

Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Luca Vieira
(Organizadores)



Incompletudes e Contradições para os Avanços da Pesquisa em Matemática 2

Américo Junior Nunes da Silva
André Ricardo Luca Vieira
(Organizadores)



Incompletudes e Contradições para os Avanços da Pesquisa em Matemática 2

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 Cremona

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
Prof^ª Dr^ª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª 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. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele 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
Prof^ª Dr^ª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Prof^ª Dr^ª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof^ª Dr^ª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
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^ª Dr^ª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^ª Dr^ª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª 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

Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci 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

Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª 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
Prof^ª Dr^ª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^ª Dr^ª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Prof^ª Dr^ª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof^ª Dr^ª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Prof^ª Dr^ª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^ª Dr^ª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Prof^ª Dr^ª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Prof^ª Dr^ª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof^ª Dr^ª 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
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof^ª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof^ª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Prof^ª Dr^ª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof^ª Dr^ª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Prof^ª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Prof^ª 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
Prof^ª 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. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná
Prof. Ma. 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. 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
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/UFPA
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 Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Prof^ª Dr^ª Lívia 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
Prof^ª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz
Prof^ª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará
Prof^ª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie
Prof^ª Dr^ª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa
Prof^ª 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
Prof^ª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão
Prof^ª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo
Prof^ª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana
Prof^ª 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

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Maria Alice Pinheiro
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadores: Américo Junior Nunes da Silva
 André Ricardo Luca Vieira

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

I37 Incompletudes e contradições para os avanços da pesquisa em matemática 2 / Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André Ricardo Luca Vieira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF
 Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader
 Modo de acesso: World Wide Web
 Inclui bibliografia
 ISBN 978-65-5706-856-4
 DOI 10.22533/at.ed.564210803

1. Matemática. I. Silva, Américo Junior Nunes da (Organizador). II. Vieira, André Ricardo Luca (Organizador). III. Título.

CDD 510

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 todos de surpresa. De repente, ainda no início de 2020, tivemos que mudar as nossas rotinas de vida e profissional e nos adaptar a um “novo normal”, onde o distanciamento social foi posto enquanto a principal medida para barrar o contágio da doença. As escolas e universidades, por exemplo, na mão do que era posto pelas autoridades de saúde, precisaram repensar as suas atividades.

Da lida diária, na 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.

O contexto social, político e cultural tem demandado questões muito particulares para a escola e, sobretudo, para a formação, trabalho e prática docente. Isso, de certa forma, tem levado os gestores educacionais a olharem para os cursos de licenciatura e para a Educação Básica com outros olhos. A sociedade mudou, nesse contexto de inclusão, tecnologia e de um “novo normal”; com isso, é importante olhar mais atentamente para os espaços formativos, em um movimento dialógico e pendular de (re)pensar as diversas formas de se fazer ciências no país. A pesquisa, nesse interim, tem se constituído como um importante lugar de ampliar o olhar acerca das inúmeras problemáticas, sobretudo no que tange ao conhecimento matemático.

É nessa sociedade complexa e plural que a Matemática subsidia as bases do raciocínio e as ferramentas para se trabalhar em outras áreas; é percebida enquanto parte de um movimento de construção humana e histórica e constitui-se importante e auxiliar na compreensão das diversas situações que nos cerca e das inúmeras problemáticas que se desencadeiam diuturnamente. É importante refletir sobre tudo isso e entender como acontece o ensino desta ciência e o movimento humanístico possibilitado pelo seu trabalho.

Ensinar Matemática vai muito além de aplicar fórmulas e regras. Existe uma dinâmica em sua construção que precisa ser percebida. Importante, nos processos de ensino e aprendizagem da Matemática, priorizar e não perder de vista o prazer da descoberta, algo peculiar e importante no processo de matematizar. Isso, a que nos referimos anteriormente, configura-se como um dos principais desafios do educador matemático e sobre isso, de uma forma muito particular, abordaremos nesta obra.

É neste sentido, que o livro “***Incompletudes e Contradições para os Avanços da***

Pesquisa em Matemática", nasceu, como forma de permitir que as diferentes experiências do professor pesquisador que ensina Matemática sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para professores da Educação Básica e outros sujeitos. Reunimos aqui trabalhos de pesquisa e relatos de experiências de diferentes práticas que surgiram no interior da universidade e escola, por estudantes e professores pesquisadores de diferentes instituições do país.

Esperamos que esta obra, da forma como a organizamos, desperte nos leitores provocações, inquietações, reflexões e o (re)pensar da própria prática docente, para quem já é docente, e das trajetórias de suas formações iniciais para quem encontra-se matriculado em algum curso de licenciatura. Que, após esta leitura, possamos olhar para a sala de aula e para o ensino de Matemática com outros olhos, contribuindo de forma mais significativa com todo o processo educativo. Desejamos, portanto, uma ótima leitura a todos e a todas.

Américo Junior Nunes da Silva

André Ricardo Lucas Vieira

REFERÊNCIAS

SILVA, A. J. N. da. Professores de Matemática em início de carreira e os desafios (im)postos pelo contexto pandêmico: um estudo de caso com professores do semiárido baiano: doi. [org/10.29327/217514.7.1-5](https://doi.org/10.29327/217514.7.1-5). **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 7, n. 1, p. 17, 2021. Disponível em: <http://periodicorease.pro.br/rease/article/view/430>. Acesso em: 10 fev. 2021.

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

O PERFIL DO LICENCIANDO EM MATEMÁTICA NO MARANHÃO: POSSIBILIDADES DE FORMAÇÃO DA POSTURA INVESTIGATIVA

Celina Amélia da Silva

Carmen Teresa Kaiber

DOI 10.22533/at.ed.5642108031

CAPÍTULO 2..... 12

GEOMETRIA EUCLIDIANA E NÃO EUCLIDIANAS RECORTES HISTÓRICOS

Adan Rodrigo Vale Pacheco

Fábio Barros Gonçalves

Miguel Chaquiam

DOI 10.22533/at.ed.5642108032

CAPÍTULO 3..... 25

PUZZLES MATEMÁTICOS COMO ESTRATÉGIA FACILITADORA DA APRENDIZAGEM

Wharton Martins de Lima

Davis Rytley Lira Martins

Jamilson Pinto de Medeiros

João Pedro Nogueira da Silva

Sérgio Barbosa da Penha

William Gomes dos Santos

DOI 10.22533/at.ed.5642108033

CAPÍTULO 4..... 35

AS DIFICULDADES DA MATEMÁTICA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Francisca Missilene Muniz Magalhães

