



18 A 22 DE
MARÇO DE
2019

50 Colóquio DE MATEMÁTICA da Região Norte



CENTRO DE
CONVENÇÕES
DA UFAC



Edufac

Anais do 5º colóquio de Matemática da Região Norte

Organização

Ismael Dourado de Assis
José Ivan da Silva Ramos
Marcos Aurélio de Alcântara
Sérgio Brazil Júnior

Rio Branco Acre
2019

Comitê científico:

Prof. Dr. João Xavier da Cruz Neto (coordenador) – UFPI

Prof. Dr. Claudionor Oliveira Alves – UFCG

Prof. Dr. José Francisco Alves de Oliveira – UFPI

Prof. Dr. Glaydston de Carvalho Bento – UFG

Prof. Dr. Diego Ribeiro Moreira – UFC

Prof. Dr. José Ivan da Silva Ramos – UFAC

Prof. Dr. José Ronaldo Melo – UFAC

Comitê Organizador:

Prof. Dr. José Ivan da Silva Ramos (coordenador) – UFAC

Profa. Dra. Keidna Cristiane Oliveira Souza – UFT

Prof. Dra. Simone de Almeida Delphim – UNIFAP

Profa. Dra. Rúbia G. Nascimento – UFPA

Prof. Dr. José Ronaldo Melo – UFAC

Prof. Dr. Sérgio Brazil Júnior – UFAC

Prof. Dr. Marcos Aurélio de Alcântara – UFAC

Prof. Dr. Macilon Araújo C. Neto – UFAC

Prof. Dr. Isaac Dayan Bastos – UFAC

Prof. Me. Geirto de Souza – UFAC

Prof. Dr. Elzimar de Oliveira Rufino – UFRR

Prof. Dr. Tomás Daniel Menéndez Rodríguez – UNIR

Prof. Dr. Jorge Fernandes de Lima Neto – UFAM



Anais do 5º Colóquio de Matemática da Região Norte

ISBN 978-65-990441-0-6

Copyright © Edufac 2020

Ismael Dourado de Assis, José Ivan da Silva Ramos, Marcos Aurélio de Alcântara,

Sérgio Brazil Júnior (org.)

Editora da Universidade Federal do Acre - Edufac

Rod. BR-364, Km 04 • Distrito Industrial

69920-900 • Rio Branco • Acre

Coordenador Geral da Edufac

Rafael Marques Gonçalves

CONSELHO EDITORIAL

Rafael Marques Gonçalves (Pres.), Carromberth Carioca Fernandes, Délcio Dias Marques,

Esperidião Fecury Pinheiro de Lima, Humberto Sanches Chocair, José Porfiro da Silva

(Vice-Pres.), José Sávio da Costa Maia, Leandra Bordignon, Lucas Araújo Carvalho,

Manoel Limeira de Lima Júnior Almeida, Maria Aldecy Rodrigues de Lima,

Rodrigo Medeiros de Souza, Rozilaine Redi Lago, Selmo Azevedo Apontes,

Sérgio Roberto Gomes de Souza, Silvane da Cruz Chaves, Simone de Souza Lima

Coordenadora Comercial

Ormifran Pessoa Cavalcante

Editora de Publicações

Jocília Oliveira da Silva

Capa

Rogério da Silva Correia

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

-
- C719a Colóquio de Matemática da Região Norte (5. : 2019 : Rio Branco, AC)
Anais do V Colóquio de Matemática da Região Norte: 18 a 22 março de 2019/
organização Ismael Dourado de Assis, José Ivan da Silva Ramos, Sérgio Brazil Júnior.
– Rio Branco: Edufac, 2019.
54 p. ISBN: 978-85-990441-0-6
- Vários autores.
1. Matemática. 2. Sociedade Brasileira de Matemática (SBM). 3. Pesquisa Científica.
I. Universidade Federal do Acre. II. Assis, Ismael Dourado de. III. Ramos, José Ivan
da Silva. IV. Brazil Júnior, Sérgio. V. Título.

CDD: 510.7

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo - CRB 11°/1003

Conferencistas (Origem); Título da Palestra

Altemir da Silva Braga(UFAC):

Novas Distribuições de Probabilidade

Antonio Romero da Costa Pinheiro (UFAC):

Jogos Quânticos

Claudionor Oliveira Alves(UFCG):

Existência e concentração de soluções para uma classe de problemas fortemente indefinidos em \mathbb{R}^N

Elzimar de Oliveira Rufino(UFRR):

Condições de pinching sobre a curvatura de variedades riemannianas compactas de dimensão quatro

Flávia Morgana de Oliveira Jacinto(UFAM):

Monotonicidade de Operadores e Bifunções

Gabriel Haeser(USP):

Teoria e prática em otimização não linear: condições sequenciais de otimalidade

Helber Rangel Formiga Leite de Almeida(UFCG):

Pesquisas em Educação Matemática no Brasil

Jefferson Cruz dos Santos Leite(UFPI):

Lógica Fuzzy e Biomatemática

José Francisco Alves de Oliveira(UFPI):

Inequações e Aplicações

José Nazareno Vieira Gomes(UFAM):

Generic properties of the eigenvalues of the η -Laplacian

Laécio Carvalho de Barros(UNICAMP):

Sobre Lógica Fuzzy e Aplicações

Marcos Antônio Mendonça Marrocos (UFABC):

On the spectrum of the warped products and G-manifolds

Paulo Alexandre Araújo Sousa (UFPI):

Funções Convexas e algumas Propriedades Geométricas

Pavel Schumyatsky(UNB):

Sobre o problema restrito de Burnside

Roberto Cristóvão Mesquita Silva(**UFAM**):
Método de Ponto Proximal: teoria e aplicações

Ronaldo Alves Garcia(**UFG**):
Problemas elementares de matemática: geometria, números e dinâmica

Said Najati Sidki(**UNB**):
Origens e desenvolvimentos da Teoria dos Grupos

Tomás Daniel Menéndez Rodríguez(**UNIR**):
Matemática e Modelagem no "Modellus"

SUMÁRIO

Polinômios Multivariáveis

Abel A. Delgado Ortiz, Jackson Itikawa 12

Semigrupos Aplicado a Sistemas Dissipativos em Equações Diferenciais Parciais

Carlos Alberto Raposo 13

Uma Breve Introdução aos Grupos de Lie Lineares

Clebes N. Brandão 15

Um Primeiro Contato com a Teoria de Espaços Métricos e Espaços Topológicos

Cristiano S. Silva 16

Introdução às Variedades Diferenciáveis

Elzimar de O. Rufino 17

O Uso do GeoGebra no Ensino de Cônicas

Helber Rangel Formiga Leite de Almeida 18

Modelagem Matemática e Simulação Bidimensional das Equações Navier-Stokes para o Escoamento Laminar e Turbulento em Fluidos Newtonianos Incompressíveis em torno de Geometrias Isotérmicas

Rômulo Damasclín Chaves dos Santos 19

Pensar a Matemática de forma audiovisual: reflexões e o planejamento de aula

Sandro Ricardo Pinto da Silva, Liliane Xavier Neves 20

Fazendo Matemática e simulações no SOFTWARE MODELLUS

Tomás Daniel M. Rodriguez 22

Desenho Geométrico: contextualizando para ensino da Geometria Euclidiana no ensino fundamental

Willian Martins César, Francisca Gerusa da Silva 23

Uma nova distribuição de probabilidade: Odd log-logística *Cauchy*

Beatriz Nascimento Gomes, Altemir da Silva Braga 26

Cultura Indígena e o Ensino da Matemática - Relato de um Percorso Metodológico

Salete Maria Chalub Bandeira, Simone Maria Chalub Bandeira Bezerra, Damiana Avelino de Castro 27

Aplicação de Funções Hiperbólicas e Hiperbólicas Inversas em Integração

Gean Caciatori Araújo, Rosângela Teixeira Guedes 28

| | |
|---|----|
| Roleta das Operações Matemáticas e Jogos Brincantes Simone de Souza Lima, Karl Marx de Oliveira Gomes, Elenira Oliveira Gomes..... | 29 |
| Tecnologia Assistiva Neurociência e Educação Matemática: conexões para uma formação docente inclusiva Thiago da Silva Lima, José Leôncio de Lima Silva, Salete Maria Chalub Bandeira | 30 |
| Equações diferenciais ordinárias na modelagem da dilatação/contração de cabos da rede elétrica considerando oscilação na temperatura ambiente Vitor G. O. Schneider, Jackson Itikawa, Tomas D.M. Rodriguez | 31 |
| Metodologia aplicada ao ensino da Matemática no 7° e 9° ano, do Ensino Fundamental II no Centro Educacional Aproniano Martins de Oliveira - CEAMO William Martins César, Marinalba Maria de Medeiros Morais | 32 |
| As operações aritméticas nos anos iniciais do Ensino Fundamental: reflexões à luz da teoria das situações didáticas Wirla Castro de Souza Ramos, Itamar Miranda da Silva | 33 |
| Experiências na orientação de trabalhos no Mestrado Profissional em Matemática da UFAC - PROFMAT/UFAC Edcarlos Miranda de Souza..... | 36 |
| Aplicações Biharmônicas entre Variedades Riemannianas Clebes N. Brandão | 38 |
| Optmality conditions and global convergence for nonlinear semidefinite programming Roberto Adreani, Gabriel Haeser, Daiana S. Viana | 39 |
| Como o Ensino da Matemática Através da Modelagem Poderia Colaborar na Formação de Cidadãos Críticos e Responsáveis? Fábio Henrique Marinho Cabral, Jocimar Albernaz Xavier | 40 |
| Some polynomial maps which satisfies the real Jacobian conjecture Jackson Itikawa | 42 |
| On the asymptotic behaviour of solutions of a nonlinear viscoelastic plate equation with strong damping and $\Delta p(x, t)$ – Laplacian Jorge Ferreira | 43 |
| Um problema de Neumann do tipo Ambrosetti-Prodi para p -Laplaciano Moisés Aparecido do Nascimento | 45 |
| O Ensino de Frações no Ensino Fundamental: um olhar para o ENEM Moriel M. Tenório, Leonardo D. de Azevedo Neto | 47 |

Ensino de Limites, derivadas e integrais com aplicações práticas, no 3^o ano do Ensino Médio
Victor Nascimento de Souza, Gilberto Francisco Alves de Melo 49

Existência e Decaimento Exponencial-Polinomial para uma E.D.P Não Linear de 4^a Ordem
Envolvendo Expoente Variável
Willian dos Santos Panni, Jorge Ferreira 51



Apresentação

O 5º Colóquio de Matemática da Região Norte – CMRN, recebeu apoio financeiro da CAPES e da Sociedade Brasileira de Matemática SBM. Organizado pela Sociedade Brasileira de Matemática e a Universidade Federal do Acre – Ufac, foi realizado de 18 a 22 de março de 2019, na Universidade Federal do Acre, no Campus Universitário, na BR 364; Km 04, na cidade de Rio Branco, capital do Estado do Acre. Esse evento, destinado a professores da educação básica, professores ou pesquisadores da educação superior; estudantes de pós-graduação e de graduação, teve em sua programação a realização de conferências, minicursos, sessões técnicas e sessões de pôsteres, ajudando na divulgação da matemática, na formação de recursos humanos para a área de matemática, e na difusão da pesquisa e experiências de ensino, com foco na região norte do Brasil.

A qualidade científica do evento foi assegurada pela composição dos comitês científicos, regional e local, constituídos por pesquisadores e docentes com comprovada experiência científica e de ensino. O alcance e efeito multiplicador positivo do evento são de curto, médio e longo prazo e, portanto, se inserem no âmbito da política científica necessária para o desenvolvimento da ciência brasileira e, em particular, da região Norte.

As atividades do evento, ficaram sob a responsabilidade dos comitês científico e organizador e as sessões realizadas nas áreas de Álgebra, Análise, Geometria e Topologia, Matemática Aplicada, Probabilidade e Estatística e Ensino de Matemática, foram lideradas por professores atuantes na pesquisa.

Este caderno de resumos está separado em 3 partes, de acordo com o tipo de trabalho apresentado: minicurso, pôster ou seção técnica.

