no planejamento de investimentos dos referidos sistemas. A fim de prever a demanda de água a ser abastecida durante o mês, a empresa hídrica solicitou a seu engenheiro que através de equações matemáticas (series temporais) conseguisse uma previsão para a demanda de água. Um engenheiro propôs um modelo para prever a demanda semanal de abastecimento de água baseado na Série de Fourier. Para utilizar tal modelo foi necessário dados de uma semana para realizar a previsão da demanda e consiste em ajustar uma equação harmônica a uma série de dados observados e extrapolar essa série para o futuro, como um previsor, adaptando em uma série de Fourier, entretanto a adaptação da série para a função de consumo pode ser complexa (Odan et al,2009).

Transformada de Laplace

I. Aplicação da transformada de Laplace para o problema do transiente térmico em multicamadas

Introdução

Uma das formas da utilização do frio na conservação de alimentos é a refrigeração. Na indústria, a refrigeração é utilizada em vários processos de transformação relacionados com o ramo alimentar, químico, ...

...

Metodologia

A pesquisa iniciou-se com estudo da condução do calor para barras homogêneas em que os diferentes materiais foram colocados em contato, lado a lado com o intuito de formar uma única barra composta ...

...

Aplicação

As câmaras frias são ambientes climatizados utilizados na conservação de alimentos. Em geral, uma câmara fria é composta de uma camada de alvenaria com emboço (parede externa). A condução de calor pode ser definida como a transferência de energia térmica de uma parte de um corpo com temperatura mais elevada para outra parte do mesmo corpo a uma temperatura mais baixa. A transformada de Laplace é amplamente utilizada como uma técnica analítica na condução do calor transiente. A aproximação de derivadas finitas é um dos métodos mais antigos para resolver equações diferenciais parciais, utilizando o método da Transformada de Laplace para solucionar o problema aplicada a equação do calor para obter a solução em que envolvem condução de calor em uma barra unidimensional compostas por diferentes materiais (Alves,2017). Vide Figura 1.

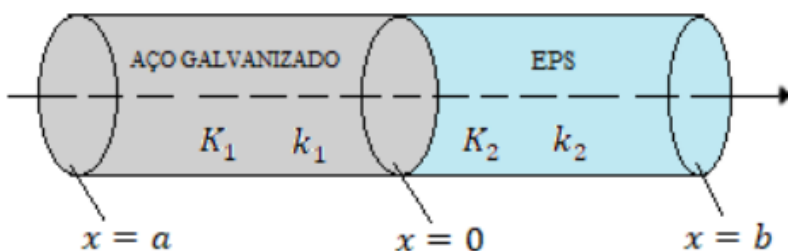


Figura 1: Barra composta por dois materiais com propriedades térmicas de ordens de grandezas diferentes.

Fonte: Aplicação da transformada de Laplace para o problema do transiente térmico em multicamadas.

Série de Potência

I. Uso de equações diferenciais ordinárias no cálculo de escoamento de água

Introdução

Dentro das engenharias, existem situações em que se deseja descrever ou modelar matematicamente algumas situações. As equações diferenciais surgiram a partir dessa necessidade, elas ajudam a descrever

...

Metodologia

Para se chegar a uma equação diferencial ordinária para o cálculo do problema descrito acima, partiu-se do Teorema de Torricelli ...

...

Aplicação

Utilizando a equação diferencial ordinária, é possível determinar o tempo necessário para o escoamento de água até o ponto em que ocorra o religamento automático de uma bomba de enchimento em caixa d'água, considere o PVI (problema de calor inicial) $V=20.000$ (capacidade do reservatório em m^3) e $t=0s$ (pois o volume máximo do reservatório se dá no tempo $0s$) (Maniani, et al). Vide Figura 2.