Pedro Franco de Sá

DOI 10.22533/at.ed.5642108034

CAPÍTULO 5..... 44

UTILIZANDO O GEOGEBRA PARA DETERMINAR APROXIMAÇÕES PARA RAÍZES DE EQUAÇÕES ATRAVÉS DE MÉTODOS NUMÉRICOS

Daniel Martins Nunes

Fábio Mendes Ramos

DOI 10.22533/at.ed.5642108035

CAPÍTULO 6..... 59

DISCALCULIA EM FOCO: ESTUDO DE CASO COM UM ESTUDANTE DO 7º ANO

Emilim Caroline Canabarro

Lucieli Martins Gonçalves Descovi

DOI 10.22533/at.ed.5642108036

CAPÍTULO 7	71
DISTRIBUIÇÃO ODD LOG-LOGÍSTICA CAUCHY: TEORIA E APLICAÇÕES	
Beatriz Nascimento Gomes	
Altemir da Silva Braga	
DOI 10.22533/at.ed.5642108037	
CAPÍTULO 8	80
RECURSOS DIDÁTICOS PARA PRODUZIR, LER, ESCREVER E PENSAR OS NÚMEROS	
Helena Dória Lucas de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.5642108038	
CAPÍTULO 9	91
NIELS HENRIK ABEL (1802-1829) 190 ANOS DEPOIS	
Dayson Wesley Lima Castro	
Arlison da Conceição Rocha	
Natanael Freitas Cabral	
Miguel Chaquiam	
DOI 10.22533/at.ed.5642108039	
CAPÍTULO 10	104
SOLUÇÃO NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DE LAPLACE BIDIMENSIONAL ANISOTRÓPICA E O FATOR DE CONVERGÊNCIA ASSINTÓTICA	
Giovanni Santos	
Mairon Carliel Pontarolo	
Sebastião Romero Franco	
DOI 10.22533/at.ed.56421080310	
CAPÍTULO 11	109
CONSTRUINDO E RESOLVENDO SITUAÇÕES-PROBLEMA SOBRE ESTRUTURAS ADITIVAS USANDO DIAGRAMAS DE VERGNAUD E EXCEL COM PROFESSORES DE ESCOLAS PÚBLICAS E PRIVADAS	
Ana Emilia de Melo Queiroz	
DOI 10.22533/at.ed.56421080311	
CAPÍTULO 12	118
UM ESTUDO SOBRE A UTILIZAÇÃO DE JOGOS E BRINCADEIRAS NAS AULAS DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA	
José Roberto Costa	
Vanessa Tluscik dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.56421080312	
CAPÍTULO 13	130
A INTERDISCIPLINARIDADE NA PRÁTICA PEDAGÓGICA: RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE QUÍMICA E MATEMÁTICA NO BRASIL	
Catiex Rodrigues de Souza	
Adelmo Carvalho da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.56421080313	

CAPÍTULO 14.....	143
INVESTIGAÇÃO MATEMÁTICA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DA ÁLGEBRA	
Wanderlei Verissimo	
Thiago Fanelli Ferraiol	
DOI 10.22533/at.ed.56421080314	
CAPÍTULO 15.....	156
DIFICULDADES E PERSPECTIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA DO IFNMG CAMPUS JANUÁRIA	
Gustavo Pereira Gomes	
Bianca Menezes Campos	
DOI 10.22533/at.ed.56421080315	
CAPÍTULO 16.....	164
A APRENDIZAGEM MATEMÁTICA: REVENDO AS ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS E REPENSANDO A PRÁTICA	
Elivane Leandro da Silva	
Lucianne Oliveira Monteiro Andrade	
Marcelo de Sousa Coêlho	
DOI 10.22533/at.ed.56421080316	
CAPÍTULO 17.....	187
ENSINANDO MATRIZES, SISTEMAS LINEARES E DETERMINANTES USANDO UM APLICATIVO ONLINE	
Cristiane Martins Fernandes Tavares	
Edson Leite Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.56421080317	
CAPÍTULO 18.....	205
O ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE (CTS): PERSPECTIVA PARA UMA NOVA TENDÊNCIA	
Eliana Alves Arxer	
Dulcimeire Aparecida Volante Zanon	
DOI 10.22533/at.ed.56421080318	
CAPÍTULO 19.....	214
UM PROJETO DE PESQUISA DE ENSINO DE MATEMÁTICA PENSADO PARA O ALUNO DEFICIENTE VISUAL DO INSTITUTO FEDERAL DO PARANÁ - IFPR	
Adriana Stefanello Somavilla	
Luani Griggio Langwinski	
Leonardo Silguero Pimentel	
DOI 10.22533/at.ed.56421080319	
CAPÍTULO 20.....	225
CONTRIBUIÇÕES DA TABUADA PARA O DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO ALGÉBRICO	
Adriana de Jesus Gabilão	