Ramos, J. Ivan S.

MINICURSOS

Polinômios Multivariáveis

Abel A. Delgado Ortiz

Departamento de Matemática, Núcleo de ciências exatas e da terra, UNIR
76801-974, Porto Velho-RO Email:abel@unir.br

Jackson Itikawa

Departamento de Matemática, Núcleo de ciências exatas e da terra, UNIR
76801-974, Porto Velho-RO Email:itikawa@unir.br

Resumo

Denominamos de anel dos coeficientes um anel A com identidade $1 \neq 0$. Apresentaremos a teoria elementar de polinômios no anel $A[x]$ (a uma indeterminada) e em $A[x_1, x_2, \dots, x_n]$ (a n indeterminadas) de um ponto de vista mais prático, salientando a sua utilidade para a construção ou representação concreta dos objetos matemáticos tais como grupos, anéis, corpos finitos, códigos, ideais, variedades, etc. Trabalharemos fundamentalmente com os corpos dos números racionais e reais, quando discutirmos o anel dos polinômios a uma indeterminada e, em alguns exemplos, trabalharemos com anéis de polinômios, quando o corpo dos coeficientes for um corpo finito. No caso de polinômios a duas ou mais indeterminadas, como veremos mais adiante, os anéis de coeficientes somente podem ser domínios de integridade. Os temas escolhidos são: o algoritmo da divisão, o cálculo do máximo divisor comum estendido e a teoria dos ideais dos polinômios a uma indeterminada. Nosso propósito é estender esses temas ao caso dos polinômios a mais de uma variável, principalmente o algoritmo da divisão. Finalizaremos fazendo uma introdução às bases de Gröbner.

Referências

- [1] ATIYAH, M.; MACDONALD, I. Introduction to Commutative Algebra. Westview Press, 1969.
- [2] COX, D.; LITTLE, J.; O'SHEA, D. Ideals, varieties and algorithms An introduction to Computational Algebraic Geometry and Commutative Algebra. Springer, 2007.
- [3] DUMMIT, S.; FOOT, M. Abstract Algebra. John Wiley and Sons, 2004.
- [4] GARCIA, A.; LEQUAIN, Y. Elementos de álgebra. Projeto Euclides. IMPA, 2006.
- [5] GONÇALVES, A. Introdução à Álgebra. Projeto Euclides. IMPA, 2007.

Semigrupos Aplicado a Sistemas Dissipativos em Equações Diferenciais Parciais

Carlos Alberto Raposo

Departamento de Matemática, UFSJ Praça Frei Orlando, 170

36307-352, São João del-Rei, MG

Email: raposo@ufsj.edu.br

Resumo

O estudo das Equações Diferenciais começa com a criação do Cálculo Diferencial e Integral no século XVII e é guiado, inicialmente, por suas aplicações à mecânica das partículas. Nessas aplicações, o uso de leis físicas, como as três leis de Newton da Dinâmica e a lei da Gravitação Universal, possibilitaram obter Equações Diferenciais Ordinárias que representavam os fenômenos em estudo. A condução do calor em uma barra metálica e as vibrações transversais de uma corda foram problemas importantes que aparecem no estudo dos matemáticos do século XVIII. Em (1908) tivemos o método de Ritz para problemas variacionais e, como generalização deste, tivemos o método de Galerkin (1915). Explorando a ideia original de Fourier, Sandro Faedo (1945) aprimorou o método de Galerkin e desenvolveu um método conhecido atualmente como método de Faedo-Galerkin para a resolução de problemas de evolução. Neste contexto, duas questões surgem naturalmente na resolução de problemas governados por Equações Diferenciais Parciais: a existência da solução e a estabilidade da solução. Neste minicurso estudaremos estas duas questões. O ambiente natural para buscar a solução de Equações Diferenciais Parciais é o Espaço de Sobolev conforme vemos na referência bibliográfica amplamente conhecida é R. A. Adams [1] O método de Faedo-Galerkin consiste em resolver um problema aproximado. Utiliza-se técnica multiplicativa que em geral apresenta grande dificuldade em razão da exigência dos teoremas de compacidade dos Espaços de Sobolev para passagem ao limite. Um estudo detalhado desta técnica pode ser encontrada no livro clássico de J. L. Lions [2]. Num contexto mais moderno, estamos interessados em estudar a existência e estabilidade de solução explorando as propriedades espectrais do operador linear associado ao modelo por uma equação diferencial parcial parabólica, hiperbólica ou mista. Nesse contexto, faremos uma breve introdução a Teoria de Semigrupos. Iremos apresentar os Teoremas de Hille-Yosida e Lumer-Phillips para a existência e regularidade de solução. Para um amplo estudo sobre a teoria de semigrupos recomendamos A. Pazy [3]. Em seguida, apresentaremos o Teorema de Gearhart-Huang-Pruss [4] e aplicaremos a técnica introduzida por Z. Liu e S. Zheng [5], para o estudo da estabilidade de solução dos seguintes problemas: a equação de ondas com amortecimento friccional e o sistema termo-elástico. Faremos a abordagem em um domínio limitado no espaço unidimensional para tornar a linguagem acessível a alunos dos últimos anos de graduação, de mestrado e doutorado.

Referências

- [1] ADAMS, R. A. Sobolev Spaces New York: Academic Press, 1975.
- [2] LIONS, J. L. Quelques méthodes de resolution des problemes aux limites non lineaires, Paris: Dunod Gauthier-Villars, 1969.
- [3] PAZY, A. Semigroup of linear operators and applications to partial differential equations. New York: Springer-Verlag, , 1983.

[4] PRUSS, J. On the Spectrum of C_0 -Semigroups. Transaction of the American Mathematical Society, v. 284, n. 2, p. 847-857, 1984.

[5] LIU, Z. and ZHENG, S, Semigroups associated with dissipative systems. New York:Chapman & Hall/CRC, 1999.

Uma Breve Introdução aos Grupos de Lie Lineares

Clebes N. Brandão

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UFAC Rodovia BR 364,
Km 04 Distrito Industrial 69920-900, Rio Branco, AC
E-mail: clebes.brandao@ufac.br

Resumo

Apresentaremos uma breve introdução à teoria dos grupos de Lie lineares e suas respectivas álgebras de Lie, voltada basicamente para alunos de graduação em matemática. A teoria de Lie foi desenvolvida pelo matemático Sophus Lie, na década de 1880 e, em geral, está fortemente enraizada na topologia e na estrutura de um grupo de variedades diferenciáveis. Isso, no entanto, está além do escopo deste trabalho. Como pretendemos apenas introduzir os conceitos fundamentais da teoria de Lie, optamos por restringir nosso foco a grupos de Lie lineares, que são grupos formados por operadores lineares invertíveis em algum espaço vetorial real ou complexo de dimensão finita. A importância destes grupos provém, principalmente, do fato de que seus elementos podem ser considerados como matrizes, o que facilita grandemente o seu estudo. Daremos alguns exemplos de grupos de Lie lineares e encontraremos suas respectivas álgebras de Lie. Isso pode ser feito a partir dos conceitos básicos da álgebra linear e uma certa familiaridade com o cálculo diferencial em várias variáveis.

Referências

- [1] HALL, Brian C. Lie Groups, Lie Algebras, and Representations: An Elementary Introduction. 1a. ed. [S.l.]: Springer, 2003.
- [2] LIMA, Elon Lages. Álgebra Linear. 5a. ed. [S.l.]: IMPA, 2001.
- [3] SAN MARTIN, Luiz Antonio Barrera. Álgebras de Lie. 1a. ed. [S.l.]: Editora da UNICAMP, 1999.

Um Primeiro Contato com a Teoria de Espaços Métricos e Espaços Topológicos

Cristiano S. Silva ¹

Instituto de Ciências Exatas, UFAM Av. General Rodrigo Octávio,

6200 69080-900, Manaus, AM

E-mail: cristiano.souza16@gmail.com

Resumo

Uma das noções muito importantes na matemática é a de continuidade, que por sua vez, está intimamente relacionada com os conceitos de convergência e limite. Dados os conjuntos X e Y e uma função $f : X \rightarrow Y$, dizemos que f é *contínua* no ponto $a \in X$, quando é possível tornar $f(x)$ arbitrariamente próximo de $f(a)$, desde que se tome x suficientemente próximo de a . De maneira similar, dizemos que uma sequência de pontos (x_n) , $n = 1, 2, 3, \dots$, pertencentes a um conjunto X , *converge* para o ponto $a \in X$ quando é possível tornar x_n arbitrariamente próximo de a , desde que se tome n suficientemente grande. Observa-se que essas definições de continuidade e convergência não têm sentido em conjuntos quaisquer X, Y . Para que elas signifiquem algo é necessário que nos conjuntos em questão exista alguma estrutura que permita falar em "proximidade" de pontos. Tais conjuntos são chamados espaços topológicos. É neles que são definidas e tomam valores as funções contínuas. A Topologia, por sua vez, é uma área da matemática que se ocupa do estudo das funções contínuas de um espaço topológico em outro. Já, a maneira mais natural de verificar qual entre dois pontos $x, y \in X$ está mais próximo de um ponto $a \in X$, é medir a distância entre x e y ao ponto a . Isso, porém, só será possível se existir a noção de distância, já previamente definida no conjunto X . Assim, os conjuntos onde tem sentido falar na distância entre dois pontos se apresentam imediatamente como espaços topológicos. Tais conjuntos são chamados de espaços métricos. Apresentaremos conceitos básicos comuns à teoria de espaços métricos e espaços topológicos e isso requer somente os conceitos básicos e as propriedades elementares dos conjuntos e funções.

Referências

- [1] LIMA, E., Elementos de Topologia Geral. Rio de Janeiro: SBM, 2009.
- [2] MUNKRES, J. R., Topology. 2nd Ed., Prentice Hall, 2000.

¹Bolsista FAPEAM

Introdução às Variedades Diferenciáveis

Elzimar de O. Rufino ¹

Departamento de Matemática, UFRR Av. Cap. Ene Garcês, 2413 69310-000, Boa Vista,
RR

E-mail: elzimar.rufino@ufr.

Resumo

A noção de variedade diferenciável formaliza o conceito de um espaço que se comporta localmente como um espaço euclidiano. Essa noção é uma abstração das noções de curvas e superfícies no espaço \mathbb{R}^n . Uma Variedade diferenciável é o objeto natural para o desenvolvimento do estudo da Geometria Riemanniana. Apresentamos as noções iniciais sobre as variedades diferenciáveis, destacando a necessidade do estudo desse tema em matemática e enfatizando a teoria com exemplos, começando com os mais simples, como curvas suaves, superfícies, o próprio espaço \mathbb{R}^n e outros, como a esfera canônica S^n . Além disso, daremos alguma noção intuitiva sobre métricas em variedades diferenciáveis, essencial para o estudo de curvatura nesses ambientes.

Referências

- [1] LEE, Joh M. Introduction to Smooth Manifolds. Graduate Texts in Mathematics, 218. SpringerVerlag, New York, 2003.
- [2] LIMA, Elon L. Variedades diferenciáveis. Publicações matemáticas, IMPA, 2011.
- [3] Artigo histórico: Whitney, H., Differentiable Manifolds, The Annals of Mathematics, Second series, Volume 37, Issue 3 (Jul., 1936), 645-680.

¹Professor efetivo do Departamento de Matemática UFRR

O Uso do GeoGebra no Ensino de Cônicas

Helber Rangel Formiga Leite de Almeida ¹

Universidade Federal de Campina Grande - UFCG Rua Jario Vieira Feitosa, 1770
58840-000, Pombal – PB.

E-mail: helber.rangel@gmail.com

Resumo

Apresentaremos propostas para o uso do software GeoGebra, na construção das cônicas. A ideia principal é desenvolver atividades colaborativas a partir de metodologias ativas. As discussões serão realizadas em três encontros, divididos em discussões teóricas e práticas. Espera-se com a conclusão do minicurso que os participantes possam ser instigados a utilizar tecnologias digitais em suas aulas.