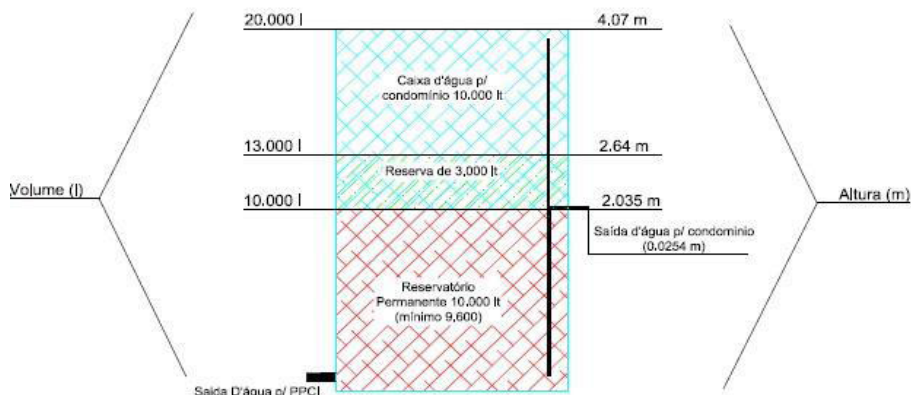


Figura 2 : Reservatório de água

Fonte: Artigo: O uso de EDO no cálculo de escoamento de água (MANIANI, S)

5.2 Exemplos de Problemas de Aplicação em Lista de Exercício

Série de Potência

I. O Carpete de Sierpinski¹ é construído pela remoção do subquadrado central de um quadrado de lado 1 dividido em nove subquadrado. A etapa seguinte consiste em remover os subquadrado centrais dos oito quadrados menores que permaneceram, e assim sucessivamente.

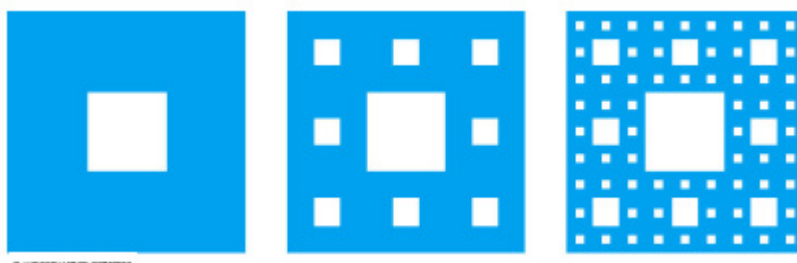


Figura 3 -Carpete de Sierpinski

Fonte: (STEWART,2007)

A Figura 3 apresenta as três primeiras etapas da construção do carpete. (Lima,2011)

a. Qual a série que representa este problema?

...

Transformada de Laplace:

II. Em um mercado, o responsável pelo setor de alimentos frescos solicitou a técnica de *hidro conservação* em suas encomendas. Para realizar a nova técnica é preciso ter conhecimento em circuitos elétricos, pois é preciso controlar a modelagem do sistema de controle de temperatura (semelhante ao da carga de um capacitor em um circuito elétrico).

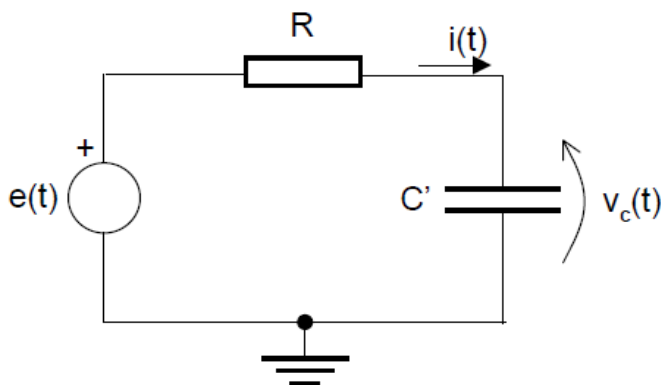


Figura 4: Circuito elétrico RC

Fonte: Lasso,2013

$$\text{Função: } e(t) = RC' \frac{dv_c(t)}{dt} + v_c(t)$$

No circuito: $e(t)$ é a tensão da fonte de tensão, R é a resistência elétrica do circuito, C' é a capacitância do capacitor, $v_c(t)$ é a tensão entre as placas do capacitor e $i(t)$ é a corrente no circuito (Lasso,2003). Dados os valores correspondentes pelo professor, resolva o circuito elétrico utilizando a transformada de Laplace.

6 | CONCLUSÃO

Com a pesquisa foi possível relacionar os temas de cálculo com aplicações estudadas na elaboração de trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses na área da engenharia.

Houve dificuldade para achar alguns tópicos aplicados em engenharia de alimentos, porém relacionou-se os mesmos nas engenharias em geral, sendo possível entender o motivo desta disciplina ser importante para a formação de um engenheiro.

Na transformada de Laplace e equação de calor há mais trabalhos relacionados a engenharia de alimentos que os demais tópicos.

