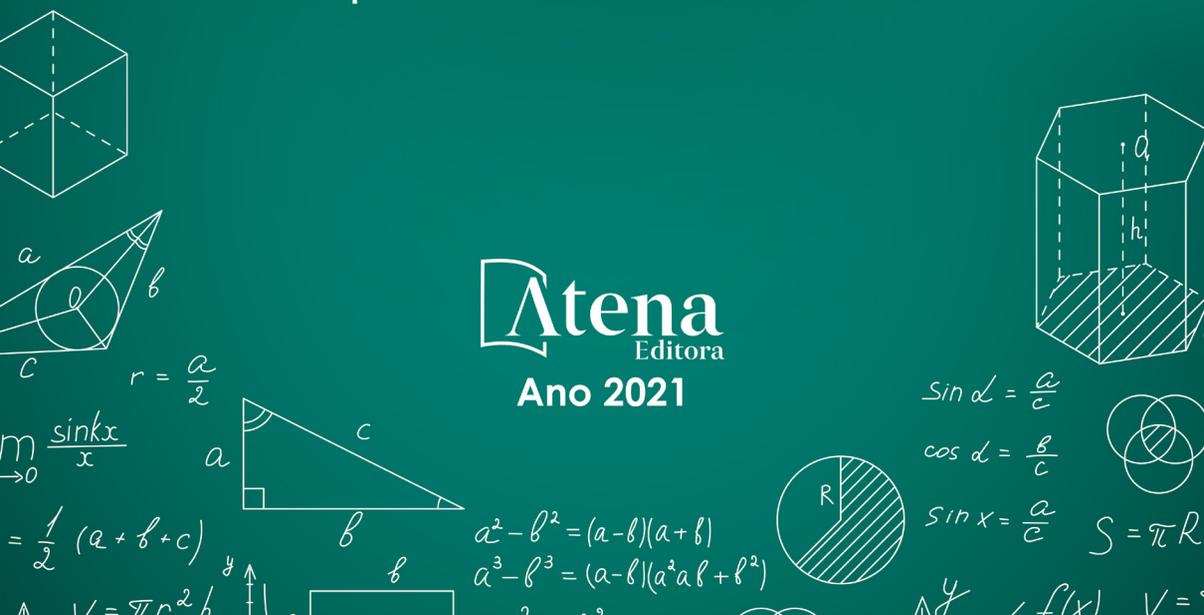
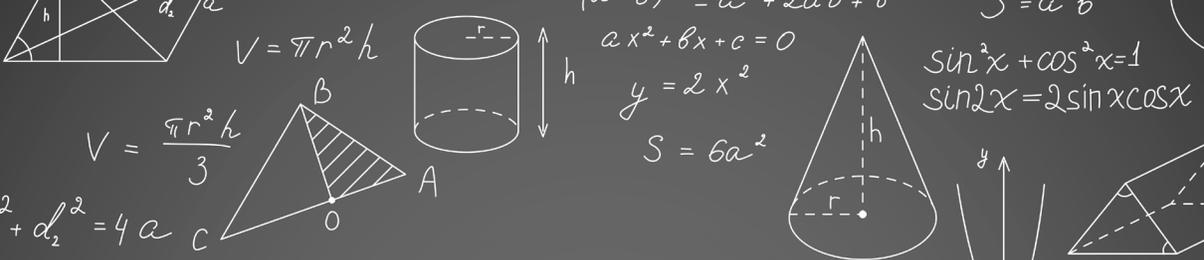


Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Pesquisa como Princípio Educativo:

O que podemos aprender com a Pesquisa em Matemática?