Referências

- [1] ALMEIDA, H. R. F. L. Das Tecnologias às Tecnologias Digitais e seu uso na Educação Matemática. Nuances: estudos sobre Educação, v. 26, n. 2, p. 222–239, 2015.
- [2] SOUTO, D. P. L. Transformações expansivas em um curso de Educação Matemática a distância online. 2013. 279 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Rio Claro, 2013.

¹Doutor em Educação Matemática pela UNESP. Professor do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA/UFCG). www.ccta.ufcg.edu.br

Modelagem Matemática e Simulação Bidimensional das Equações de Navier-Stokes para o Escoamento Laminar e Turbulento em Fluidos Newtonianos Incompressíveis em torno de Geometrias Isotérmicas

Rômulo Damasclin Chaves dos Santos, Ph.D.

Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo –
ICMC/USP Av. Trabalhador São Carlense, 400 - Centro, São Carlos - SP, 13566-590
E-mail: damasclin@gmail.com

Resumo

Apresentaremos um estudo de dois grandes fenômenos físicos, a saber, a transferência de calor por convecção mista e a turbulência. Para tal, é necessário a utilização de várias “ferramentas” em matemática para a compreensão da física do problema, como é o caso das Equações Diferenciais Parciais, Análise Complexa, dentre outras. O objetivo é apresentar um método matemático e numérico, com baixo custo computacional, denominado Método de Fronteira Imersa (MFI) (em inglês, *Immersed Boundary Method*) para estudar escoamentos em fluidos Newtonianos incompressíveis em torno de corpos aquecidos com temperatura constante em sua superfície (corpos isotérmicos), considerando o processo de convecção mista (forçada e natural), para baixos e elevados números de Reynolds. Para a simulação numérica do escoamento, quando para elevados números de Reynolds, serão utilizados os modelos de turbulência de Smagorinsky e Spalart-Allmaras, respectivamente. Onde, para o modelo de Smagorinsky, utiliza-se a metodologia denominada *Large Eddy Simulation* (LES) que, por sua vez, baseia-se na hipótese de equilíbrio local para as pequenas escalas associadas à hipótese de Boussinesq, de tal forma que a energia injetada no espectro da turbulência equilibra a energia dissipada pelos efeitos viscosos. Enquanto, no modelo de Spalart-Allmaras, utiliza o conceito *Unsteady Reynolds Averaged Navier-Stokes Equations* (URANS), que utiliza apenas uma equação de transporte para a viscosidade turbulenta. Dos resultados obtidos, verificouse os efeitos causados pelo aumento dos números de Reynolds e de Richardson, com relação ao aumento do coeficiente de arrasto e sustentação, bem como a influência da distribuição de pressão a jusante do corpo imerso isotérmico, a qual é fortemente influenciada pela formação e desprendimento de vórtices, somado à magnitude da vorticidade a jusante do corpo imerso com os padrões térmicos que são acentuados, principalmente através do transporte convectivo.

Referências

- [1] Santos, R. D., Gama, S. M., and Camacho, R. G. (2018). Two-dimensional simulation of the Navier-Stokes equations for laminar and turbulent flow around a heated square cylinder with forced convection. *Applied Mathematics*, 09(03):291.
- [2] Ashrafizadeh, A. and Hosseinjani, A. A. (2017). A phenomenological study on the convection heat transfer around two enclosed rotating cylinders via an immersed boundary method. *International Journal of Heat and Mass Transfer*, 107:667-685.

Pensar a Matemática de forma audiovisual: reflexões e o planejamento de aula

Sandro Ricardo Pinto da Silva

Universidade Federal do Acre, UFAC

Campus Universitário – BR 364, Km 04 – Distrito Industrial 69920-900, Rio Branco,

AC E-mail: ricardosandro.silva@gmail.com

Liliane Xavier Neves

Universidade Estadual de Santa Cruz, UESC.

Campus Soane Nazaré de Andrade, Rodovia Jorge Amado, Km 16, Bairro Salobrinho CEP

45662-900. Ilhéus-Bahia.

E-mail: lxneves@uesc.br

Resumo

Fomentaremos o diálogo entre professores e futuros professores de Matemática em relação às possibilidades e potencialidades pedagógicas dos vídeos produzidos com conteúdo matemático, os quais nomeamos como vídeos didáticos e vídeos pedagógicos. Pesquisas realizadas – e em andamento – pelo Grupo de Pesquisa em Informática, Modelagem e Educação Matemática (GPIMEM), mostram algumas das potencialidades quando os vídeos são inseridos nos processos de ensino e de aprendizagem, dentro e fora da sala de aula que serão utilizadas como exemplos para esse diálogo. Nessa proposta, convidamos os participantes a produzirem planos de aula, tendo como potencialidades os vídeos premiados no I e II Festival de Vídeo e Educação Matemática, que aconteceram nos anos de 2017 e 2018, respectivamente, no Campus da UNESP, em Rio Claro, SP. Esperamos, com isso, promover a produção conjunta de planos de aula, incentivando a reflexão sobre as possibilidades metodológicas dos vídeos nas aulas de Matemática.

Referências

- [1] BORBA, M. C.; VILLARREAL, M. E. Humans-with-Media and the Reorganization of Mathematical Thinking: Information and communication Technologies, Modeling, Experimentation and Visualization. New York: Springer, v. 39, 2005.
- [2] DOMINGUES, N. S.; BORBA, M. C. Investigando as potencialidades do I festival de vídeos digitais e Educação Matemática. XIII Encontro paulista de Educação Matemática, São Paulo, p.1023-1030, 2017.
- [3] DOMINGUES, N. S. O papel do vídeo nas aulas multimodais de matemática aplicada: uma análise do ponto de vista dos alunos. 2014. 128 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro - SP, 2014.
- [4] FONTES, B. C. BORBA, M. C. O que influencia na forma como os alunos comunicam uma ideia matemática por meio do vídeo? Anais. Vitória, ES. 2018.
- [5] HAYDT, R. C. C. Curso de didática geral. 1. ed. São Paulo, SP: Ática, 2011.
- [6] NEVES, L. X. Vídeos e Articulação de Representações Múltiplas: produções na educação a distância. Anais. Pelotas, RS. 2017.
- [7] MILL, D. (2013). Escritos sobre educação: desafios e possibilidades para ensinar e aprender com as tecnologias emergentes. São Paulo: Paulus.

[8] OECHSLER, V. Comunicação multimodal: produção de vídeos em aulas de Matemática. 2018. 311 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista. Rio Claro - SP, 2018.

[9] OLIVEIRA, L. P. F. Paulo Freire e produção de vídeos em Educação Matemática: uma experiência nos anos finais do Ensino Fundamental. 2018. 107 f. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro - SP, 2018.

[10] SILVA, S. R. P. Vídeos de conteúdo matemático na formação inicial de professores de Matemática na modalidade a distância. 2018. 247 f. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho. Rio Claro – SP, 2018.

Fazendo Matemática e simulações no SOFTWARE MODELLUS

Tomás Daniel M. Rodriguez ¹

Universidade Federal de Rondônia UNIR

Campus - BR 364, Km 9,5 CEP: 76801-059 - Porto Velho - RO

Fone:(69)2182-2100

Resumo

Modellus é um software bastante poderoso e atraente, destinado ao ensino-aprendizagem da Física e áreas afins. Não é necessário possuir conhecimentos de programação para poder usá-lo. Ele pode ser utilizado pelo professor como um ambiente para apresentar e ilustrar um determinado assunto. Ele também pode ser usado pelo aluno como recurso para explorar um modelo matemático de um dado fenômeno físico, modificando parâmetros, condições iniciais e outros aspectos. Modellus foi desenvolvido, e está sendo constantemente aprimorado, por um grupo liderado pelo Prof. Vitor Teodoro, da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa e seu grupo de colaboradores. Com bons conhecimentos de Matemática e o auxílio do Software podemos realizar aplicações e simulações incríveis. Ensinaresmos aos participantes as principais funcionalidades do software e realizaremos diversas atividades de aplicações do mesmo na Matemática, na Modelagem e no Ensino.

Referências

- [1] <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/135346/00.pdf?s>
- [2] <https://docentes.fct.unl.pt/vdt/pages/modellus-software-documents>
- [3] <http://www.uece.br/fisica/index.php/arquivos/docview/42-uso-do-modellus-comoferrament-a-facilitadora-na-aprendizagem-de-conceitosdtmpl=component&format=raw>
- [4] https://www.academia.edu/36983354/Teaching_Physics_and_Mathematics_for_Earth_Sciences_with_Computational_Modelling

¹Prof. Titular DPto. MathematicaS, PhD

Desenho Geométrico: contextualizando para ensino da Geometria Euclidiana no ensino fundamental

William Martins César

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Mossoró Rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400-A, Conjunto Ulrick Graf, Costa e Silva, 59628-330 Mossoró, RN
Email: william.cesar19@gmail.com

Francisca Gerusa da Silva

Universidade Rural do Semi-Árido - Campos Mossoró
Rua Francisco Mota, 572 - Pres. Costa e Silva, 59625-900 Mossoró, RN
Email: fgerusa10@hotmail.com

Resumo

A geometria euclidiana ou plana é o ramo da matemática que estuda as figuras que não possuem volume. Essa parte da matemática recebe o adjetivo “euclidiana” em homenagem ao geômetra Euclides, de Alexandria, considerado o “pai da geometria”. Nosso objetivo é auxiliar na melhoria da didática de professores do ensino fundamental e no aprendizado de estudantes de matemática, possibilitando um ensino de qualidade para alunos do 5º ao 9º ano, os quais possam ter melhor compreensão e associação do estudo do desenho geométrico com os elementos que o cercam em seu cotidiano, ampliando a sua percepção espacial e a forma de enxergar o mundo. No ensino da geometria, observa-se que muitos alunos apresentam dificuldades na aprendizagem, como: identificar ângulos, saber a diferença entre polígonos e para entender fórmulas matemáticas de áreas de um objeto geométrico. Por isso, é importante que o professor possa ensiná-los de forma prática e clara. Nesse sentido, serão utilizados recursos como retroprojetor, computador, quadro branco e pincel. Já na criação de desenhos geométricos, será utilizado transferidor, compasso, folha A4, lápis, régua e esquadro. Serão trabalhados aspectos tanto teóricos como práticos do ensino geométrico. Os assuntos principais serão: introdução à Geometria Plana; o estudo das linhas; retas, semirreta e segmento de reta; posições relativas de duas retas em um plano; construções de retas paralelas e de retas perpendiculares; ângulos; polígonos; triângulo; quadriláteros; circunferência. Conteúdos escolhidos cuidadosamente, priorizando a clareza, a simplicidade e o entendimento do desenho geométrico.

Referências

- [1] CALADO, M, J, B. Desenho geométrico contextualizado, vol. 1: ensino fundamental. 3º edição. Recife. Editora: Construir, 2015.
- [2] DANTE, LUIZ ROBERTO. Projeto Teláris: Matemática 6º ano. 1 edição. São Paulo. Editora: Ática, 2012.
- [3] DANTE, LUIZ ROBERTO. Projeto Teláris: Matemática 7º ano. 1 edição. São Paulo. Editora: Ática, 2012.
- [4] DANTE, LUIZ ROBERTO. Projeto Teláris: Matemática 8º ano. 1 edição. São Paulo. Editora: Ática, 2012.
- [5] DANTE, LUIZ ROBERTO. Projeto Teláris: Matemática 9º ano. 1 edição. São Paulo. Editora: Ática, 2012.

[6] DOLCE, O; POMPEO, J, N. Fundamentos da matemática elementar, volume 9: geometria plana: exercícios resolvidos, exercícios propostos com resposta, testes de vestibular com respostas. 7º edição. São Paulo. Editora: Atual, 1993.

[7] LINDQUIST, M. M; SHULTE, A. P. Aprendendo e ensinando geometria. Tradução de Hygino H. Domingues. São Paulo. Editora: Atual, 1994.