Com as aplicações identificadas espera-se que os alunos matriculados na disciplina Cálculo IV interajam em discussões e análises nas aulas, utilizem as apostilas e listas para estudarem de forma interativa, e aumente o interesse nos tópicos reduzindo o número de reprovações.

AGRADECIMENTO

Os autores agradecem à “Universidade de São Paulo” pelas bolsas do “PROGRAMA UNIFICADO DE BOLSAS DE ESTUDO PARA APOIO E FORMAÇÃO DE ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO (PUB-USP)”

REFERÊNCIAS

1. ALVES, C. **Aplicação da transformada de Laplace para o problema do transiente térmico em multicamadas**. TCC, 32f-Universidade Federal da Fronteira Sul, Engenharia de Alimentos, Laranjeiras do Sul, PR, 2017.
2. BOYCE, W., DIPRIMA, R. **Equações Diferenciais Elementares e Problemas de Valores de Contorno**. LTC Editora, Rio de Janeiro. 2002.
3. CARVALHO, L. G. et al. **Aplicação da análise harmônica por séries de Fourier para a previsão de produtividade da cultura do café no Estado de Minas Gerais**. Eng. Agríc., Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 732-741, 2005
4. CLAUDIA, A. N. A.; GUEDES, E. **Estudo teórico e experimental em escala reduzida de uma barreira vertical de alta permeabilidade para encapsulamento de áreas contaminadas em aquíferos**. 2018.
5. DETMANN, E. et al. **Variáveis ruminais avaliadas por meio de funções matemáticas contínuas**. Pesq. agropec. bras., Brasília, v. 42, n. 11, p.1651-1657, 2007.
6. DURRER, A. J. P. **Análise do Campo Magnético de um Motor de Ímã Permanente no Rotor Utilizando o Método dos Elementos Finitos Análise do Campo Magnético de um Motor de Ímã Permanente no Rotor Utilizando o Método dos Elementos Finitos**. 2007.
7. GODOY, S. M. **Eficiência térmica de trocadores de calor compactos através de simulação numérica**. Dissertação – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
8. GOMES, G. H.; LOPES, C. M. C.; NIETO, S. DOS S. **Cálculo Zero: Uma Experiência Pedagógica com Calouros nos Cursos de Engenharia**. Cobenge, n. February, 2005.
9. GUTIERREZ, C. G. C. **Distribuição do tempo de residência em processo de pasteurização com trocador de calor a placas / - São Paulo, 2008. 97 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da USP, 2008.**
10. HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **Systems of Units Some Important Conversion Factors**.
11. INACIO, M. H. DE A. **Comparação de duas populações utilizando estimação bayesiana de densidade por séries de Fourier**. 56 p. Mater dissertation (Master student joint Graduate Program in Statistics Des-UFSCar/ICMC-USP) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, Universidade de São Paulo, São Carlos- SP, 2017.

12. KAWANO, R. B. **Proposta de estratégia de controle de temperatura baseada em pré-resfriamento de produtos agrícolas perecíveis no transporte refrigerado rodoviário.** Tese (Doutorado)-Escola Politécnica da Universidade de São Paulo,2019.
13. KNIRSCH, M. C. **Construção de sistema de aquecimento ôhmico e verificação comparativa do comportamento da proteína verde fluorescente e da bacteriocina nisina quando sob aquecimento convencional e ôhmico.** p. 77, 2010.
14. LASSO, P. R. O. **Uma nova técnica para conservação de alimentos frescos baseada em instrumentação eletroeletrônica automatizada.** Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2003.
15. LIMA, V. M. **Power Series: Theoretical Aspects and Applications.** 66 f. Monografia – Programa de Pós-graduação em Matemática, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2011.
16. MACAMBIRA, I., ATHAYDE, L. **Reprovação na disciplina cálculo nos cursos de engenharia: Análise de dados e métodos minimizadores.** COBENGE 2014.
17. MANIANI, S. et al. **O uso de equações diferenciais ordinárias no cálculo de escoamento de água.** Engenharia Civil. Universidade Frederico Westphalen, SC.
18. ODAN, F. K., et al. **Análise comparativa dos modelos kNN-TSP e Série de Fourier para previsão de demanda horária para abastecimento de água.** XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos.
19. PELISSON, C, B. **Soluções assintótica e numérica da equação de Orr-Sommerfeld para ondas de superfície em um plano inclinado.** 114p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2016.
20. PEREIRA, R. F. R. **Estimação de parâmetros de linhas de transmissão por meio de técnicas de identificação de sistemas.** 170 p. Dissertação de mestrado – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, 2019.
21. REIS, D. L. **Desenvolvimento de trocador de calor de contato direto equipado com sistema microcontrolado para tratamento térmico de mosto na indústria sucroenergética.** Dissertação de Mestrado 77 p - / Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba - USP 2019
22. RODRIGUES, J. F., et. al. **Aplicação de Série de Potência para solução de problema em engenharia elétrica.** 9th Brazilian Conference on Dynamics Control and Their Applications, 435–440. Serra Negra-SP,2010.
23. SOARES, J. D. O. **Soares Controle Digital Através de Dispositivo FPGA Aplicado a um Retificador Trifásico Híbrido Operando com Modulação por Histerese Variável.** “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Engenharia - Campus de Ilha Solteira Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica Laboratório de Eletrônica de Potência, 2008.
24. STEWART, J. **Cálculo.** 5. ed. São Paulo: Thomsom Learning, 2007.