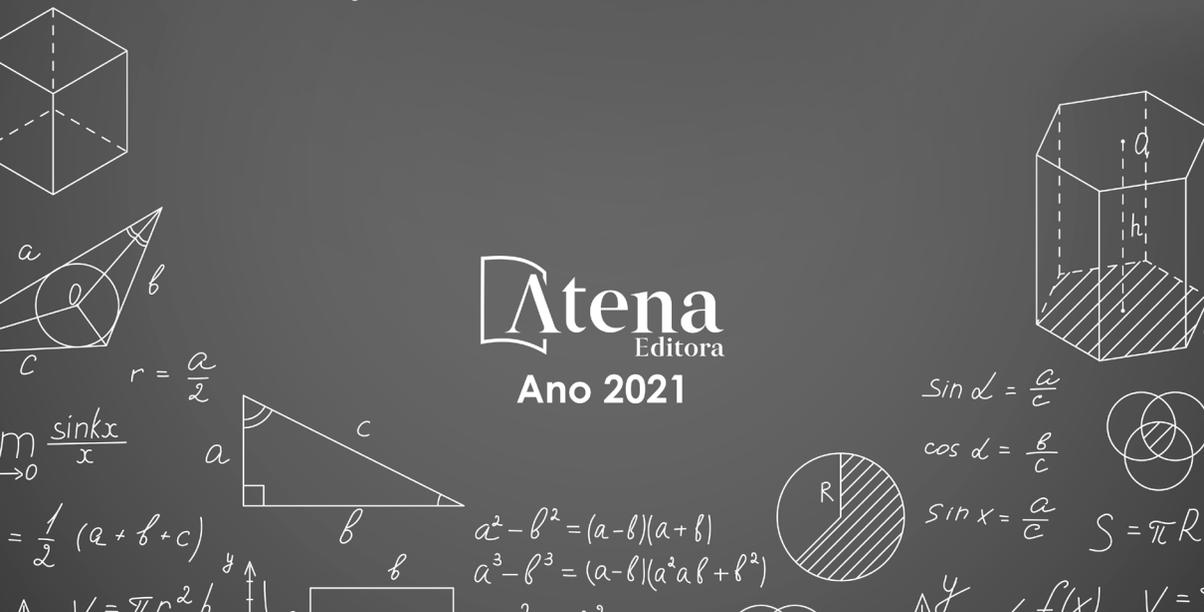




Francisco Odécio Sales
(Organizador)

Pesquisa como Princípio Educativo:

O que podemos aprender com a
Pesquisa em Matemática?



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 vida 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

Salette Maria Chalub Bandeira

DOI 10.22533/at.ed.07721280411

SOBRE O ORGANIZADOR..... 141

ÍNDICE REMISSIVO..... 142

COTAS DO TIPO NORDHAUS-GADDUM PARA O NÚMERO DE ANIQUILAÇÃO

Data de aceite: 20/04/2021

Data de submissão: 29/01/2021

Guilherme Porto

Instituto Federal Farroupilha, *Campus* São Borja
São Borja – Rio Grande do Sul
<http://lattes.cnpq.br/5735653099270140>

Daniel Alejandro Jaume

UNSL, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
San Luis – San Luis – Argentina
<https://orcid.org/0000-0001-5412-1105>

Marco Puliti Lartigue

UNSL, Facultad de Ciencias Físico Matemáticas y Naturales
San Luis – San Luis – Argentina
<https://orcid.org/0000-0002-8601-6905>

RESUMO: Seja G um grafo com n vértices e G^c seu complemento. O número de aniquilação de G , denotado por $a(G)$, é o maior número inteiro k tal que a soma dos k menores graus de G não ultrapassa seu número de arestas. Esse invariante é usado como cota superior para o número de independência do grafo. Neste trabalho, apresentamos as seguintes cotas para o número de aniquilação e seu problema de Nordhaus-Gaddum

$$\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \leq a(G) \leq n$$
$$2 \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \leq a(G) + a(G^c) \leq n + \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor.$$

Também investigamos o comportamento extremal desses invariantes e mostramos que satisfazem a propriedade do intervalo. Além disso, caracterizamos alguns grafos extremais, garantindo que as cotas obtidas são as melhores possíveis.

PALAVRAS-CHAVE: Número de Aniquilação, Problema de Nordhaus-Gaddum, Propriedade do Intervalo, Problemas Extremais.

SHARP BOUNDS FOR THE ANNIHILATION NUMBER OF THE NORDHAUS-GADDUM TYPE

ABSTRACT: Let G be a graph with n vertices and G^c be its complement. The Annihilation number of G , denoted by $a(G)$, is the largest integer k such that the sum of k smallest degrees of G is at most the number of edges. This invariant is a sharp upper bound for the independence number. In this work, we present the following bounds and Nordhaus-Gaddum type inequalities for the Annihilation number

$$\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \leq a(G) \leq n$$
$$2 \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \leq a(G) + a(G^c) \leq n + \left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor.$$

We also investigate the extremal behavior of the invariant and showed that both parameters satisfy the interval property. In addition, we characterize some extremal graphs, ensuring that the bounds obtained are the best possible.