POSTERS

Uma nova distribuição de probabilidade: Odd log-logística *Cauchy*

Beatriz Nascimento Gomes¹
ccet.ufac.br

Altemir da Silva Braga²
ccet.ufac.br

Resumo

Fornecer uma distribuição de probabilidade com boas propriedades matemáticas, estudo de simulação computacional e aplicações a dados reais sempre será importante na área de estatística. Nesse estudo, propõe-se uma nova distribuição de probabilidade com três parâmetros, que está sendo denominada por distribuição Odd Log-Logística Cauchy ou, de forma resumida, “OLL Cauchy”. Tal modelo é simétrico e possui um parâmetro adicional de forma. Algumas propriedades matemáticas encontram-se demonstradas, incluindo a função quantílica e a expansão da distribuição na forma exponenciada. O modelo é mais flexível do que o t-Student. Fato que justifica a importância de tal estudo. Assim, o novo modelo pode ser utilizado, principalmente, para analisar dados com a presença de valores extremos.

Referências

- [1.] ALZAATREH, A.; LEE, C.; FAMOYE, F. (2013). A new method for generating families of continuous distributions. *Metron* 71: 1, 63-79.
- [2.] BRAGA, A. S.; CORDEIRO, G. M.; ORTEGA, E. M. M.; da CRUZ, J. N. (2016). The odd log-logistic normal distribution: Theory and applications in analysis os experiments. *Journal of Statistical Theory and Practice*, 10, 311-335.

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal do Acre

²Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas - Universidade Federal do Acre

Cultura Indígena e o Ensino da Matemática – Relato de um Percurso Metodológico

Salete Maria Chalub Bandeira

Simone Maria Chalub Bandeira Bezerra

Damiana Avelino de Castro¹

Universidade do Acre, UFAC Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, Rio Branco - AC

Email: avelinodamiana@gmail.com

Resumo

Esse trabalho de pesquisa surgiu no contexto de uma atividade avaliativa, realizada no interior da disciplina Tecnologias e Materiais Curriculares para o Ensino de Matemática. Como desafio, foi proposta à turma a construção de material manipulável, de baixo custo, associado a uma tecnologia, tendo por núcleo a exploração do objeto de pesquisa de cada mestrando. Para realizar esse trabalho fizemos um recorte do arquivo cultural Katukina/Nokê Koî, destacando a brincadeira indígena intitulada Moto Moto Motorine, em suas variantes verbal e pictórica, com o objetivo de extrair do desenho da brincadeira, elementos de Geometria. A brincadeira indígena foi apresentada através de um painel, onde constava um Jogo de Quebra-Cabeça, cujas peças foram construídas com um recurso manipulável de baixo custo, em EVA, formato alto relevo, destinado à exploração por uma aluna de Zona Rural com deficiência visual, uma aluna da 1ª Série do Ensino Fundamental I e por um aluno do 9º Ano do Ensino Fundamental II. Depois, a atividade foi desenvolvida pelos discentes do Curso de Licenciatura em Matemática da UFAC, segundo o aporte teórico oriundo de Wittgenstein e Derrida. Esse trabalho pretende fazer o relato dessa ação pedagógica, no âmbito da mobilização de conteúdos matemáticos.

Referências

- [1] BANDEIRA, Salete Maria Chalub. Olhar sem os olhos: cognição e aprendizagem em contextos de inclusão – estratégias e percalços na formação inicial de docentes de matemática. Rio Branco: Universidade Federal de Mato Grosso, Universidade Federal do Pará, Universidade Estadual do Amazonas, 2015.
- [2] BEZERRA, S. M. C. B. Percorrendo usos/significados da Matemática na problematização de práticas culturais na formação inicial de professores. 2016. 262 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) - Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2016.
- [3] BRASIL. RESOLUÇÃO Nº 5, DE 22 DE JUNHO DE 2012. Define Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Escolar Indígena na Educação Básica.

¹Discente do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM/UFAC. Membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Linguagens e Práticas Culturais no Ensino de Matemática e Ciências

Aplicação de Funções Hiperbólicas e Hiperbólicas Inversas em Integração.

Gean Caciatori Araujo

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Cornélio Procópio, UTFPR
 86300-000, Cornélio Procópio, Paraná.
 geanaraujo@alunos.utfpr.edu.br

Rosangela Teixeira Guedes

Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Departamento de Matemática, Campus Cornélio Procópio, UTFPR
 Avenida Alberto Carazzai, 1640, Centro.
 86300-000, Cornélio Procópio, Paraná.
 rtguedes@utfpr.edu.br

Resumo

O objetivo dessa pesquisa é analisar alguns resultados que envolvem funções hiperbólicas e funções hiperbólicas inversas, para resolver integrais, cujos integrandos possuem expressões do tipo $a^2 - u^2$, $a^2 + u^2$ e $u^2 - a^2$ em que $a > 0$. Em geral, é possível efetuar cálculos desses tipos de integrais por substituição, envolvendo funções trigonométricas adequadas como $u = a \sin(\theta)$, $u = a \tan(\theta)$ e $u = a \sec(\theta)$, respectivamente. Entretanto, apenas por diferenciação da função $y = \sinh^{-1}\left(\frac{x}{a}\right)$ e integrando o resultado, obtemos $\int \frac{1}{\sqrt{x^2 + a^2}} dx$. Também são

analisados resultados de integração por substituição trigonométrica e por resultados de funções hiperbólicas inversas. Dentre as aplicações, destacamos a solução da equação da tractriz, cuja curva é definida pela trajetória de um objeto arrastado ao longo de um plano horizontal, por um fio de comprimento constante, quando a outra extremidade do fio se move ao longo de uma reta no plano.

Referências

- [1] FREITAS, Maria do Bom Conselho da Silva Beserra. As Funções Hiperbólicas Inversas. Dissertação, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2015.
- [2] LEITHOLD, Louis. O Cálculo com Geometria Analítica. 3. ed. São Paulo: Harbra LTDA., 1994.
- [3] VASCONCELOS, Jerry Gleison Salgueiro Fidanza. Funções Hiperbólicas: História, Conceito e Aplicação. Dissertação, Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2013.

Roleta das Operações Matemáticas e Jogos Brincantes

Simone de Souza Lima¹

Karl Marx de Oliveira Gomes

Elenira Oliveira Gomes

Universidade do Acre, UFAC Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, Rio Branco - AC

Email: eleniragomes@gmail.com

Resumo

O trabalho que apresentaremos visa despertar os estudantes para a importância do aprender matemática de forma lúdica e prazerosa. A atividade consistirá numa forma de aprendizado da matemática – das operações de adição, subtração, multiplicação e divisão, voltadas para grupos de estudantes do Ensino Fundamental (Anos Iniciais), através de uma roleta colorida e vibrante, que rola ao som de música. Na sequência da atividade brincante, trabalharemos na construção da roleta das operações, a ser apresentada no **Jovem Cientista do Acre**, utilizando basicamente os seguintes elementos de base: 1. Cobrir a folha de isopor com EVA colorido;

2. Em forma circular, colar as 26 tampas de refrigerante no centro do painel; 3. No centro do círculo, formado por tampas de refrigerantes, colar pedaços de EVA, em formato de mini círculos, em alto relevo; 4. Em cima dos mini círculos de EVA, colar um hand spinner de 3 ou 5 lados localizado no centro do painel; 5. Colar quatro operações impressas em um papel do lado esquerdo da roleta do painel e quatro do lado direito, ambas com lacunas em branco a serem preenchidas; 6. Fazer constar, ao lado do painel, duas caixinhas coloridas recheadas com os sinais a serem usados nas operações matemáticas. Na realização do jogo, esses passos serão melhor explicados. Nossa expectativa é que, após a atividade desenvolvida, os alunos dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental passarão a encarar, sem problemas, essa parte da matemática que pode ser encontrada em jogos e em brincadeiras. Desmistificar-se-á aquela impressão de que ela é difícil. Esperamos que os alunos entendam, também com isso, que a matemática está na vida cotidiana de todos nós.

Referências

- [1] GANDRO, R. C. O Jogo: suas possibilidades no processo ensino-aprendizagem da matemática. Dissertação de Mestrado. Universidade de Campinas: UNICAMP, 1995.
- [2] BORIN, J. Jogos e resolução de problemas: uma estratégia para as aulas de matemática. 3ª edição. São Paulo: IME/USP, 1998.
- [3] MEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: Matemática, 1997.

¹Simone S. Lima – Professora Orientadora do trabalho. Elenira O. Gomes – Discente do Curso de Letras Inglês da UFAC. Karl Marx O. Gomes – Discente do Colégio Acreano.

TECNOLOGIA ASSISTIVA NEUROCIÊNCIA E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONEXÕES PARA UMA FORMAÇÃO DOCENTE INCLUSIVA

Thiago da Silva Lima¹
José Leôncio de Lima Silva²
Salete Maria Chalub Bandeira³
ccet@ufac.br

Resumo

O PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica é importantíssimo, já que, por meio dele, os graduandos já entram em contato com a pesquisa e produção de artigos. No caso da Licenciatura em Matemática, pesquisas e produções de artigos que buscam criar, desenvolver e utilizar métodos e materiais de ensino, contribuindo, assim, para a formação do graduando e para o ensino da Matemática. Nesse trabalho, será falado sobre o autismo, ou Síndrome do Espectro Autista, relacionado ao ensino de Matemática. Também serão dadas ideias e orientações sobre o ensino na sala de aula, para alunos autistas. Além disso, também será discorrido um pouco sobre outras possíveis deficiências de alunos.

Referências

- [1] ROTTA, N. T. et.al. Transtornos da aprendizagem: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. Porto Alegre: Artmed, 2006.
- [2] BELISÁRIO FILHO, J. F.; CUNHA, P.A Educação Especial na Perspectiva da inclusão.
- [3] MERCADANTE, M. T.; GAAG, R. J. V.; SCHWARTZMAN, J. S. Transtornos invasivos do desenvolvimento não-autísticos: síndrome de Rett, transtorno desintegrativo da infância e transtornos invasivos do desenvolvimento sem outra especificação. São Paulo, 2007.

¹Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Universidade Federal do Acre

²Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Universidade Federal do Acre

³Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas Universidade Federal do Acre

Equações diferenciais ordinárias na modelagem da dilatação/contração de cabos da rede elétrica considerando oscilação na temperatura ambiente

Vitor G. O. Schneider

Departamento de Matemática, UNIR, Campus da UNIR - BR 364, Km 9,5
76801-974, Porto Velho-RO, Brasil
vitorschneideroliveira@gmail.com

Jackson Itikawa

Departamento de Matemática, UNIR, Campus da UNIR - BR 364, Km 9,5
76801-974, Porto Velho-RO, Brasil
itikawa@unir.br

Tomas D. M. Rodriguez

Departamento de Matemática, UNIR, Campus da UNIR - BR 364, Km 9,5
76801-974, Porto Velho-RO, Brasil
tomasdanielm@gmail.com

Resumo

As equações diferenciais são de grande importância para modelagem e estudos de muitos problemas práticos. O problema refere-se às influências da temperatura, na dilatação/contração de condutores elétricos da rede de distribuição de energia da cidade de Porto Velho, e utiliza-se leis Físicas, propriedades e definições matemáticas, culminando na modelagem da Lei do Resfriamento de Newton [1,2]. A partir dessa lei, é possível calcular a variação da temperatura em um condutor elétrico, em relação ao tempo, sabendo que essa temperatura está intrínseca à temperatura do ambiente a que esse condutor está exposto. As grandes variações na temperatura ambiente ocasionam dilatações e contrações nos fios da rede elétrica e, para estabelecer um modelo que descreva a dilatação/contração que o condutor pode sofrer, a temperatura no ambiente será descrita de forma oscilatória no tempo, além de utilizar-se sistemas de equações para estabelecer condições iniciais ao sistema. O objetivo desse trabalho é aplicar as definições e propriedades das equações diferenciais, estimando possíveis dilatações e contrações de condutores elétricos, estendendo os resultados obtidos de estudos semelhantes, que, no entanto, não haviam considerado a oscilação da temperatura ambiente com a variação do tempo [3].