Crys Michelly Vieira de Oliveira Dutra

Renata Forti Braga

DOI 10.22533/at.ed.56421080320

CAPÍTULO 21.....228

SOLUÇÃO NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DE POISSON 2D ANISOTRÓPICA COM SOLVER LINHA

Mairon Carliel Pontarolo

Giovanni Santos

Sebastião Romero Franco

DOI 10.22533/at.ed.56421080321

CAPÍTULO 22.....233

O ENSINO DE MATEMÁTICA ATRAVÉS DO USO DOS JOGOS DIGITAIS

Vilma Luísa Sieglloch Barros

DOI 10.22533/at.ed.56421080322

CAPÍTULO 23.....241

ESTUDO DE DINÂMICA NÃO LINEAR E CAOS EM SISTEMAS DE TEMPO CONTÍNUO: DINÂMICA DOS SISTEMAS DE LORENZ E RÖSSLER

Henry Otavio Fontana

Thiago Gilberto do Prado

Vinícius Piccirillo

DOI 10.22533/at.ed.56421080323

CAPÍTULO 24.....254

UMA INTRODUÇÃO A DERIVADA FUZZY COMPATÍVEL

Fernando Santos Silva

Ana Paula Perovano

DOI 10.22533/at.ed.56421080324

CAPÍTULO 25.....266

DISTRIBUIÇÃO DE NEWCOMB-BENFORD APLICADA À AUDITORIA DE CONTAS PÚBLICAS

Thiago Schinda Bubniak

Inácio Andruski Guimarães

Sonia Maria de Freitas

DOI 10.22533/at.ed.56421080325

CAPÍTULO 26.....273

COMPARATIVE STUDY OF FOUR GENERALIZED PREDICTIVE CONTROLLERS FOR REFERENCE TRACKING AND DISTURBANCE ATTENUATION

Rejane de Barros Araújo

Antonio Augusto Rodrigues Coelho

DOI 10.22533/at.ed.56421080326

SOBRE OS ORGANIZADORES	282
ÍNDICE REMISSIVO.....	283

ENSINANDO MATRIZES, SISTEMAS LINEARES E DETERMINANTES USANDO UM APLICATIVO ONLINE

Data de aceite: 17/02/2021

Cristiane Martins Fernandes Tavares

UNIVASF, Juazeiro-BA

Edson Leite Araújo

UNIVASF, Juazeiro-BA

RESUMO: Este trabalho apresenta um estudo investigativo em torno da utilização de um aplicativo online, desenvolvido especificamente para o ensino de sistemas lineares, inversão de matrizes e cálculo de determinantes. O aplicativo explora o desenvolvimento destes conteúdos através do método de escalonamento de Gauss-Jordan. Os comandos são simples, autoexplicativos e o aplicativo conduz o aluno a decidir quais as operações necessárias para a resolução correta em cada uma das etapas do processo. O trabalho foi realizado através de uma pesquisa de campo, em duas turmas da segunda série do Ensino Médio, numa escola na cidade de Irecê-BA. Numa das turmas, aplicou-se uma sequência didática com o auxílio do aplicativo, enquanto na outra turma o ensino ocorreu de forma tradicional. A pesquisa teve abordagem qualitativa baseada em questionários, depoimentos, observações e análise dos resultados.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de matemática, Aplicativo online, Sistemas lineares, Inversão de matrizes, Determinantes.

TEACHING MATRIX, LINEAR EQUATIONS AND DETERMINANTS USING AN ONLINE APPLICATION

ABSTRACT: This work presents an investigative study around utilization of an online application, program developed specifically for teaching linear systems, matrix inversion and calculation of determinants. The application program explores these development of content using the Gauss-Jordan scheduling method. The commands are simple, self-explanatory and the application program leads the student to decide which operations are necessary for the correct resolution in each step of the process. The work was realized through a field research, in two classes of the second grade of High School in a school, in the city of Irecê-BA. In one class, a didactic sequence was applied using the application program, while in the other class teaching occurred in a traditional way. The research had a qualitative approach based on questionnaires, testimonies and observations and analysis of the results.

KEYWORDS: Mathematics teaching, Online application program, Linear systems, Matrix inversion, Determinants.

1 | INTRODUÇÃO

A investigação de estratégias didáticas que possam ser bem sucedidas para o ensino da matemática é algo desejável e o uso das tecnologias da informação pode ser interessante para melhorar a aprendizagem dos estudantes (MORAN, 2012). Nesta perspectiva, a utilização de tecnologias, representa um importante

instrumento nos processos de ensino e aprendizagem, uma vez que possibilita uma apresentação da matemática mais interativa e dinâmica. A inclusão da informática é tão importante que, de acordo com Borba (2017, p. 17), “o acesso à informática deve ser visto como um direito”. Para ele, o bom uso da informática em sala de aula pode estimular os estudantes a melhor compreensão de conceitos, o que conduziria a uma aprendizagem significativa. Incentiva ainda, o uso do computador em atividades em que o aluno leia, interprete, construa gráficos, conte, desenvolva noções espaciais e experimente.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em relação ao ensino da Matemática, prevê como uma de suas competências: “compreender e utilizar, com flexibilidade e precisão diferentes registros de representação (algébrico, geométrico, estatístico, computacional, etc.), na busca de solução e comunicação de resultados e problemas” (BRASIL, 2017, p. 533). Desta forma, incluir o registro computacional como um meio possível de utilização na abordagem de conteúdos matemáticos, evidencia o reconhecimento e a validade dessa estratégia de ensino.

Diante disso, os desafios enquanto professora da educação básica colocam-me na posição de investigar possíveis práticas educativas que possam auxiliar os estudantes na aprendizagem da matemática. Essa perspectiva de pesquisa está alinhada à corrente teórica que defende a inserção dos professores da educação básica como pesquisadores de suas próprias práticas. A proposta da pesquisa situada na sala de aula tem implicações importantes para as pesquisas em educação, a partir de problemas que são sentidos diretamente pelos professores no cotidiano escolar (MOREIRA, 1998; EL-HANI; GRECA, 2011; 2013).

Na busca de possibilitar aos estudantes da segunda série do ensino médio o desenvolvimento e exercício nos conteúdos expostos, esta pesquisa apresenta a seguinte questão norteadora: Como o uso de um aplicativo online, que demos o nome de *MatrixCalculator*, pode auxiliar o aluno da segunda série do ensino médio, na resolução de *sistemas lineares*, *inversão de matrizes* e *cálculo de determinantes*?

Esse trabalho tem como objetivo geral, verificar se o uso do aplicativo *MatrixCalculation* favorece a aprendizagem dos alunos e auxilia os professores no ensino de *sistemas lineares*, *inversão de matrizes* e *cálculo de determinantes*, utilizando o método de Gauss-Jordan. Como objetivos específicos, investigar a possibilidade do aplicativo contribuir para solucionar *sistemas de equações lineares* com um número finito de variáveis, simplificar o cálculo de *determinantes* e encontrar a *inversa* de uma matriz, buscando estabelecer uma relação entre tais conteúdos; aplicar uma sequência didática utilizando o método de Gauss-Jordan para ensinar os conteúdos mencionados; realizar um experimento comparativo entre duas turmas de segunda série do ensino médio.

2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Uma análise do fazer pedagógico no cotidiano das escolas brasileiras, permite perceber que as dificuldades envolvendo a relação ensino-aprendizagem são diversas e significativas. As más condições de trabalho, a deficiência na oferta de formação continuada para professores, os currículos que muitas vezes se apresentam obsoletos e a dificuldade de aprendizagem dos alunos, são exemplos de desafios presentes no ambiente escolar do Brasil (SCHWARTZMAN, 2005).

No caso específico da matemática, observa-se que, por muitas vezes, a disciplina é tida como uma das mais rejeitadas pelos estudantes. A importância do professor no processo de melhoria do ensino e da forma como o discente encara esta matéria, é notória. A matemática pode deixar de ser considerada um monstro, quando os professores buscarem desenvolver ações que despertem nos alunos a importância de relacionar os conceitos estudados com a sua vida social, levando-os a utilizar o raciocínio lógico decorrente de situações reais, a resolver diferentes tipos de problemas, estimulando, dessa forma, o pensamento independente (LARA, 2003).