25. VIEIRA, M.K. et al. **Comparativo entre os métodos numéricos de Euler e Jeun na resolução de equações diferenciais ordinárias de primeira ordem provenientes de aplicação na engenharia química.** Trabalho de conclusão de curso, UFERSA, Mossoró - RN. 2018.

26. VILANI, M. T.; SANCHES, L. **Análise de Fourier e Wavelets aplicada à temperatura do ar em diferentes tipologias de ocupação.** Rev. bras. eng. agríc. ambient., Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1340-1346, dez.2013.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Abelhas 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28

Acervo Bibliográfico 72, 73, 77, 79

Análise Combinatória 9, 15, 18

Análise de Documentos 72

C

Cálculo Diferencial e Integral 82, 83, 84, 85, 86, 90, 91, 141

D

Domínio não Homogêneo 61, 62, 63, 65, 70

E

Educação Matemática 29, 42, 52, 73, 83, 84, 90, 91, 115, 116, 117, 120, 122, 136, 141

Ensino 9, 10, 11, 17, 19, 20, 21, 27, 29, 30, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 72, 73, 75, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 101, 102, 103, 104, 115, 116, 117, 118, 119, 121, 122, 126, 135, 136, 137, 138, 139, 141

Ensino de Matemática 42, 50, 72, 73, 80, 117, 119, 141

Ensino Fundamental 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50, 59, 60, 115, 141

Equação do Transporte 61

Equações Diferenciais 30, 31, 32, 35, 36, 39, 40, 41, 92, 93, 94, 99, 141

Equações Diferenciais Parciais 30, 31, 35, 92, 93, 94

Estudo de Caso Etnográfico 42, 45, 48, 49

F

Foco na Atenção 117, 119, 122

Função Afim 9, 10, 11, 13, 14, 15, 17

G

Geogebra 88, 90, 101, 103, 104, 105, 106, 115

I

Índices de Reprovação 82, 83, 84

IPVA 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18

M

Matemática 9, 10, 11, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 40, 42, 43, 44, 45,

47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 58, 59, 60, 61, 62, 72, 73, 75, 79, 80, 83, 84, 86, 87, 89, 90, 91, 92, 102, 103, 105, 106, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 126, 134, 135, 136, 138, 139, 141

Matemática Avançada 30, 31

Materiais Didáticos Adaptados 117, 118, 119, 120, 121, 133, 136, 138

Memória Institucional 72, 73, 77, 78, 79

Método das Diferenças Finitas 92, 93, 94

Método de Nyström 61, 62, 63, 64, 70

Métodos Numéricos 41, 92, 93, 100

Mudança de Variável 61, 63

N

Número de Aniquilação 1, 2, 3, 4, 5, 6

P

Problema de Nordhaus-Gaddum 1, 2, 3, 4, 5

Problemas Extremais 1

Produção Animal 19, 20, 27

Propriedade do Intervalo 1, 3, 4, 5

Python 92, 93, 97, 100

R

Reforma Curricular 82, 86

S

Sequências e Funções 19, 20

Series de Fourier 30, 32

T

Taxa de Crescimento 9, 10, 11, 16, 17

Transformada de Laplace 30, 31, 33, 34, 35, 36, 38, 39

U

Uso de Tecnologias 82, 89, 103