Referências

- [1] BRONSON, Richar; Costa, Gabriel. Equações diferenciais. 3. Ed. Porto Alegre: Bookman, 2008. 307p. (Coleção Schaum).
- [2] ZILL, Dennis G.; CULLEN, Michael R. Equações diferenciais. 3. ed. São Paulo: Pearson Makron Books, 2001. 473 p.
- [3] MIOTTO, Carina M.; CARGNELUTTI, J; MACHADO, Vinicio M; APLICAÇÕES DAS EQUAÇÕES DIFERENCIAIS NA MODELAGEM MATEMÁTICA DA DILATAÇÃO/CONTRAÇÃO TÉRMICA DE CABOS DA REDE ELÉTRICA. 2013. 1 Artigo (Graduação de Matemática) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Paraná, 2013.

METODOLOGIA APLICADA AO ENSINO DA MATEMÁTICA NO 7º E 9º ANO, DO ENSINO FUNDAMENTAL II, NO CENTRO EDUCACIONAL APRONIANO MARTINS DE OLIVEIRA – CEAMO

William Martins César

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Mossoró
Rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400-A, Conjunto Ulrick Graf, Costa e Silva, 59628-330,
Mossoró, RN

Email: william.cesar19@gmail.com

Marinalba Maria de Medeiros Morais

Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte – Campus Mossoró
Rua Raimundo Firmino de Oliveira, 400-A, Conjunto Ulrick Graf, Costa e Silva, 59628-330,
Mossoró, RN

Email: marinalba.medeiros@ifrn.edu.br

Resumo

Apresentaremos uma vivência de observação de sala de aulas de matemática, durante o período de um mês do ano letivo de 2018, com as turmas do 7º e 9º ano do ensino fundamental II, do Centro Educacional Aproniano Martins de Oliveira (CEAMO), que é uma instituição da rede particular de ensino. Nessa pesquisa, o foco das observações foi o método de ensino tradicional, o qual é adotado pela instituição. A pesquisa tem a intenção de investigar os fatores que interferem de maneira positiva e/ou negativa na eficácia do processo ensino-aprendizagem das aulas de matemática ministradas no colégio. No que tange aos assuntos abordados, esses englobaram, a saber: Relações Métricas do Círculo e do Triângulo; Introdução à Trigonometria; Razão e Proporção e Regra de Três Simples e Composta. Com o intuito de fundamentar o método de ensino adotado pela escola, foram enfatizados fundamentos teóricos de pesquisadores como Luckesi (1994) e Saviani (2008), que possuem conjecturas que convergem para a teoria não crítica, aplicada pela instituição. Dessa forma, foi possível concluir que a aplicação do método de ensino tradicional, nas aulas de matemática, abordando as temáticas supracitadas, contribuiu de modo relevante na busca de uma melhor compreensão desses princípios matemáticos, todavia, encontrando desvantagens na abrangência, em virtude das proposições existentes na pedagogia tradicionalista.

Referências

- [1] LUCKESI, Cipriano Carlos. Filosofia da Educação. São Paulo. Cortez, 1994;
- [2] SAVIANI, Dermeval. Escola e Democracia. Editora Campinas, SP: Autores Associados, 2008. – (Coleção polêmicas do nosso tempo; 5).

AS OPERAÇÕES ARITMÉTICAS NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: REFLEXÕES À LUZ DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS

Wirla Castro de Souza Ramos

Universidade Federal do Acre, UFAC

Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, Rio Branco - AC, 69920-900

Email: wirlar@hotmail.com

Itamar Miranda da Silva

Universidade Federal do Acre, UFAC

Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, Rio Branco - AC, 69920-900

Centro de Educação, Letras e Artes - CELA

Email: Itamar.byanka2333@gmail.com

Resumo

Nessa pesquisa a ênfase será dada à Matemática Escolar, mais especificamente, às questões relacionadas ao ensino das operações aritméticas (adição, subtração, multiplicação e divisão) com números naturais, nos anos iniciais do Ensino Fundamental. A proposição do objeto de conhecimento matemático, justifica-se pela sua importância e ligação com outros conhecimentos que serão construídos pelo aluno, no decorrer da sua vida escolar. Objetivando analisar o processo de ensino, no referido nível de escolaridade, será utilizado um aporte teórico baseado na Teoria das Situações Didáticas (TSD), proposta por Guy Brousseau [1], que fundamenta a estrutura formada pelo sistema didático, considerando as interações entre professor e alunos, mediadas pelo saber nas situações de ensino e nas contribuições da Teoria dos Campos Conceituais (TCC), de Gérard Vergnaud [2], uma vez que os conceitos matemáticos são dotados de vários significados que estão conectados entre si. Sendo assim, tem-se a seguinte questão norteadora: quais as contribuições da Teoria das Situações Didáticas para o ensino das operações aritméticas com números naturais, nos anos iniciais do Ensino Fundamental? Diante disso, levando-se em consideração a natureza dessa pesquisa, a metodologia de investigação terá como base uma abordagem qualitativa de cunho descritivo e interpretativo, configurando-se na modalidade denominada pesquisa de campo. A investigação será realizada no contexto de uma escola pública, localizada na área urbana da cidade de Rio Branco/AC. Os sujeitos da pesquisa serão professoras que ensinam Matemática nos dois primeiros anos do Ensino Fundamental. Para materializar a pesquisa, serão utilizados questionários com perguntas fechadas e abertas, entrevistas semi-estruturadas, observação e análise de rotinas/registros de planejamento das aulas, diário de campo, análise de documentos oficiais que referenciam a Educação brasileira (PCNs e BNCC). Pretende-se elaborar uma Sequência Didática que possibilitará o ensino das referidas operações com números naturais, através de situações-problema, com foco nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a partir da perspectiva das teorias citadas, tendo em vista os documentos oficiais que referenciam a área da Matemática, no nível de escolaridade onde a pesquisa será realizada. Espera-se que esse trabalho possa constituir-se em uma proposta de ensino e também suscitar outras pesquisas que contribuam com uma Educação Básica de qualidade.

Referências

- [1] ALMOULOUD, Saddo Ag. Fundamentos da didática da matemática. Curitiba: UFPR, 2007.
- [2] D'AMORE, Bruno. Elementos de Didática da Matemática. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2007.

SEÇÕES TÉCNICAS

Experiências na orientação de trabalhos no Mestrado Profissional em Matemática da UFAC – PROFMAT/UFAC.

Edcarlos Miranda de Souza

Universidade Federal do Acre – UFAC

Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial, Rio Branco - AC, 69920-900

Email: profedcarlos@hotmail.com

Resumo

Nessa seção estaremos mostrando os resultados dos primeiros trabalhos orientados no PROFMAT/UFAC, no decorrer dos primeiros anos de experiência do programa, na Universidade Federal do Acre. Apresentamos diversas experiências, das quais pode-se destacar: a Matemática no contexto da educação escolar indígena [1], [2], a partir de uma experiência apresentada no XI Curso de Formação em Magistério Indígena, promovido pela Secretaria de Educação do Estado do Acre; a produção de softwares, onde apresentamos o roteiro e a elaboração de um software criado para armazenar e elaborar avaliações que sejam formuladas a partir da Teoria da Resposta ao Item [3],[4]; a Elaboração de material didático a partir de softwares já existentes, situação em que foram abordados diversos trabalhos, dentre os quais pode-se destacar as temáticas envolvendo a utilização da matemática financeira [5], a partir da planilha excel e com o uso da calculadora HP 12C [6]; o tratamento da informação, em nível básico, com o uso de planilhas eletrônicas [7]; o ensino de geometria espacial com o uso do software GeoGebra [8]; o ensino da parametrização das cônicas com o uso do GeoGebra [9]; o ensino de cálculo diferencial através do software WXMAXIMA [10] e os conceitos de matrizes inversas generalizadas na resolução de sistemas lineares por aproximação [11]. A maioria dos trabalhos utilizou-se de ferramentas de educação a distância, com as principais informações sobre os softwares, hiperlinkadas ao youtube e disponibilizadas gratuitamente na internet, com acesso livre a toda a comunidade. A experiência nessas ações tem se mostrado muito rica, pois tem possibilitado aos professores discentes do programa a elaboração do seu próprio material didático, dando a eles não somente o enfoque do ensino, mas também da criação, o que, ao nosso olhar, lhes possibilitará uma melhor performance no decorrer de suas aulas. Além disso, nessa experiência, os professores podem alocar também as peculiaridades regionais sempre que for necessário e ensinar Matemática em paralelo com o uso das tecnologias mais recentes.

Referências

- [1] SILVA, M. R. educação matemática no contexto escolar indígena: experiências de um processo formativo. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática–PROFMAT/UFAC. p. 1-99, 2015.
- [2] SILVA, M. R.; SOUZA, E. M.; SILVA, I. M. Percurso formativo de professores que ensinam Matemática em escolas indígenas do Acre. Zetetiké, Campinas, SP, v.26, n.1, jan./abr. p.185-205. 2018.
- [3] SOUZA, P. R. avaliação educacional utilizando a teoria de resposta ao item – TRI. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT/UFAC. p. 1-89, 2014.
- [4] SOARES, M. S. Proposta de um software de banco de itens calibrados pela teoria da resposta ao item (TRI), para uso de professores de matemática da educação básica. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT/UFAC. p. 1-90, 2014.

- [5] OLIVEIRA, L. F. H. Matemática financeira para o cotidiano. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática – PROFMAT/UFAC. p. 1-105, 2015.
- [6] LUZ, K. R. T. Proposta de um livro didático com recursos de videoaulas e calculadora hp 12c para o ensino de matemática financeira nos cursos técnicos a distância. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-95, 2017.
- [7] SILVA, R. M. Proposta de um texto sobre tratamento da informação em nível básico, com uso de planilhas eletrônicas. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-96, 2015.
- [8] TAMBURINI, R. S. Livro texto de geometria espacial em nível médio seguindo às orientações curriculares nacionais. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-177, 2015.
- [9] SOUSA, F. A. A. Utilizando o geogebra como ferramenta auxiliar no ensino de parametrização das cônicas. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-120, 2016.
- [10] TEIXEIRA, U. A. O Cálculo Através do wxMAXIMA. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-51, 2017.
- [11] FARIAS, F.R. Inversas generalizadas de matrizes e suas aplicações em resolução de sistemas lineares. Dissertação defendida no Mestrado Profissional em Matemática– PROFMAT/UFAC. p. 1-99, 2017.

Aplicações Biharmônicas entre Variedades Riemannianas

Clebes N. Brandão

Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, UFAC
 Rodovia BR 364, Km 04 - Distrito Industrial
 69920-900, Rio Branco, AC
 E-mail: clebes.brandao@ufac.br

Resumo

A noção de aplicações biharmônicas foi sugerida em 1964 por Eells e Sampson [3], como uma generalização natural das tradicionais aplicações harmônicas. Essas últimas são aplicações suaves $\varphi : (M^m, g) \rightarrow (\tilde{M}^n, \tilde{g})$, entre variedades Riemannianas que são pontos críticos do funcional energia $E(\varphi) = \int_M |d\varphi|^2 v_g$. Equivalente, φ é harmônica se satisfaz a equação de Euler-Lagrange $\tau(\varphi) := \text{tr} \nabla d\varphi = 0$, onde $\tau(\varphi)$ é conhecido como campo de tensão da aplicação φ . Eells e Sampson definiram uma aplicação biharmônica entre variedades Riemannianas como um ponto crítico do funcional bienergia.

$$E_2(\varphi) = \frac{1}{2} \int_M |\tau(\varphi)|^2 v_g$$

A equação de Euler-Lagrange associada a este funcional foi obtida em 1986 por Jiang [2], a saber:

$$\tau_2(\varphi) := -\Delta \tau(\varphi) - \text{tr} (\tilde{R}(d\varphi, \tau(\varphi))d\varphi) = 0$$

Aqui, $\tau_2(\varphi)$ é o campo de bitensão de φ , Δ_φ denota o Laplaciano agindo nas seções de $\Psi^{-1}(TM)$ e \tilde{R} denota o tensor curvatura de M . Uma subvariedade é chamada subvariedade biharmônica se sua aplicação de inclusão for uma imersão isométrica biharmônica. O estudo das subvariedades biharmônicas iniciou-se com os trabalhos independentes de B.Y. Chen [1] e G.Y. Jiang [2] em meados da década de 1980 e é hoje um assunto de pesquisa muito ativo. Dentre os problemas interessantes nesta teoria estão as duas seguintes conjecturas: *Qualquer subvariedade biharmônica em um espaço Euclidiano é mínima e Qualquer subvariedade biharmônica de uma variedade Riemanniana com curvatura seccional não-positiva é mínima.* A primeira conjectura é conhecida como Conjectura de Chen. Ela foi provada ser verdadeira em muitos casos particulares, mas permanece em aberto no caso geral. A segunda conjectura é devida a Caddeo, Montaldo e Oniciuc [4], e é uma generalização da Conjectura de Chen. Esta conjectura foi provada ser falsa.