Tendo em vista as dificuldades enfrentadas no ensino da matemática no Brasil, bem como a busca por melhorias, alguns documentos oficiais destacam estratégias para mais eficácia na relação ensino-aprendizagem. Sobre o ensino de *sistemas lineares*, as orientações curriculares para o ensino médio (BRASIL, 2008), recomenda o ensino da álgebra e da geometria paralelamente, buscando associar a resolução de sistemas de segunda ordem à posição relativa de duas retas no plano. Orienta, também, a resolução pelo processo de *escalonamento*, fazendo a interpretação de acordo com o número de soluções (uma solução, infinitas soluções, e nenhuma solução). Segundo o documento, a **regra de Cramer**, que é usada em geral e que depende do cálculo de *determinantes*, deve ser dispensada por se tratar de um processo trabalhoso e que só admite resolução para sistemas cujas matrizes são quadradas e com solução única. Ressalta ainda que o estudo dos *determinantes* poderia ser excluído.

No entanto, Lima (2007, p. 102) considera o significado matemático dos determinantes muito relevante. Como exemplo, cita sua importância na *álgebra* como “única função multilinear alternada das colunas (ou linhas) de uma matriz quadrada” e na *geometria*, corresponde ao volume de um paralelepípedo de n dimensões em que as colunas da matriz correspondem as arestas do paralelepípedo. Além disso, no ensino médio, vários cálculos são realizados com o auxílio dos *determinantes*. Em geometria analítica, por exemplo é usado para verificar a colinearidade de três pontos no plano, no cálculo de área de triângulos conhecendo as coordenadas dos seus vértices e na determinação da equação de uma reta conhecendo dois pontos (GIOVANNI et al., 2017).

De acordo com a BNCC (BRASIL, 2017) o estudo da *álgebra* deve iniciar nos primeiros anos do ensino fundamental. Esta é uma das mudanças do documento em

relação aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (BRASIL, 1999), pois neste, o raciocínio algébrico é iniciado no 7º ano, e prevê que as situações problemas envolvendo equações devem ser exploradas e resolvidas com ou sem equações explícitas.

É também na BNCC, em sua *competência dois*, que se elabora a utilização de estratégias para a resolução de problemas, buscando a interpretação e resolução dos mesmos. Nesta competência, propõe-se desenvolver habilidade de “Resolver e elaborar problemas do cotidiano, da matemática e de outras áreas do conhecimento, que envolvam equações lineares simultâneas, usando técnicas algébricas e gráficas, incluindo ou não *tecnologias digitais*” (BRASIL, 2017, p.528).

Nota-se, portanto, a importância destes conteúdos serem estudados de forma articulada, buscando o desenvolvimento das competências e habilidades destacadas. Vale salientar que os conteúdos abordados nesta pesquisa são imprescindíveis para a Álgebra Linear, disciplina de fundamental importância para abstrair e generalizar os assuntos relacionados (GRANDE, 2006 *apud* PERCEVAL, 2017), presente na grade curricular da grande maioria dos cursos superiores da área de exatas.

3 | A INFORMÁTICA COMO TENDÊNCIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA

Os estudantes, nascidos entre 1998 e 2010, compõem o que se entende como “*geração z*”, ou seja, os nascidos após o surgimento da internet e que, desde o nascimento, estão em contato com as novas tecnologias. Manuseiam computadores, celulares, *tablets*, dentre outros dispositivos tecnológicos, sem dificuldades e estão sempre buscando atualizações (TAPSCOTT, 2010). Em consequência, aulas tradicionais e sem a utilização da tecnologia, para esta geração, não raro perdem o sentido. Torna-se evidente portanto, a necessidade de inserção das tecnologias nas escolas. O uso das tecnologias proporciona um ambiente de integração entre professor, aluno e máquina, de forma que o aluno faz tentativas, ousa, arrisca, sem medo de errar (DANTE, 2016), além de garantir que as novas tecnologias contribuam para a modificação do ensino tradicional (BORBA, PENTEADO, 2007).

3.1 O Aplicativo

Em face do exposto, propomos o uso de um aplicativo, denominado *MatrixCalculation* (ARAÚJO, 2020), para auxiliar o aluno e o professor na relação de ensino-aprendizagem, no tocante à resolução de *sistemas lineares*, cálculo de *determinantes* e *inversão de matrizes*, que proporcione ao aluno a possibilidade de resolver problemas envolvendo os conteúdos abordados, desenvolver o raciocínio lógico na execução dos cálculos, melhorar a aprendizagem e, conseqüentemente, seu desempenho escolar, além de proporcionar aulas dinâmicas e interativas, sem a necessidade de memorização de fórmulas ou métodos complicados.

A princípio, o aplicativo foi desenvolvido em linguagem *javascript* para execução apenas em dispositivos com telas de tamanhos razoáveis (PCs, *notebooks*, *tablets*), mas com intenção futura de utilização também em celulares. Funciona em qualquer dispositivo que tenha um navegador instalado e acesso à internet. As resoluções abordadas pelo aplicativo usam o **método de escalonamento de Gauss-Jordan**, que consiste em reduzir a matriz dada através de operações básicas entre linhas a uma matriz diagonal equivalente (LIMA, 2016).

3.2 Usando o aplicativo

Nesta seção serão apresentadas as telas, funções e características do aplicativo *MatrixCalculation*.

3.2.1 Resolução de Sistemas Lineares



Figura 1—Interface inicial do aplicativo

Ao ser acessado, a página inicial contém um menu, com as abas de apresentação do projeto (Figura 1).

À direita há, ainda, um menu suspenso, no qual podem ser encontradas as opções principais do aplicativo: **Sistemas**, **Matrizes** e **Determinantes** (Figura 2).



Ao clicar em *aprender* e tendo escolhido a opção “*Sistemas*”, é aberta uma janela na qual o usuário pode inserir o sistema que deseja resolver (Figura 3).

O usuário tem à disposição os botões:

- + Aumenta o número de incógnitas. O aplicativo tem a opção de gerar sistemas com até 10 incógnitas.
- Diminui o número de incógnitas.
- Gerar O aplicativo gera um sistema linear aleatório.
- OK Ao clicar este botão, o aplicativo solicita ao usuário que confirme o sistema que será resolvido e uma nova janela é aberta para o início da resolução.

Após ter inserido os dados do sistema, o aplicativo conduz o estudante por passos necessários à sua resolução de acordo com o *método de Gauss-Jordan*.

A entrada da matriz com bordas destacadas em *vermelho*, indica que esta é a entrada que corresponde ao objetivo atual do aplicativo. As operações permitidas devem ser escolhidas no menu à direita (Figura 4)

Ao clicar no botão iniciar, três opções são oferecidas:

- **Trocar:** troca duas linhas de posição;
- **Somar/ subtrair:** Adiciona ou subtrai duas linhas
- **Multiplicação:** Multiplica uma determinada linha por uma constante.