KEYWORDS: Annihilation number, Nordhaus-Gaddum problem, Interval property, Extremal problems.

1 | INTRODUÇÃO

O número de independência de um grafo é a cardinalidade máxima de um conjunto independente de vértices. Nem sempre é possível determinar o número de independência de um grafo em tempo polinomial, uma vez que este é um problema NP-difícil (GAREY; JOHNSON, 1990), e por esta razão a aproximação deste invariante por meio de cotas representa um tópico de pesquisa relevante e amplamente estudado (RAD; SHARIFI, 2017; GRIGGS, 1983).

O número de aniquilação de um grafo G , denotado por $\alpha(G)$, é uma cota superior para o número de independência que pode ser calculado em tempo polinomial. Ele foi originalmente definido por R. Pepper (2004) por meio do processo de redução da sequência de graus que está associado ao método desenvolvido por Havel (1955) e Hakimi (1962) para determinar quando uma sequência de números inteiros não negativos pode representar a sequência de graus de um grafo (GRIGGS; KLEITMAN, 1994).

O número de aniquilação e o número de independência são usados para investigar a relação entre a reatividade de uma molécula orgânica, representada por um grafo, e seu número de independência. A pesquisa indica que, para um número fixo de vértices, as moléculas com menor número de independência são geralmente menos reativas do que as moléculas com maior número de independência. Na química orgânica, este estudo é conhecido como hipótese da independência-estabilidade e foi originalmente desenvolvida por S. Fajtlowicz (2003) e estudada por R. Pepper (2004).

Em 1956, E. Nordhaus e J. Gaddum (1956) apresentaram cotas para a soma e o produto do número cromático de um grafo com o de seu complemento em termos da ordem do grafo. Desde então, o problema de Nordhaus-Gaddum consiste em investigar cotas para expressões da seguinte forma:

$$p(G) + p(G^c) \text{ e } p(G)p(G^c)$$

onde $p(G)$ é um invariante de grafo. Em geral, essas desigualdades são elegantes pois revelam valores extremos do parâmetro para o grafo e seu complemento. Por outro lado, podem ser difíceis de serem obtidas.

M. Aouchiche e P. Hansen (2013) organizaram as desigualdades do tipo Nordhaus-Gaddum para diversos invariantes, inclusive para invariantes cujas definições dependem das cardinalidades de subconjuntos específicos do grafo, como o número de independência, o número de dominação, o número romano de dominação, número de dominação total, entre outros. A relação entre esses parâmetros de dominação e o número de aniquilação foi estudada por vários autores (DEHGARDI; NOROUZIAN; SHEIKHOESLAMI, 2013; KHOEILAR et al., 2018; DELAVIÑA et al., 2010; DESORMEAUX; HAYNES; HENNING, 2013; NING; LU; WANG, 2019; DEHGARDI; SHEIKHOESLAMI; KHODKAR, 2013; DESORMEAUX et al., 2014; YUE et al., 2020), estabelecendo uma valiosa conexão com as desigualdades do tipo Nordhaus-Gaddum.

Dizemos que um parâmetro de grafo satisfaz a propriedade do intervalo quando para cada valor inteiro em um intervalo existe pelo menos um grafo que faz o parâmetro assumir esse valor. A propriedade do intervalo foi estudada recentemente em (BOCK; RAUTENBACH, 2019; KURNOSOV, 2020; JAUME; PASTINE; SCHVÖLLNER, 2020) e generaliza o comportamento de um parâmetro em um intervalo, tornando-se um tópico de pesquisa relevante.

Neste trabalho, apresentamos cotas para o número de aniquilação e uma solução para seu problema de Nordhaus-Gaddum associado, além disso, garantimos que as desigualdades obtidas são as melhores possíveis. Por fim, usando as desigualdades obtidas, estabelecemos os intervalos de definição de ambos os parâmetros e, como consequência, provamos que satisfazem a propriedade do intervalo.