Referências

- [1] CHEN, B.Y. Total Mean Curvature and Submanifolds of Finite Type, Ser. Pure Math., vol. 1, World Scientific Publishing Co., Singapore, 1984.
- [2] JIANG, G.Y. 2-harmonic maps and their first and second variational formulas, Chin. Ann. Math., Ser. A 7(4) (1986) 389-402.
- [3] EELLS, J.; SAMPSON, J.H. Harmonic mappings of Riemannian manifolds, Am. J. Math. 86 (1964) 109-160.
- [4] CADDEO, R.; MONTALDO, S.; ONICIUC, C. Biharmonic submanifolds of S^3 . Internat. J. Math. 12 (2001), no. 8, 867-876.

Optimality conditions and global convergence for nonlinear semidefinite programming ¹

Roberto Andreani ²

Gabriel Haeser ³

Daiana S. Viana⁴

Abstract

Sequential optimality conditions have played a major role in unifying and extending global convergence results for several classes of algorithms for general nonlinear optimization. In this paper, we extend these concepts for nonlinear semidefinite programming. We define two sequential optimality conditions for nonlinear semidefinite programming. The first is a natural extension of the so-called Approximate-Karush-Kuhn-Tucker (AKKT), well known in nonlinear optimization. The second one, called Trace-AKKT (TAKKT), is more natural in the context of semidefinite programming as the computation of eigenvalues is avoided. We propose an Augmented Lagrangian algorithm that generates these types of sequences and new constraint qualifications are proposed, weaker than previously considered ones, which are sufficient for the global convergence of the algorithm to a stationary point.

References

- [1] R. Andreani, G. Haeser, and J. M. Martinez. On sequential optimality conditions for smooth constrained optimization. *Optimization*, 60(5):627641, 2011.
- [2] R. Andreani, G. Haeser, D.S. Viana. Optimality conditions and global convergence for nonlinear semidefinite programming. to appear in *Mathematical Programming*.
- [3] R. Andreani, J. M. Martinez, and B. F. Svaiter. A new sequential optimality condition for constrained optimization and algorithmic consequences. *SIAM Journal on Optimization*, 20(6):35333554, 2010.
- [4] J. F. Bonnans and A. Shapiro. *Perturbation Analysis of Optimization Problems*. Springer Verlag, New York, 2000.
- [5] B. F. Lourenco, E. H. Fukuda, and M. Fukushima. Optimality conditions for nonlinear semidefinite programming via squared slack variables. *Mathematical Programming*, 166:124, 2016.

¹This work was supported by FAPESP (Grants 2013/05475-7 and 2017/18308-2), CNPq and CAPES.

²Department of Applied Mathematics, University of Campinas, Campinas, SP, Brasil

³Department of Applied Mathematics, University of Campinas, Campinas, SP, Brasil

⁴Center of Exact and Technological Sciences, Federal University of Acre, Rio Branco, AC, Brazil

Como o Ensino da Matemática Através da Modelagem Poderia Colaborar na Formação de Cidadãos Críticos e Responsáveis?

Fábio Henrique Marinho Cabral
Instituto Federal do Pará, IFPA
Av. Almirante Barroso, 1155
66093-020, Belém, PA
E-mail: fabiohmc2005@gmail.com

Jocimar Albernaz Xavier
Secretaria de Estado de Educação do Pará, SEDUC PA,
Rod. Augusto Montenegro, Km 10, s/n
66820-000, Belém, PA
E-mail: jocimarxavier@gmail.com

Resumo

A Matemática é vista por muitos como uma disciplina de repulsa e preocupação, principalmente em se tratando de ensino médio. Dentre os motivos que contribuem para essa afirmação está o fato dela geralmente ser ministrada de forma tradicional e mecanicista, sem a contextualização dos assuntos no meio social dos estudantes. Nessa pesquisa, buscamos minimizar essa dificuldade através do estudo da função afim, presente nas faturas de energia elétrica dos alunos, na cidade de Belém-PA, através da Modelagem Matemática. Segundo Brandt e Moretti (2016, p.164), “A Modelagem Matemática é uma das tendências da Educação Matemática, cuja principal característica é a de aproximar os conceitos matemáticos de situações reais, a fim de promover a formação profissional e cidadã do estudante” [1]. Nesse contexto, pretendemos responder ao seguinte problema de pesquisa: como o ensino da Matemática através da modelagem poderia colaborar na formação de cidadãos críticos e responsáveis? O objetivo geral do estudo é identificar as contribuições da Matemática para a formação profissional e cidadã dos estudantes, por intermédio da modelagem Matemática. Como objetivos específicos pretendemos apresentar uma aplicação da Matemática para a realidade dos estudantes, identificar as relações da Matemática com o meio ambiente e tentar despertar o interesse pelo estudo dessa disciplina através da participação ativa do aluno. Essa atividade foi executada com 19 alunos de uma turma de 3º ano do ensino médio técnico integrado em eletrotécnica, no Instituto Federal do Pará, campus Belém. Procuramos conectar o conteúdo matemático a um tema relacionado com a área profissionalizante dos alunos, bem como promover a conscientização e uma mudança de cultura em relação à preservação ambiental, através da utilização eficiente de energia elétrica. Inicialmente, a turma assistiu a uma palestra sobre o impacto ambiental das construções de grandes usinas hidroelétricas, onde foi explicado que essa é atualmente a maior fonte de geração de energia elétrica no Brasil. Compreenderam que existe uma relação direta entre o uso ineficiente de energia elétrica e os seus danos ao meio ambiente. Em seguida, pesquisaram formas de uso racional de energia elétrica em residências e aplicaram essas recomendações nas suas próprias moradias, durante o período de um mês, a fim de verificar se realmente haveria diminuição no valor da conta, na fatura de energia. Também identificaram a lei da função polinomial do 1º grau presente na sua conta de energia, calcularam o consumo de cada eletrodoméstico, multiplicando a potência dos aparelhos pela estimativa de tempo de uso mensal e, por fim, verificaram o percentual de impostos pagos na conta relativa

à sua residência. Ao final da atividade, os alunos responderam a um questionário aberto com a finalidade de verificar se os objetivos propostos haviam sido atingidos. Após a análise dos dados chegamos à conclusão que 80% dos discentes destacaram que é importante utilizar a energia de forma racional, devido a economia financeira, e apenas 37% citaram a preservação ambiental. Somente 46% conseguiram uma economia na conta, após a aplicação das sugestões de uso eficiente de energia. Um dos motivos que podem ter levado a esse baixo percentual, conforme foi alegado, pode ter sido o fato de que 42% das famílias não contribuíram para o bom andamento da atividade, fator determinante e crucial. Após a aplicação desse estudo, entendemos que é de suma importância utilizar a Matemática para abordar e refletir sobre temas que provoquem mudanças de cultura e contribuam para a formação humana e integral dos discentes com respeito ao meio ambiente, cuja preocupação é cada vez maior em nossa sociedade.

[...]Entretanto, nessa postura por nós defendida, a Modelagem e a Matemática se posicionam no mesmo patamar das preocupações sociais. Evidentemente, há uma preocupação muito forte se os alunos aprendem Matemática e, mais do que isso, de que os alunos necessitam aprender um instrumental matemático relevante, mas entendemos que essa aprendizagem vai se dar melhor, e isso é apenas uma suposição, se os alunos encontrarem um significado para aquilo que eles estão aprendendo [...] (MEYER, CALDEIRA e MALHEIROS, 2011, p.51). [2]

Portanto concluímos que é possível formar cidadãos éticos e responsáveis através do uso da modelagem matemática envolvendo questões sociais de grande relevância para a sociedade em geral.

Referências

- [1] BRANDT, C. F.; MORETTI, M. T. Ensinar e aprender Matemática: possibilidades para a prática educativa. Ponta Grossa: UEPG, 2016.
- [2] MEYER, J. F. da C. de A.; CALDEIRA, A. D; MALHEIROS, A. P. dos S. Modelagem em Educação Matemática. Belo Horizonte: Autentica Editora, 2011.

Some polynomial maps which satisfies the real Jacobian conjecture

Jackson Itikawa¹

Departamento de Matemática, UNIR
 BR 364, Km 9,5
 76801-059, Porto Velho, RO
 Email: itikawa@unir.br

Resumo

In this talk, we present two families of polynomial maps that satisfies the real Jacobian conjecture in the plane. The polynomials $(q(x) - p(y), q(y) + p(x)) : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ such that p and q are real polynomials that satisfies $p'(x)q'(x) = 0$ constitute the first family. The latter family are polynomial maps $(f, g) : \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^2$ with f and g real homogeneous polynomials of the same arbitrary degree satisfying certain conditions.

Referências

- [1] F. Braun and J. Llibre, *Sufficient conditions in order that the real Jacobian conjecture in \mathbb{R}^2 holds*, Anais da Academia Brasileira de Ciências 87 (2015), 1519–1524.
- [2] F. Braun and J. Llibre, *A sufficient condition in order that the real Jacobian conjecture in \mathbb{R}^2 holds*, J. Differential Equations 260 (2016), 5250–5258.
- [3] F. Braun and J. Llibre, *On the connection between global centers and global injectivity*, Preprint, 2017, arXiv:1706.02643.
- [4] A. Cima and J. Llibre, *Algebraic and topological classification of the homogeneous cubic vector fields in the plane*, J. of Math. Anal. and Appl. 147 (1990), 420–448.
- [5] F. Dumortier, J. Llibre and J.C. Artes, *Qualitative theory of planar differential systems*, Universitext, Springer-Verlag, 2006.
- [6] O.H. Keller, *Ganze Cremona-Transformationen*, Monatsh. Math. Phys. 17 (1939), 299–306.
- [7] S. Pinchuk, *A counterexample to the strong real Jacobian conjecture*, Math. Z. 217 (1994), 1–4.
- [8] M. Sabatini, *A connection between isochronous Hamiltonian centres and the Jacobian Conjecture*, Nonlinear Anal. 34 (1998), 829–838.
- [9] A. Van Den Essen, *Polynomial automorphisms and the Jacobian conjecture*, Progress in Mathematics 190, Birkhauser Verlag.

¹Professor Doutor da UNIR

On the asymptotic behaviour of solutions of a nonlinear viscoelastic plate equation with a strong damping and $\dot{p}(x, t)$ – Laplacian

Jorge Ferreira

Federal Fluminense University

Av. dos Trabalhadores, 420

27255-125, Volta Redonda, RJ

E-mail: ferreirajorge2012@gmail.com

Resumo

This talk is concerned with the general decay of weak solutions $u = u(x, t)$ for a class of plate equations with memory term and lower order perturbation of $\dot{p}(x, t)$ – Laplacian type. Precisely, we consider the following problem

$$\square u_{tt} + \Delta_{\dot{p}(x,t)}^2 u - \Delta u = \int_0^t g(t-s) \Delta u \, ds - \epsilon \Delta u - f(u) = 0 \text{ in } Q_T = \Omega \times [0, T]$$

$$+ \left(\frac{\partial u}{\partial \nu} \right) = 0 \text{ on } \Gamma_T = \partial \Omega \times [0, T],$$

$$\square u = \partial u / \partial \nu = 0 \text{ on } \Gamma_T = \partial \Omega \times [0, T].$$

$$u(x, 0) = u_0(x), \quad u_t(x, 0) = u_1(x) \text{ in } \Omega,$$

where

$$\Delta_{\dot{p}(x,t)} u = \sum_{i=1}^n \frac{\partial}{\partial x_i} \left(\frac{\partial u}{\partial x_i} \right)^{p_i(x,t)-2} \frac{\partial u}{\partial x_i}; \quad \dot{p} = (p_1, p_2, \dots, p_n)^T, \quad \epsilon > 0$$

and g is a memory kernel that decays at a general rate and $f(u)$ is a nonlinear function. Problem (1) was motivated by papers of Andrade *et al.* [1] and Liu *et al.* [6]. In recent years, plate equations with lower order perturbation of p -Laplacian for example see papers [1, 8, 9, 10]. Equations with nonstandard growth conditions occur in the mathematical modelling of various physical phenomena, e.g., the flows of electro-rheological fluids or fluids with temperature-dependent viscosity, nonlinear viscoelasticity, processes of filtration through a porous media and the image processing see [4] and references therein. Our objective in the present work is to extend the result of [1, 6] by considering (1) in the presence of the $\dot{p}(x, t)$ -Laplacian operator, concentrating our attention on difficulties caused by the variable exponents $p_i(x, t)$, $i = 1, 2, \dots, n$. To the best of our knowledge, this is the first work dealing with (1) subject to the interaction of memory term and a lower-order perturbation of a $\dot{p}(x, t)$ -Laplacian operator.