Figura 4 - Operações disponíveis

Como o objetivo é tornar o valor igual a 1 para entradas da diagonal e 0 para as demais, ao clicar na operação necessária para a realização, o usuário escolherá a linha e o cálculo a efetuar (Figura 5).

Área de Trabalho

2	-3	-2	-6
4	-5	-7	-1
4	-9	8	54

$L_1 \rightarrow 1/2 \times L_1$ << >>

Figura 5 - Operação para tornar o elemento da diagonal principal igual a 1

Feita a escolha, o usuário deve pressionar o botão *prosseguir* (>>) ou *retornar* (<<), caso tenha obtido resultado errado (Figura 6)



Figura 6 - Botões para condução retornar/prosseguir

Área de Trabalho

1	$-\frac{3}{2}$	-1	-3
4	-5	-7	-1
4	-9	8	54

Figura 6 - Destacando a próxima entrada

Caso tenha alcançado o objetivo daquela entrada, as bordas desta tornam-se *verde* indicando o resultado correto e a próxima entrada alvo ganha bordas *vermelhas* (Figura 7).

As linhas selecionadas durante alguma operação têm as bordas de suas entradas destacadas nas cores *amarelo* e *azul* (Figura 8).

Área de Trabalho

1	$-\frac{3}{2}$	-1	-3
4	-5	-7	-1
4	-9	8	54

$L_2 \rightarrow L_2 - 4 \times L_1$ << >>

Figura 8 - Operações entre linhas

Este procedimento é repetido seguidas vezes, até que a matriz se torne uma matriz equivalente escalonada. Neste momento, o aplicativo mostrará uma mensagem indicando o final do procedimento (Figura 9) e, posteriormente, exibe uma tela com a resposta final do sistema.

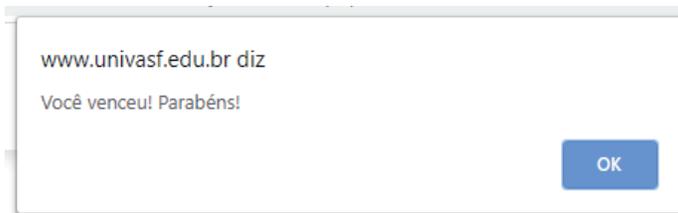


Figura 9 - Mensagem indicando a resolução correta

3.2.2 Inversão de Matrizes

Voltando à tela principal do aplicativo (Figura 2) e escolhendo a opção “matrizes”, o usuário tem acesso a parte do programa que lida com o processo de inversão de matrizes (Figura 10).



Figura 10 - Janela disponível para inserção da matriz e botões disponíveis

Novamente, o aluno terá à disposição os botões “+”, “-”, “Gerar” e “ok”, cujas funções são as mesmas já detalhadas na subseção anterior.

Área de Trabalho



Figura 11 - Entrada em destaque para resolução

O processo de resolução é semelhante ao utilizado na resolução de sistemas. Neste caso, uma matriz identidade é posta do lado direito da matriz inserida. Ao escalonar a matriz dada, a matriz identidade será transformada na inversa que deseja-se encontrar (Figura 11).

O aluno determinará a matriz inversa de forma lúdica e prazerosa, obedecendo aos passos induzidos pelo aplicativo.

Assim como na resolução de sistemas, após a determinação da inversa, será exibida a mensagem parabenizando o usuário pelo sucesso na resolução desenvolvida e, após clicar em **ok**, a matriz inversa é apresentada numa nova tela (Figura 12). Nesta tela, é dada ao aluno a opção de visualizar o desenvolvimento executado na forma escrita (Figura 13). Esta opção do aplicativo é imprescindível para a sistematização do conhecimento, uma vez que permite ao educando conhecer e compreender as etapas integrantes para a resolução. A compreensão deste processo é de suma importância, pois para se obter uma aprendizagem significativa, é necessário que sejam capazes não apenas de apontar o resultado correto, mas que reconheçam e entendam os passos dados até alcançar o acerto, tornando-os mais capazes e autônomos no processo de aprendizagem.

Matriz Inversa

A inversa da matriz:

$$\begin{bmatrix} 2 & -2 & -2 \\ 2 & -1 & -3 \\ 6 & -7 & -6 \end{bmatrix}$$

é a matriz:

$$\begin{bmatrix} \frac{15}{2} & -1 & -2 \\ 3 & 0 & -1 \\ 4 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

Gostaria de ver a sua resolução na forma escrita?

SIM

NÃO

Figura 12 -Matriz Inversa determinada

Resolução:

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} 2 & -2 & -2 & 1 & 0 & 0 \\ 2 & -1 & -3 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & -7 & -6 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} &\xrightarrow{L_1 \rightarrow \frac{1}{2}L_1} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 2 & -1 & -3 & 0 & 1 & 0 \\ 6 & -7 & -6 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_2 \rightarrow L_2 - 2L_1} \\ \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 6 & -7 & -6 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} &\xrightarrow{L_3 \rightarrow L_3 - 6L_1} \begin{bmatrix} 1 & -1 & -1 & \frac{1}{2} & 0 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_1 \rightarrow L_1 + 1L_2} \\ \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 & -\frac{1}{2} & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ 0 & -1 & 0 & -3 & 0 & 1 \end{bmatrix} &\xrightarrow{L_3 \rightarrow L_3 - 1L_1} \begin{bmatrix} 1 & 0 & -2 & -\frac{1}{2} & 1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 & -1 & 1 & 0 \\ -1 & -1 & 2 & -\frac{5}{2} & -1 & 1 \end{bmatrix} \xrightarrow{L_3 \rightarrow L_3 + 1L_2} \end{aligned}$$

Figura 13 -Passo a passo da resolução

3.2.3 Cálculo de Determinantes

O Cálculo de determinantes aparece como terceira opção no menu suspenso, da tela de abertura do *MatrixCalculator* (Figura 2). De modo análogo às opções anteriores, ao clicar em “aprender”, o usuário terá acesso à tela de inserção dos dados da matriz que se deseja calcular seu determinante (Figura 14).

Entre com a matriz

Abaixo você pode inserir as entradas da matriz que deseja calcular o determinante. Estas entradas podem ser digitadas como números inteiros, decimais ou frações. Dado o caráter lúdico deste aplicativo, todos os números com decimais serão transformados em suas frações equivalentes. Caso queira, use o botão “gerar” para criar matrizes quadradas de forma aleatória. Bom aprendizado!

Matriz a ter seu determinante calculado:

Figura 14 - Inserção dos dados

O aplicativo conduz o aluno, passo a passo, por um procedimento que equivale a um escalonamento *parcial*, em que se constrói uma matriz triangular superior equivalente e a partir desta, utilizando-se apenas o produto dos elementos da sua diagonal principal e o número de troca de linhas executadas (Figura 16), chega-se ao valor do determinante buscado (LIPSCHUTZ, 2011).