O restante do trabalho está organizado como segue. Na próxima seção, apresentamos as notações e resultados preliminares que serão utilizados. A seção 3 é dedicada aos resultados obtidos, sendo dividida em subseções que abordam separadamente os resultados para o número de aniquilação e os resultados para o problema Nordhaus-Gaddum. Por fim, apresentamos nossas conclusões, agradecimentos e as referências utilizadas.n

2 | NOTAÇÕES E PRELIMINARES

Nesse trabalho, vamos considerar que $G = (V(G), E(G))$ é um grafo simples de ordem $n = |V(G)|$ e tamanho $e(G)$, onde $V(G)$ é o conjunto dos vértices e $E(G)$ é o conjunto das arestas de G . Denotamos por K_n e S_n o grafo completo e o grafo estrela com n vértices, respectivamente. Além disso, chamamos de grafo vazio o grafo que não possui arestas.

O complemento de G , denotado por G^c , é o grafo com $V(G^c) = V(G)$ e $E(G^c) = E(K_n) - E(G)$, ou seja, é o grafo que possui o mesmo conjunto de vértices que G e tal que dois vértices distintos são adjacentes se, e somente se, não são adjacentes em G .

O grau d_i do vértice v_i é dado pelo seu número de vizinhos, ou seja, é o número de arestas incidentes em v_i . A sequência de graus de um grafo G é dada por $D(G) = (d_1 \leq \dots \leq d_n)$, onde d_i é o i -ésimo menor grau de G . Note que a soma dos graus de um grafo G é igual ao dobro do seu número de arestas, isto é

$$\sum_{i=1}^n d_i = 2e(G). \tag{1}$$

Uma vez que cada aresta definida pelos n vértices de $V(G)$ está ou em $E(G)$, ou em $E(G^c)$, temos que a sequência de graus de G^c pode ser definida em termos de $D(G)$ da seguinte forma

$$D(G^c) = (d_1^c \leq \dots \leq d_i^c \leq \dots \leq d_n^c) \\ = (n - 1 - d_n \leq \dots \leq n - 1 - d_{n+1-i} \leq \dots \leq n - 1 - d_1). \quad (2)$$

Um grafo é dito k -regular se todos os seus vértices tem grau k . Note que o complementar de um grafo k -regular é um grafo $(n - k - 1)$ -regular.

Fajtlowicz (LARSON; PEPPER, 2011; PEPPER, 2004) define o número de aniquilação de um grafo G como o maior inteiro k tal que a soma dos k menores graus do grafo não ultrapassa seu número de arestas $e(G)$, isto é

$$a(G) = \max \left\{ k \in \mathbb{N} : \sum_{i=1}^k d_i \leq e(G) \right\}.$$

O interesse na propriedade do intervalo foi brevemente discutido na introdução. Para desenvolver este tópico, enunciamos a definição da propriedade do intervalo. Seja \mathcal{G} uma família de grafos e $\xi: \mathcal{G} \rightarrow \mathbb{R}$ um parâmetro definido em \mathcal{G} . Dizemos que ξ tem a propriedade de intervalo em \mathcal{G} se $\xi(G) = I \cap \mathbb{Z}$, para algum intervalo $I \subset \mathbb{R}$.

3 I RESULTADOS

Nesta seção, apresentamos desigualdades para o número de aniquilação de um grafo e para seu problema de Nordhaus-Gaddum. Além disso, mostramos que os parâmetros satisfazem a propriedade do intervalo.

3.1 Cotas para o Número de Aniquilação

Primeiramente, apresentamos cotas para o número de aniquilação $a(G)$, além disso, provamos que são as melhores possíveis por meio da caracterização dos grafos extremais.

Teorema 3.1. Seja G um grafo de ordem n . Então

$$\left\lfloor \frac{n}{2} \right\rfloor \leq a(G) \leq n.$$

A igualdade ocorre na cota superior se, e somente se, G for isomorfo ao grafo vazio. Se G é um grafo k -regular não vazio, então a igualdade ocorre na cota inferior.

Demonstração: A cota superior segue diretamente da definição, sendo assim, resta considerar o caso de igualdade. Suponha que $a(G) = n$, pela definição do número de aniquilação e pela equação (1) temos que

$$2e(G) = \sum_{i=1}^n d_i \leq e(G),$$

isso implica que $e(G) = 0$, e o único grafo que satisfaz esta condição é o grafo vazio.

Para demonstrar a cota inferior, procedemos por contradição. Suponha que $a(G) = k < \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$, usando a definição do número de aniquilação e a equação (1) temos

$$2e(G) = \sum_{i=1}^n d_i = \sum_{i=1}^{k+1} d_i + \sum_{i=k+2}^n d_i > e(G) + \sum_{i=k+2}^n d_i,$$

isso implica que

$$\sum_{i=k+2}^n d_i < e(G) < \sum_{i=1}^{k+1} d_i,$$

uma contradição. Portanto, concluímos que $a(G) \geq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$.