Referências

- [1] Andrade, D.; Silva, M.A.J.; Fu, M.T. Exponential stability for a plate equation with p -Laplacian and memory terms, *Math. Methods Appl. Sci.*, v. 35, p. 417–426, 2012.
- [2] Antontsev, S. Wave equation with $\dot{p}(x, t)$ -Laplacian and damping term: existence and blow-up, *Differ. Equ. Appl.*, 3, p. 503–525, 2011.
- [3] Antontsev, S.; Ferreira, J. On a Viscoelastic plate equation with strong damping and $\dot{p}(x, t)$ -Laplacian: existence and uniqueness, *Differential and Integral Equations*, 11/12, p. 1147–1170, 2014.

- [4] Antontsev, S. N.; Shmarev, S. I. Anisotropic parabolic equations with variable nonlinearity, Publ. Sec. Mat. Univ. Autonoma Barcelona, p. 355–399, 2009.
- [5] Ferreira, J.; Messaoudi, S.A. On the general decay of a nonlinear viscoelastic plate equation with a strong damping and $p(x, t)$ -Laplacian. Nonlinear Analysis, v. 104, p. 40-49, 2014.
- [6] Liu, W.; Li, G.; Hong, L. Decay of solutions for a plate equation with p -Laplacian and memory term, Electronic Journal of Differential Equations, v. 129, p. 1-5, 2012.
- [7] Messaoudi, S. A. Global existence and nonexistence in a system of Petrovsky, Journal of Mathematical Analysis and Applications, v. 265, n. 2, p. 296–308, 2002.
- [8] Yang, Z. Global existence, asymptotic behavior and blowup of solutions for a class of nonlinear wave equations with dissipative term, J. Differential Equations, v. 187, p. 520–540, 2003.
- [9] Yang, Z. Longtime behavior for a nonlinear wave equation arising in elasto-plastic flow, Math. Methods Appl. Sci., v. 32, p. 1082–1104, 2009.
- [10] Yang, Z. Global attractor and their Hausdorff dimensions for a class of Kirchhoff models, J. Math. Phys., v. 51, n. 032701, p. 17, 2010.

Um problema de Neumann do tipo Ambrosetti-Prodi para o p -Laplaciano

Moisés Aparecido do Nascimento
 Departamento de Matemática, UTFPR
 Via do Conhecimento, KM 01.
 CEP 85503-390, Pato Branco, Paraná.
 mnascimento@utfpr.edu.br

Resumo

Neste trabalho, apresentaremos um resultado existência e multiplicidade de soluções para um problema do tipo Ambrosetti-Prodi com condição de Neumann na fronteira. Ambrosetti e Prodi [1], em 1972, consideraram o seguinte problema:

$$(P_D) \quad \begin{cases} -\Delta u = f(u) + v(x); & x \in \Omega \\ u = 0; & x \in \partial\Omega \end{cases}$$

onde $v \in C^{0,\alpha}(\Omega)$, $0 < \alpha < 1$, e $f \in C^2(\mathbb{R})$ satisfazendo as condições:

1. $f'(s) > 0; \forall s \in \mathbb{R}$,
2. $0 < \lim_{s \rightarrow -\infty} \frac{f(s)}{s} < \lambda < \lim_{s \rightarrow -\infty} \frac{f(s)}{s} < \lambda$.

Utilizando teoremas de inversão para aplicações diferenciáveis com singularidades em espaços de Banach, eles provaram a existência de uma variedade Γ , conexa e fechada, de classe C^1 em $C^{0,\alpha}(\Omega)$ que divide o espaço em duas componentes conexas A_0 e A_1 , de modo que o problema (P_D) , tem exatamente uma solução se $v \in \Gamma$, nenhuma solução se $v \in A_0$ e exatamente duas soluções se $v \in A_1$.

Berger e Podolak, em 1975, fizeram a decomposição de v na forma $v(x) = t\phi(x) + h(x)$, sendo $\phi(x)$ a primeira autofunção positiva de $(-\Delta, W_0^{1,2}(\Omega))$ e $h(x) \in \text{span}(\phi)^\perp$. Usando o método de Liapunov-Schmidt, eles mostraram precisamente o mesmo resultado que Ambrosetti e Prodi, apresentado da seguinte maneira: (P_D) tem exatamente duas soluções, uma ou nenhuma solução se $t < t_1$, $t = t_1$ ou $t > t_1$, respectivamente. O problema para o p -Laplaciano com condição de Neumann foi considerado por De Paiva e Montenegro [3]. Mais precisamente, em [3], os autores consideram o seguinte problema

$$(P_{Nt}) \quad \begin{cases} -\Delta_p u = f(x, u) + t; & x \in \Omega \\ |\nabla u|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial \nu} = 0; & x \in \partial\Omega \end{cases}$$

com $f: \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ uma função de Caratheodory satisfazendo condições como em [2]. Os autores provam que existe $t_0 \in \mathbb{R}$ tal que (P_{Nt}) não tem soluções, se $t > t_0$, e (P_{Nt}) tem pelo menos uma solução minimal, se $t < t_0$. Se em adição f for localmente Lipschitz contínua em s , uniformemente q.t.p $x \in \Omega$ então existe $t_1 > t_0$ tal que, para $t < t_1$, o problema (P_{Nt}) tem pelo menos duas soluções distintas. Além disso, a igualdade $t_1 = t_0$, ocorre se $f \in C(\Omega \times \mathbb{R})$. O seguinte problema de Neumann será abordado nesse trabalho:

$$(P_t) \quad \begin{cases} -\Delta_p u = f(x, u) + t\phi(x); x \in \Omega \\ |\nabla u|^{p-2} \frac{\partial u}{\partial \nu} = 0; x \in \partial\Omega \end{cases}$$

onde $\phi(x) \geq 0$, $\phi(x) \not\equiv 0$, $\phi, h \in L^\infty(\Omega)$, $\Omega \subset \mathbb{R}^N$ um aberto, limitado e com fronteira $\partial\Omega$ suave e $f: \Omega \times \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ uma função de Caratheodory satisfazendo as seguintes condições:

$$\lim_{s \rightarrow -\infty} \sup_{|s|^{p-2}s} f(x, s) < 0 < \lim_{s \rightarrow +\infty} \inf_{|s|^{p-2}s} f(x, s)$$

uniformemente em $x \in \Omega$.

Supomos também que $\forall M > 0, \exists \lambda > 0$ tal que,

$$g(x, u) = f(x, u) + \lambda |u|^{p-2}u \text{ é não decrescente, } \forall u \in [-M, M],$$

e a seguinte condição de crescimento

$$|f(x, s)| \leq c(1 + |s|^{p-1}); \forall (x, s) \in \Omega \times \mathbb{R}$$

Faremos uma breve demonstração do seguinte resultado do tipo Ambrosetti-Prodi: existem $t_1 \leq t_0 \in \mathbb{R}$, tais que

1. Se $t < t_1$, então (P_t) possui pelo menos duas soluções.
2. Se $t \leq t_0$, então o problema possui (P_t) pelo menos uma solução.
3. Se $t > t_0$, então o problema (P_t) não possui solução.

Referências

- [1] AMBROSETTI, A.; PRODI, G. On the inversion of some differentiable mappings with singularities between Banach spaces. Ann.Mat.Pura Appl, v.4, n.93, p. 231-246, 1972.
- [2] ARCOYA, D.; RUIZ, D. The Ambrosetti-Prodi problem for the p -Laplacian operator. Comm. Part.Diff.Eqns, v.31, p.849-865, 2006.
- [3] DE PAIVA, F.O.; MONTENEGRO, M. An Ambrosetti-Prodi-Type Result for a QuasilinearNeumann Problem. Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, v.55, p.771-780, 2012.

O Ensino de Frações no Ensino Fundamental: um olhar para o ENEM

Moriel M. Tenório ¹

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM
R. 29 de Agosto, 786 - Centro
Av. Circular Municipal, 1805 – São Pedro
69800-000, Humaitá, AM
Email: mt.15moriel@gmail.com

Leonardo D. de Azevedo Neto

Instituto de Educação, Agricultura e Ambiente, UFAM
R. 29 de Agosto, 786 - Centro
Av. Circular Municipal, 1805 – São Pedro
69800-000, Humaitá, AM
Email: leonardo.dourado13@gmail.com

Resumo

O surgimento das frações é concebido pelo povo egípcio ao enfrentar situações em que o conceito de número natural não conseguia resolver os problemas práticos da época, como por exemplo, a medição de terras próximas ao Nilo, assim como se verifica na referência (BOYER, 2012). Também, frações é um dos tópicos a serem apresentados e ensinados aos estudantes do Ensino Fundamental, nos Anos Iniciais, e complementados durante os Anos Finais, assim como é previsto pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (BRASIL, 2017). Dito isso, viu-se a necessidade de verificar como é o ensino de frações no 5º e 6º anos do Ensino Fundamental, as séries em que há a abordagem do conceito de frações. Afinal, não há um único caminho de se ensinar, já que cada estudante tem sua maneira de pensar, agir, socializar, assimilar e aprender algo em determinado assunto ou situação, ainda mais que estamos lidando com seres humanos, estamos trabalhando com a complexidade do pensamento humano, bem como nos fala Alves (1981). Para isso, tomamos como base de dados as edições do ENEM, dispostas num período de 2007 e 2017, englobando quatro edições do evento que ocorre a cada três anos. Para dar prosseguimento, na página de cada uma das quatro edições, usando a ferramenta de busca, usou-se das palavras: fração(ões), números racionais ou números decimais. Com elas, tivemos um total de 39 trabalhos a serem analisados, baseados na Análise de Conteúdo de Bardin (2016). Com a leitura flutuante e delimitação, ficamos com 10 trabalhos para análise e inferência, onde pudemos verificar como se encontra o ensino e como ele ocorre em cada local em que foram realizados os trabalhos, o que nos dá uma visão sobre as diferentes metodologias por meio das quais os discentes do ensino fundamental podem vir a aprender e compreender esse tópico da Matemática. A partir disso, chega-se a consecução dessa revisão, tendo uma visão discente e docente acerca do ensino de frações, no Ensino Fundamental, mesmo que com resultados nem sempre satisfatórios.

¹Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/FAPEAM

Referências

- [1] ALVES, R. Filosofia da Ciência: introdução ao jogo e suas regras. São Paulo: Brasiliense, 1981. p. 92-107.
- [2] BARDIN, L. Análise de Conteúdo. [tradução de L. A. Reto e A. Pinheiro]. 1. ed. 3. reimpr. São Paulo: Edições 70, 2016.
- [3] BOYER, C. B.; MERZBACH, U. C. História da Matemática. [tradução de H. Castro]. São Paulo: Blucher, 2012.
- [4] BRASIL. MEC. Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/12/BNCC_14dez2018_site.pdf>. Acesso em: 15 dez. 2018.