A entrada cujo valor aparece destacado em vermelho (1 ou -1) (Figura 15) é responsável por acumular o efeito que as trocas de linhas têm sobre o cálculo do determinante. Como se sabe, cada troca de linha, muda o sinal do valor do determinante. Desta forma, esta entrada possui valor inicial um.

DeterminantCalc Início Sobre Nós O Projeto

Área de Trabalho

-3	-3	-3
-6	-3	-5
6	3	8

<<
>>

1 ×
 ? ×
 ? ×
 ? = 0

Figura 15 -Entradas em destaque

Área de Trabalho

-3	-3	-3
0	3	1
0	0	3

<<
>>

1 ×
 -3 ×
 3 ×
 3 = -27

Figura 106 -Matriz triangular superiore cálculo do determinante

Assim como foi realizado no processo de resolução de *sistemas* e *inversão de matrizes*, o aplicativo exibe a mensagem final parabenizando o usuário pela execução correta da atividade e disponibiliza a resolução na forma escrita (Figura 17).

Determinante

Usando o escalonamento parcial, tem-se que:

$$\det \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ -6 & -3 & -5 \\ 6 & 3 & 8 \end{bmatrix} = \det \begin{bmatrix} -3 & -3 & -3 \\ 0 & 3 & 1 \\ 0 & 0 & 3 \end{bmatrix} = (-3) \times 3 \times 3 = -27$$

Gostaria de ver a sua resolução na forma escrita?

SIM

NÃO

Figura 17 - Cálculo do determinante

Diante do exposto, percebe-se a simplicidade em manejar este aplicativo e sua utilidade no processo de ensino e aprendizagem, podendo ainda proporcionar aulas dinâmicas e interativas. O aplicativo permite a generalização de cálculos para matrizes de ordens superiores, facilitando a aprendizagem.

Destaca-se, também, que o *MatrixCalculator* oferece aos alunos a possibilidade de acesso não apenas ao resultado final dos problemas que envolvam o uso de *sistemas*, *matrizes* e *determinantes*, mas também que conheçam todo o processo resolutivo, tanto na forma interativa quanto na forma escrita. Deste modo, proporciona aos alunos desenvolverem suas próprias estratégias para solução de problemas, uma vez que não restringe a uma única maneira de alcançar o resultado correto.

4 | METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada em duas turmas da segunda série do ensino médio, denominadas **turma A** (matutino) e **turma B** (vespertino), com 38 alunos em cada, com faixa etária entre 15 e 17 anos, numa escola na cidade de Irecê-BA, durante o segundo semestre letivo do ano de 2019. Em uma das turmas (**turma A**), o estudo foi feito de maneira tradicional, utilizando apenas o livro, caderno e exercícios no quadro. Na outra (**turma B**), os conteúdos foram transmitidos com uso do material didático, auxiliado pelo *MatrixCalculation* para os cálculos e desenvolvimento dos conceitos.

Ao longo de todo o processo, mantivemos em mente os aspectos que caracterizam uma pesquisa científica, que pode ser classificada de acordo com: *natureza* (qualitativa ou

quantitativa), *finalidade* (básica ou aplicada), *tipo* (descritiva ou experimental), *estratégia* (local de coleta dos dados/fonte de informação), *temporalidade* (longitudinal ou transversal) e *delineamento* (levantamento, correlação, experimento ou quase-experimento) (APPOLINÁRIO, 2015).

Quanto à *natureza*, esta pesquisa é *qualitativa*, dado que foi possível interpretar os resultados de acordo com a coleta de dados, observações e interações com os colaboradores da mesma.

No que diz respeito à *finalidade*, tem-se uma pesquisa *aplicada*, uma vez que busca a utilização de estratégias (construção e utilização de um aplicativo) para suprir a carência do grupo (aprendizagem significativa). Além disto, é do *tipo experimental*, pois uma turma foi submetida a aulas tradicionais e a outra a aulas com a ferramenta tecnológica. Em seguida, ambas passaram por atividades comparativas para verificação da eficácia da proposta de ensino. A escolha por uma pesquisa do tipo experimental parte da possibilidade que essa forma de investigação oferta aos pesquisadores de serem mais ativos.

Em relação à *estratégia*, os dados foram obtidos através da pesquisa de campo. Nesta coleta, buscou-se informações através de questionários comparativos e observações feitas durante a execução das atividades.

Pode-se classificar como longitudinal a *temporalidade* desta pesquisa, visto que o grupo de alunos foi submetido a atividades comparativas após o estudo de cada conteúdo. Por fim, o *delineamento*, se enquadra em um *experimento*. Sobre tais métodos, Appolinário (2015, p. 69) salienta que “os experimentos têm à característica de objetivar o estabelecimento das causas de um determinado fenômeno”.

4.1 Diagnóstico e Nivelamento

A atividade diagnóstica destinou-se a contemplar o descritor 34 exigido na prova Brasil para o 9º ano do Ensino Fundamental (SAEB): identificar um sistema de equações do primeiro grau que expressa um problema. Neste momento, os alunos recordaram situações vivenciadas nesta série e tiveram a oportunidade de construir problemas com n variáveis. Após esta revisão, foi aplicada a Atividade didática I (TAVARES, 2020, Apêndice B). Os estudantes tiveram uma aula para responder as questões que solicitavam a identificação do sistema linear correspondente ao problema descrito. Os alunos responderam individualmente e sem qualquer orientação do professor pesquisador.

As atividades didáticas II e III (TAVARES, 2020, Apêndice B), também foram aplicadas nas duas turmas pesquisadas, porém foram realizadas em grupo, após a aula sobre *resolução de sistemas* de segunda e terceira ordens, respectivamente. Estas atividades tinham por objetivo verificar a aprendizagem e esclarecer as dúvidas surgidas, atentando para as dificuldades que os alunos apresentavam na resolução.

As principais dificuldades observadas foram:

- Interpretar o enunciado e transpor para a linguagem matemática.
- Identificar a operação correta entre as linhas da matriz para resolver corretamente o sistema.
- Dificuldade para efetuar cálculo com sinais e com frações.

Com a identificação dos problemas apresentados, iniciou-se a aplicação da sequência didática e, por conter maior quantidade de alunos com notas abaixo da média, optamos por ministrar na **turma B** as aulas com auxílio do aplicativo. Esta turma possuía alunos com bastante dificuldades de aprendizagem em matemática e alguns estavam desmotivados.