Para os casos extremos da cota inferior, observe que se G for um grafo k -regular não vazio, então a equação (1) garante que $e(G) = \frac{nk}{2}$, e isso implica que $a(G) = \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$. Este exemplo garante que a cota inferior obtida é a melhor possível.

Como consequência do **Teorema 3.1**, podemos mostrar que para cada número inteiro no intervalo $(\lfloor \frac{n}{2} \rfloor, n)$ existe pelo menos um grafo com este número de aniquilação, ou seja, demonstramos que o parâmetro satisfaz a propriedade do intervalo.

Corolário 3.1. Sejam n e k números naturais tais que $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq k \leq n - 1$. Se G é isomorfo a $(n-k)K_2 \cup (2k-n)K_1$, então $a(G) = k$.

Demonstração: Suponha que $G = (n-k)K_2 \cup (2k-n)K_1$. Observe que G possui $2n-2k$ vértices de grau 1, $2k - n$ vértices de grau 0 e $n - k$ arestas.

Somando os menores graus de G , temos

$$\sum_{i=1}^k d_i = \sum_{i=1}^{2k-n} d_i + \sum_{i=2k-n+1}^k d_i = 0 + (n - k) = e(G).$$

Isso garante que o número de aniquilação de G é igual a k .

3.2 O Problema de Nordhaus-Gaddum

Nesta seção, apresentamos uma solução para o problema Nordhaus-Gaddum associado ao número de aniquilação e caracterizamos seus grafos extremos, garantindo que as desigualdades obtidas são as melhores possíveis.

Teorema 3.2. Seja G um grafo de ordem n . Então

$$2 \lfloor \frac{n}{2} \rfloor \leq a(G) + a(G^c) \leq n + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor$$

Para n par, a igualdade ocorre na cota superior se, e somente se, G ou G^c é isomorfo ao grafo vazio.

Para n ímpar, a igualdade ocorre na cota superior se, e somente se, G ou G^c é isomorfo ao grafo vazio ou $S_{d_{n+1}} + 1 \cup (n-d_n-1)K_1$, para $\lfloor \frac{n}{2} \rfloor \leq d_n \leq n-1$.

Se G e G^c são grafos não vazios e G é um grafo k -regular, então a igualdade ocorre na cota inferior.

Assim como para o número de aniquilação, podemos mostrar que para cada número inteiro no intervalo definido pelo **Teorema 3.2** existe pelo menos um grafo G para o qual $a(G) + a(G^c)$ assume este valor.

Corolário 3.2. Sejam n e k números naturais tais que

$$2 \lfloor \frac{n}{2} \rfloor + 1 \leq k \leq n + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor - 1.$$

Se G é isomorfo a $(n + \lfloor \frac{n}{2} \rfloor - k) K_2 \cup (2k - 2 \lfloor \frac{n}{2} \rfloor - n) K_1$, então

$$a(G) + a(G^c) = k.$$

Vamos omitir as provas dos resultados dessa seção pois possuem argumentos extensos. No entanto, observamos que as demonstrações são realizadas com argumentos semelhantes aos do **Teorema 3.1** e do **Corolário 3.1**, utilizando as relações entre um grafo e seu complemento dadas pela equação (2).

4 | CONCLUSÕES

Para concluir, analisamos os resultados obtidos e suas consequências para o entendimento do número de aniquilação. Observamos que a cota inferior apresentada no **Teorema 3.1** já foi obtida por R. Pepper (2004), no entanto, a prova original usa a definição dada pelo processo de redução da sequência de graus, enquanto que nossa demonstração usa uma abordagem baseada na definição equivalente de Fajtlowicz (2011), que é mais apropriada para investigar e compreender o comportamento extremal do número de aniquilação.

Enfatizamos que algumas das expressões obtidas para as cotas podem ser consideradas simples, no entanto, a abordagem de Fajtlowicz e os resultados obtidos apontam que a caracterização dos grafos que satisfazem os valores extremos constitui um problema relevante.