Ensino de limites, derivadas e integrais com aplicações práticas, no 3º ano do Ensino Médio

Victor Nascimento de Souza

Universidade Federal do Acre, UFAC
Rodovia BR 364, Km 04 – Distrito Industrial,
69920-900, Rio Branco, AC
Email: victorsouza68@hotmail.com

Gilberto Francisco Alves de Melo

Colégio de Aplicação, UFAC
Av. Getúlio Vargas, 654 - Centro
69900150, Rio Branco, AC
E-mail: ras@famat.ufu.br

Resumo

O ensino de cálculo no ensino médio é um grande desafio como demonstra em uma entrevista, o professor Nílson José Machado, professor na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. Ele fala que a tentativa de lecionar cálculo no ensino médio fracassa porque é aplicada de maneira incorreta, pois os professores da educação básica cometem os mesmos erros cometidos no ensino de cálculo das universidades. Até hoje, no Brasil e no mundo, quase todas as tentativas de ensinar cálculo na escola básica falharam. “Tais fracassos não deveriam nos surpreender”, diz Nílson em uma entrevista, “pois essas tentativas não passaram de uma antecipação do modo como o cálculo é ensinado na universidade, e o problema é que, nem na universidade, o curso de introdução ao cálculo funciona bem. Como poderia funcionar bem no ensino médio?” [1]. Na necessidade de suprir a iniciativa de um aluno que focava seu estudo para o êxito em vestibulares e provas de grandes concursos, surgiu a ideia de uma complementação na grade curricular do terceiro ano, no 2º semestre de 2018 do Colégio de Aplicação/UFAC. A iniciativa do Prof. Gilberto Melo junto com a minha ajuda, aluno do 6º período do Curso de Licenciatura em Matemática da Universidade Federal do Acre. A priori, nos baseamos pelo livro Fundamentos de Matemática Elementar, volume 8 (limites, derivadas e noções de integral), de Gelson Iezzi e Nílson Machado [2]. O trabalho foi elaborado da seguinte maneira: primeiro era feito uma explanação de cada conteúdo, pois teríamos, assim, um feedback prévio do que os alunos tinham conhecimento do assunto. Então, era iniciado o conteúdo, com uma explicação das definições e exemplos realizados no quadro. Sempre na tentativa de trazer para os alunos aplicações práticas do dia a dia, principalmente na parte de derivadas e integrais. A utilização do software GeoGebra foi bastante significativa, pois proporcionou a oportunidade de os alunos poderem ver de forma gráfica os assuntos de limites, derivadas e integrais. O preconceito dos alunos, em relação ao conteúdo que não estava na ementa daquele ano de estudos, foi bem significativo, mas muitos deles mostraram-se interessados, principalmente os estudantes que já tinham como foco cursos na área das exatas. Os resultados dessa experiência indicam que, apesar da baixa adesão dos (as) alunos(as), a exploração de aplicações práticas e dos conceitos básicos constitui uma via promissora, no estudo destes temas, no ensino médio.

Referências

- [1] <https://imaginariopuro.wordpress.com/2015/10/28/calculo-no-ensino-medio-ja-passou-da-hora/>
- [2] Iezzi, Gelson; Murakami, Carlos; Machado, Nilson José. Fundamentos de Matemática Elementar, V.8: Limites, Derivadas, Noções de Integral - 7 ed.- São Paulo: Atual, 2013.

Existência e Decaimento Exponencial-Polinomial para uma E.D.P. Não Linear de 4ª Ordem Envolvendo Expoente Variável

Willian dos Santos Panni

Universidade Federal Fluminense

Av. dos Trabalhadores, 420 27255-125, Volta Redonda, RJ

E-mail: willianpanni@id.uff.br

Jorge Ferreira

Universidade Federal Fluminense

Av. dos Trabalhadores, 420 27255-125, Volta Redonda, RJ

ferreirajorge2012@gmail.com

Resumo

Nesse trabalho, estudamos a existência de soluções fracas para uma equação de onda de quarta ordem, envolvendo expoente variável não linear sobre um domínio limitado. Além disso, obtivemos um resultado relacionado com o decaimento exponencial e polinomial das soluções. Para demonstrar a existência de soluções fracas, utilizamos o método de Faedo-Galerkin acoplado com diversos resultados clássicos de Análise Funcional, espaços de Lebesgue e Sobolev, com expoente variável, que podem ser encontrados em Fan e Zhao (2001) e desigualdades clássicas para o referido problema. Para o comportamento assintótico, usamos uma técnica introduzida por Nakao (1995). Tal método foi aplicado para uma equação de onda não linear e, no presente trabalho, fizemos uma adaptação para utilizarmos em nosso problema. Está em fase de conclusão a análise numérica e simulação da solução. Ressaltamos que a unicidade da solução fraca é um problema em aberto, entretanto, estamos trabalhando para solucionar a aludida conjectura. Equações Diferenciais Parciais com expoente variável surgiram há aproximadamente duas décadas, mais precisamente, iniciadas por matemáticos russos e, atualmente, aqui no Brasil existem poucos matemáticos trabalhando na referida área. Problemas envolvendo expoente variável têm inúmeras aplicações nas ciências aplicadas, por exemplo, em fluidos eletro-reológicos, fluidos termo-reológicos de fluxo viscoso não Newtoniano, problemas em elasticidade não linear, restauração de imagem, equações de viga não lineares, processamento de imagens, entre outras. Chabrowski e Fu (2005) estudaram a existência de soluções para problemas elípticos, envolvendo o operador $p(x)$ -Laplaciano em um domínio limitado. Zhang e Zhou (2009) demonstraram a existência, unicidade e o comportamento assintótico de soluções fracas para uma equação parabólica degenerada de quarta ordem, com expoente variável. Além do mais, existem diversos artigos russos, chineses, alemães, árabes e brasileiros que estudaram a existência de soluções, unicidade, comportamento assintótico e blow up para problemas envolvendo o operador $p(x)$ -Laplaciano. Os primeiros resultados, na literatura, relacionados com equações de onda e vigas, envolvendo o operador $p(x, t)$ -Laplaciano foram publicados por Antontsev (2011), Antontsev e Ferreira (2013), Antontsev e Ferreira (2014) e Ferreira e Messaoudi (2014). Motivados por tais aplicações e trabalhos mencionados acima, estudamos no presente trabalho o seguinte problema de valor inicial

$$(1) \quad \begin{cases} \square \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} + \Delta(|\Delta u|^{p(x)-2} \Delta u) - \Delta \frac{\partial u}{\partial t} + f(x, t, \frac{\partial u}{\partial t}) = g(x, t) \text{ em } Q_T \\ \square \frac{\partial u}{\partial t} = \Delta u = 0 \text{ em } \partial \Omega \times (0, T), \\ \square u(x, 0) = u_0(x), \frac{\partial u(x, 0)}{\partial t} = u_1(x) \text{ em } \Omega \end{cases}$$

Onde $\Omega \subset \mathbb{R}^N$ ($N \geq 3$) é um domínio limitado com fronteira $\partial \Omega$ suave, $0 < T < \infty$, $Q_T = \Omega \times (0, T)$ e as funções p, f, g, u_0 e u_1 satisfazem as seguintes hipóteses:

(H.1): $p : \bar{\Omega} \rightarrow (1, \infty)$ é log-Hölder contínua, isto é, existe uma constante $c > 0$ tal que

$$(2) \quad |p(x) - p(y)| \log |x - y| \leq c; \quad \forall x, y \in \bar{\Omega}$$

e satisfaz

$$(3) \quad 1 > p^- = \inf_{\Omega} p(x) \leq p^+ = \sup_{\Omega} p(x) < \frac{N}{2}; \quad \forall x \in \bar{\Omega}$$

onde $\bar{\Omega}$ denota o fecho de Ω ;

(H.2): $f(x, t, s) \in C(\Omega \times [0, \infty) \times \mathbb{R})$ e existem constantes positivas c_1, c_2 , e c_3 tais que

$$(4) \quad \begin{cases} f(x, t, s)s \geq c_1 |s|^{q(x)} - c_3 \\ |f(x, t, s)| \leq c_2 (|s|^{q(x)-1} + 1) \end{cases}$$

para todo $(x, t, s) \in \Omega \times [0, \infty) \times \mathbb{R}$, onde $\bar{q} : \Omega \rightarrow (1, \infty)$ é log-Hölder contínua satisfazendo

$$(5) \quad 1 < q^- = \inf_{\Omega} q(x) \leq q(x) < \frac{Np(x)}{N - 2p(x)}; \quad \forall x \in \bar{\Omega}.$$

(H.3): $u_0 \in W_0^{2,p(x)}(\Omega) \cap W_0^{1,2}(\Omega), u_1 \in L^2(\Omega)$ e $g \in L^{q'(x)}(Q_T)$ onde

$$(6) \quad \frac{1}{q(x)} + \frac{1}{q'(x)} = 1; \quad \forall x \in \bar{\Omega}.$$

(H.4): $f(x, t, s) \in C(\Omega \times [0, \infty) \times \mathbb{R})$ e existem constantes c_4 e c_5 tais que

$$(7) \quad \begin{cases} f(x, t, s)s \geq c_4 |s|^{q(x)} \\ |f(x, t, s)| \leq c_5 |s|^{q(x)-1} \end{cases}$$

(Teorema 1): Sob hipóteses **H.1, H.2, H.3** o problema (1) tem solução fraca.

(Teorema 2): Seja $p^- > \max\{1, \frac{2N}{N+2}\}$. Então existem constantes $C > 0$ e $\lambda > 0$ tais que as soluções fracas satisfazem:

Se $q^- \geq 2$, então

$$(8) \quad \int_{\Omega} \frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{|\Delta u(x, t)|^2}{p(x)} \right) dx + \int_{\Omega} |\Delta u(x, t)|^2 dx \leq \begin{cases} C e^{-\lambda t}, & \forall t \leq 0, \text{ se } p^+ = 2, \\ C(t+1)^{-\frac{p^+}{p^+-2}}, & \forall t \geq 0, \text{ se } p^+ > 2 \end{cases}$$

Se $1 < q^- < 2$, então

$$(9) \quad \int_{\Omega} \left| \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \right|^2 dx + \int_{\Omega} |\Delta u(x,t)|^{p(x)} dx \leq C(t+1)^{\frac{-p^+(q^- - 1)}{p^+ - q^-}}, \quad \forall t \geq 0, \text{ se } p^+ < q^-$$

$$\int_{\Omega} \left| \frac{\partial u(x,t)}{\partial t} \right|^2 dx \leq C e^{-\gamma t}, \quad \forall t \geq 0, \text{ se } p^+ \geq q^-,$$

Referências

- [1] ANTONTSEV, S. Wave equation with $p(x, t)$ -Laplacian and damping term: existence and blow-up. *Journal Differential Equations & Applications*, v. 3, p. 503-525, 2011.
- [2] ANTONTSEV, S.; FERREIRA, J. On a viscoelastic plate equation with strong damping and $p(x, t)$ -Laplacian existence and uniqueness. *Journal Differential and Integral Equations*, v. 27, p. 1147-1170, 2014.
- [3] FAN, X. L.; ZHAO, D. On the spaces $L^{p(x)}(\Omega)$ and $W^{m,p(x)}(\Omega)$. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, v. 263, p. 424-446, 2001.
- [4] CHABROWSKI, J.; FU, Y. Existence of solutions for $p(x)$ -Laplacian problems on a bounded domain. *Journal of Mathematical Analysis and Applications*, v. 306, p. 604-618, 2005.
- [5] FERREIRA, J.; MESSAOUDI, S. A. On the general decay of a nonlinear viscoelastic plate equation with a strong damping and $p(x, t)$ -Laplacian. *Nonlinear Analysis: Theory, Methods and Applications*, v. 104, p. 40-49, 2014.
- [6] NAKAO, M. Energy decay for the quasilinear wave equation with viscosity. *Mathematische Zeitschrift*, v. 219, p. 289-299, 1995.
- [7] ZHANG, C.; ZHOU, S. A fourth-order degenerate parabolic equation with variable exponent. *Journal of Partial Differential Equations*, v. 22, p. 376-392, 2009.