4.2 A Sequência Didática

Definidos os conteúdos, a série e a escola, iniciou-se a aplicação da sequência didática (TAVARES, 2020, Apêndice A), utilizando o **método de Gauss-Jordan**, para o estudo de resolução de *sistemas lineares*, seguido da *inversão de matrizes* e finalizando com o *cálculo de determinantes*, para uso em ambas as turmas. Este método foi escolhido, por ser o método utilizado no aplicativo e pela praticidade na resolução de problemas envolvendo matrizes de ordem qualquer. Foram planejadas 08 aulas para *resolução de sistemas*, 03 para *inversão de matrizes* e 03 para cálculo de *determinantes*.

Após o estudo de cada conteúdo em ambas as turmas, foi realizada uma atividade, contendo questões objetivas e discursivas, com o objetivo de comparar as estratégias utilizadas no ensino dos conteúdos.

4.3 Atividades Comparativas

A avaliação comparativa (TAVARES, 2020, Apêndice C) foi aplicada, de acordo com a sequência didática, após o estudo de cada conteúdo, com o objetivo de comparar o desempenho das turmas pesquisadas. Foi composta por 10 questões, retiradas de livros da segunda série do ensino médio (GIOVANNI et al., 2017; SOUZA, GARCIA, 2016; PENA, 2018), distribuídas da seguinte forma: 5 questões sobre *sistemas lineares*, 2 questões sobre *inversão de matrizes* e 3 questões sobre cálculo de *determinantes*.

Nesta, os principais pontos que foram analisados são:

- Realização das operações entre as linhas na resolução das atividades.
- Resolução de um sistema com coeficientes racionais.
- Classificação de um sistema linear.
- Determinação da inversa de uma matriz.
- Cálculo de determinantes e utilização das propriedades estudadas.

5 | RESULTADOS

De acordo com os objetivos desta pesquisa, após o estudo de cada conteúdo, os alunos de ambas as turmas foram submetidos às atividades comparativas, para que fosse possível analisar a aplicabilidade da sequência didática no processo de ensino-aprendizagem.

O resultado obtido revelou que a turma que utilizou o aplicativo (**turma B**) apresentou resultado superior à turma que utilizou apenas os métodos tradicionais (**turma A**) em todas as questões (Gráfico 1), mostrando o quanto o uso do aplicativo melhorou o desempenho da turma que, antes desta pesquisa, mostrava-se desmotivada e com um número elevado de alunos abaixo da média para aprovação.

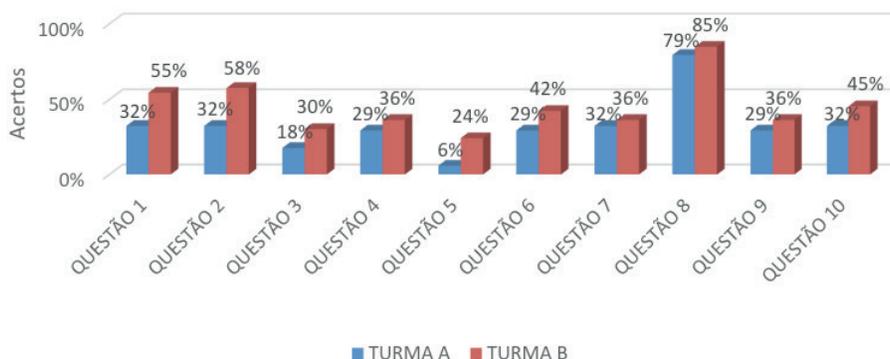


Gráfico 1—Desempenho das turmas na atividade comparativa

Fonte: Cristiane Tavares

Notou-se o avanço considerável nas dificuldades elencadas durante a etapa de nivelamento, acerca dos conteúdos vistos no Ensino Fundamental.

Após o estudo dos conteúdos desta pesquisa, tem-se a sensação de dever cumprido. Depoimentos como “professora, isso vicia”, feitos por alunos que diziam não gostar de matemática e das observações realizadas durante o percurso, mostraram o quanto as aulas foram eficazes para a aprendizagem. Além disso, outros discentes responderam questões em casa e socializaram nas redes sociais, demonstrando o quanto estavam satisfeitos e empolgados com a utilização do aplicativo.

6 | CONCLUSÕES

A importância da diversificação de métodos no ensino pôde ser observada nos primeiros momentos de trabalho, uma vez que, na aplicação da sequência didática

desenvolvida para esse estudo, os alunos que sempre apresentaram dificuldades em matemática, demonstraram facilidade no uso da ferramenta e, em muitas situações, auxiliaram os colegas na identificação das operações necessárias para a resolução. A maior inclusão e participação mais ativa desses estudantes, beneficiou o desenvolvimento da autoestima, melhorando a aprendizagem e auxiliando no desejo em aprender o componente curricular.

A investigação da potencialidade desse aplicativo para a promoção da aprendizagem dos conteúdos supracitados foi realizada pela comparação dos resultados de aprendizagem na turma que utilizou o aplicativo durante as aulas e a turma que não fez uso dessa ferramenta didática. Uma vez que os resultados obtidos indicaram o melhor desempenho dos alunos que utilizaram o aplicativo, é possível concluir que o uso da ferramenta digital contribuiu de forma significativa para a aprendizagem dos alunos, tornando-a mais efetiva e eficaz. Ao fim do processo, falando sobre o aplicativo, alguns estudantes relataram que ele “ajuda a aprender”, “melhora a visualização” e “facilita o aprendizado”. Tais expressões corroboram com a ideia de que o *MatrixCalculation* é um caminho possível para a melhoria do ensino de matemática.

Após a pesquisa efetuada, uma das hipóteses que levanto para essa eficácia do aplicativo no ensino desses conteúdos, é de que a sua utilização proporcionou aulas mais dinâmicas e participativas em relação às aulas aplicadas na forma tradicional. Por isso, ao utilizar a tecnologia, os alunos se apresentaram mais concentrados e as atividades proporcionaram o desenvolvimento do raciocínio lógico e o espírito investigativo, permitindo a extrapolação dos conteúdos, aguçando a curiosidade na resolução dos exercícios propostos.

A investigação de como o uso do aplicativo poderia contribuir, mostrou que seu potencial está diretamente relacionado às mudanças que essa ferramenta possibilita para a prática docente. Esse aplicativo possibilitou a melhora da qualidade das aulas, proporcionando um ambiente enriquecedor, propício à aprendizagem significativa, além de despertar a autonomia e a proatividade nos discentes, sem a necessidade de memorização de fórmulas ou métodos complicados.