Conseguimos obter importantes informações estruturais dos grafos que satisfazem a igualdade nas cotas superiores dos **Teoremas 3.1 e 3.2**. Em particular, podemos observar que, em geral, tais grafos apresentam um número pequeno de arestas.

Destacamos que as cotas inferiores dos **Teoremas 3.1 e 3.2** são satisfeitas por um grande número de grafos e, conseqüentemente, sua caracterização é importante para a compreensão do comportamento desse extremo do número da aniquilação.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho faz parte dos estudos de pós-doutorado de Guilherme Porto, que agradece o apoio da CAPES.

Marco Puliti Lartigue e Daniel Alejandro Jaume agradecem o apoio parcial da UNSL por meio do projeto PROICO 03-0918.

Os autores agradecem o apoio parcial da CAPES por meio do projeto MATH AmSud18-MATH-01.

REFERÊNCIAS

AOUCHICHE, Mustapha; HANSEN, Pierre. **A survey of Nordhaus–Gaddum type relations. Discrete Applied Mathematics**, v. 161, n. 4-5, p. 466-546, 2013.

BOCK, Felix; RAUTENBACH, Dieter. **On matching numbers of tree and bipartite degree sequences. Discrete Mathematics**, v. 342, n. 6, p. 1687-1695, 2019.

DEHGARDI, Nasrin; NOROUZIAN, Sepideh; SHEIKHOESLAMI, Seyed Mahmoud. **Bounding the domination number of a tree in terms of its annihilation number. Transactions on Combinatorics**, v. 2, n. 1, p. 9-16, 2013.

DEHGARDI, Nasrin; SHEIKHOESLAMI, Mahmoud; KHODKAR, Abdollah. **Bounding the rainbow domination number of a tree in terms of its annihilation number. Transactions on Combinatorics**, v. 2, n. 3, p. 21–32, 2013.

DELAVIÑA, Ermelinda et al. **Graffiti.pc on the 2-domination number of a graph. Congressus Numerantium**, v. 203, p. 15–32, 2010.

DESORMEAUX, Wyatt J.; HAYNES, Teresa W.; HENNING, Michael A. **Relating the annihilation number and the total domination number of a tree. Discrete Applied Mathematics**, v. 161, n. 3, p. 349–354, 2013.

DESORMEAUX, Wyatt J. et al. **Relating the annihilation number and the 2-domination number of a tree. Discrete Mathematics**, v. 319, p. 15–23, 2014.

FAJTLOWICZ, Siemion; LARSON, Craig E. **Graph-theoretic independence as a predictor of fullerene stability. Chemical Physics Letters**, v. 377, n. 5, p. 485-490, 2003.

GAREY, Michael R.; JOHNSON, David S. **Computers and intractability: A guide to the theory of NP-completeness**. New York: W. H. Freeman and Company, 1990.

GRIGGS, Jerrold R. **Lower bounds on the independence number in terms of the degrees. Journal of Combinatorial Theory, Series B**, v. 34, n. 1, p. 22–39, 1983.

GRIGGS, Jerrold R.; KLEITMAN, Daniel J. **Independence and the Havel-Hakimi residue. Discrete Mathematics**, v. 127, n. 1, p. 209–212, 1994.

JAUME, Daniel A; PASTINE, Adrián; SCHVÖLLNER, Victor Nicolas. **2-switch: transition and stability on graphs and forests. arXiv preprint arXiv:2004.11164**, 2020. Disponível em: <https://arxiv.org/abs/2004.11164>. Acesso em: 28 jan. 2021.

KHOEILAR, R. et al. **Relating the annihilation number and the Roman domination. Acta Mathematica Universitatis Comenianae**, v. 87, n. 1, p. 1-13, 2018.

KURNOSOV, Artem Dmitrievich. **The set of all values of the domination number in trees with a given degree sequence.** *Journal of Applied and Industrial Mathematics*, v. 14, n. 1, p. 131-147, 2020.

LARSON, Craig E; PEPPER, Ryan. **Graphs with equal independence and annihilation numbers.** *The Electronic Journal of Combinatorics*, v. 18, n. 1 2011. Disponível em: <https://www.combinatorics.org/ojs/index.php/eljc/article/view/v18i1p180>. Acesso em: 28 jan. 2021.

NING, Wenjie; LU, Mei; WANG, Kun. **Bounding the locating-total domination number of a tree in terms of its annihilation number.** *Discussiones Mathematicae Graph Theory*, v. 39, n. 1, p. 31-40, 2019.

NORDHAUS, E. A.; GADDUM, J. W. **On complementary graphs.** *The American Mathematical Monthly*, v. 63, n. 3, p. 175-177, 1956.

PEPPER, Ryan. **Binding independence.** 2004. Tese (Doutorado) - University of Houston, Houston, 2004.

RAD, Nader Jafari; SHARIFI, Elahe. **Bounds on the independence number of a graph in terms of order, size and maximum degree.** *Discrete Applied Mathematics*, v. 217, p. 210-219, 2017.

YUE, Jun et al. **The annihilation number does not bound the 2-domination number from the above.** *Discrete Mathematics*, v. 343, n. 6, p. 111707, 2020.

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



www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



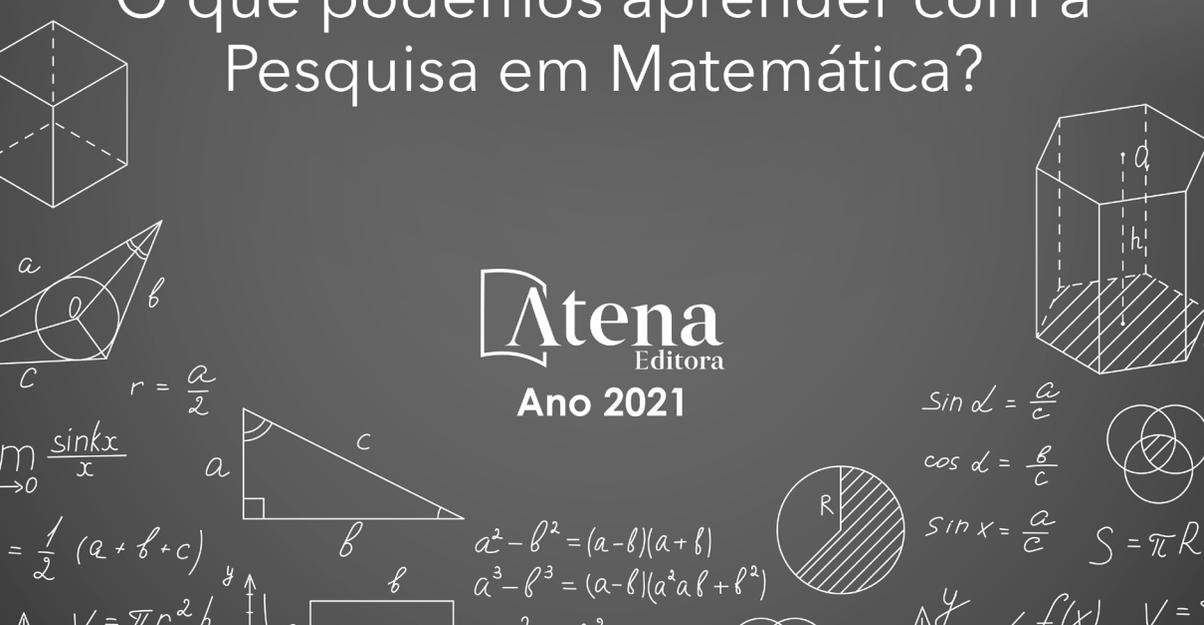
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Pesquisa como Princípio Educativo

O que podemos aprender com a
Pesquisa em Matemática?

Atena
Editora

Ano 2021





www.atenaeditora.com.br



contato@atenaeditora.com.br



@atenaeditora



www.facebook.com/atenaeditora.com.br

Pesquisa como Princípio Educativo:

O que podemos aprender com a Pesquisa em Matemática?

Atena
Editora

Ano 2021

$$\sin d = \frac{a}{c}$$

$$\cos d = \frac{b}{c}$$

$$\sin x = \frac{a}{c}$$

$$S = \pi R$$

$$\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x}$$

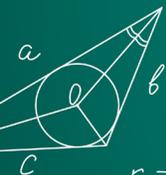
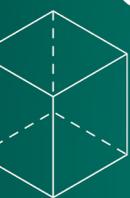
$$= \frac{1}{2} (a + b + c)$$

$$a^2 - b^2 = (a - b)(a + b)$$

$$a^3 - b^3 = (a - b)(a^2 + ab + b^2)$$



$$y = f(x) \quad V =$$



$$r = \frac{a}{2}$$