Como projetos futuros, utilizarei o aplicativo nas próximas turmas de segunda série, no estudo de sistemas lineares em conjunto com o software *Geogebra*, através dos quais os alunos poderão, além de resolver o sistema linear, visualizar geometricamente a solução como forma de auxiliar sua interpretação. Além disso, como professora, pretendo aprofundar meus conhecimentos em relação ao uso da tecnologia em sala de aula, aprendendo a manusear outros aplicativos, transformando as aulas de matemática em momentos agradáveis, interativos e diversificados, despertando o interesse do aluno em estudar e aprender matemática.

REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, Fábio. **Metodologia da Ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa**. 2ª ed.; São Paulo: Cengage Learning, 2015.

ARAÚJO, Edson Leite. **MatrixCalculation**. Acessado em <<http://www.univasf.edu.br/~edson.araujo/Research/matrixcalculator/index.html>> , 2020

BORBA, Marcelo de Carvalho; PENTEADO, Mirian Godoy. **Informática e Educação Matemática**. 5 ed.; 3. Reip. – Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2017.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC,SEB, 2017.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**; volume 2. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC,SEB, 2008.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/Semtec, 1999.

DANTE, Luiz Roberto. **Matemática: Contexto e Aplicações**. 1 ed.; São Paulo: Ática, 2010.

EL-HANI, C. N.; GRECA, I. **Com Pratica: A Virtual Community of Practice for Promoting Biology Teachers Professional Development in Brazil**. RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION, v. 43, p. 1327-1359, 2013.

EL-HANI, C. N.; GRECA, I. **Participação em uma Comunidade Virtual de Prática Desenhada como Meio de Diminuir a Lacuna Pesquisa-Prática na Educação em Biologia**. **Ciência e Educação** (UNESP. Impresso), v. 17, p. 579-601, 2011.

GIOVANNI, José Ruy at al. **360º Matemática completa, 2**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2017.

GIOVANNI, José Ruy at al. **360º Matemática completa, caderno de atividades: ENEM e vestibular, volume 2**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2017.

LARA, Isabel Cristina Machado de. **Jogando com a Matemática**. 1 ed. São Paulo: Rêspel, 2003.

LIMA, Elon Lages. **Álgebra Linear**. 9ª ed.; Rio de Janeiro: IMPA, 2016.

LIMA, Elon Lages. **Matemática e Ensino**. 3ª ed.; Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Matemática, 2007.

LIPSCHUTZ, Seymour; LIPSON, Marc. **Álgebra Linear**. 4ª ed.; Coleção Shaum. Porto Alegre: Bookman, 2011.

MORAN, José Manuel; MASSETTO, Marcos T.; LU BEHRENS, Maria Aparecida. **Novas tecnologias e mediações pedagógicas**. Campinas, SP. Papyrus, 2012

PAIVA, Manoel Rodrigues. **Matemática Paiva 2 – 2ª ed**. São Paulo: Moderna, 2010.

PENA, Marcelo. **Pré-Universitário anual : Matemática e Ciências da Natureza**, turbo 6.0., livro II. Fortaleza: Moderna; Sistema Farias Brito de Ensino (SFB), 2018.

PERCEVAL, Valéria Oliveira. **Conteúdos de álgebra Linear: Metanálise de Pesquisas na área de Educação Matemática**. 2017. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Matemática). Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul, 2017. Disponível em <http://cursos.unipampa.edu.br/cursos/cienciasexatas/files/2018/01/tcc_valeriaoliveiraperceval.pdf> Acesso: 13 out. 2019.

SCHWARTZMAN, Simon. BROCK, Colin. **Os desafios da educação no Brasil**. editores. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 2005. Disponível em: <<http://www.schwartzman.org.br/simon/de-safios/Sumario.html>> Acesso: 25 fev. 2020.

SOUZA, Joamir Roberto de; GARCIA, Jacqueline da Silva Ribeiro. **# Contato Matemática**, 2º ano. 1 ed.; São Paulo: FTD, 2016.

TAPSCOOT, Don. **A Hora da Geração Digital: Como os jovens que cresceram usando a internet estão mudando tudo das empresas aos governos**. 1 ed.; Rio de Janeiro: Agir Negócios, 2010.

TAVARES, Cristiane Martins Fernandes. **Ensinando matrizes, sistemas lineares e determinantes usando um aplicativo online**. 2020. Dissertação (Mestrado Profissional em Matemática em Rede Nacional). Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF. Juazeiro, BA. Ano de publicação: 2020 (previsão).

UNESCO. **Os desafios do ensino de matemática na educação básica**. – Brasília: São Carlos: EdUFSCar, 2016. Disponível em <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246861>> Acesso: 15 out. 2019.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Álgebra 9, 18, 63, 143, 144, 145, 148, 149, 150, 154, 189, 190, 203, 204, 227
Anos Iniciais 7, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 80, 81, 88, 89, 120, 121, 126, 128, 226, 227
Aplicativo online 9, 187, 188, 204
Aprendizagem 5, 7, 9, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 13, 23, 25, 26, 27, 33, 35, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 46, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 85, 89, 92, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 132, 133, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 153, 154, 156, 160, 163, 164, 166, 167, 168, 172, 173, 175, 177, 178, 179, 180, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 195, 198, 199, 200, 201, 202, 205, 206, 211, 212, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 223, 224, 226, 234, 235, 236, 237, 239
Aprendizagem Matemática 9, 26, 60, 118, 119, 125, 154, 164, 167, 175, 183, 184
Aproximação de Raízes 44
Atenuação da perturbação 273
Auditoria de Contas 10, 266, 267, 271

B

Biografia 13, 91, 93, 94, 102, 103
Brincadeiras 8, 118, 120, 125, 126, 127, 150

C

Caos 10, 241, 242, 246, 251, 252
Condução de Calor 104, 105, 228
Controle Preditivo 273

D

Deficiente visual 9, 214, 215, 216, 218, 219, 221, 222, 223
Derivada compatível 254, 256, 263, 264, 265
Detecção de Fraudes 266, 267
Determinantes 9, 163, 187, 188, 189, 190, 191, 196, 198, 200, 204
Diagramas de Vergnaud 110
Diferença de Hukuhara 254, 260
Dificuldades 5, 7, 9, 13, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 59, 60, 61, 63, 64, 67, 68, 70, 72, 92, 93, 121, 123, 124, 126, 138, 139, 143, 144, 145, 149, 156, 157, 158, 159, 160, 162, 163, 169, 174, 177, 183, 184, 189, 190, 199, 200, 201, 202, 214, 217, 224, 225, 227, 233
Dificuldades do Ensino 35, 36, 39, 40, 121
Dinâmica não linear 10, 241, 242

Discalculia 7, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70

Disciplina de Matemática 35, 36, 40, 216

Distribuição de Newcomb-Benford 10, 266, 270, 271

Docentes 5, 35, 36, 40, 42, 102, 120, 121, 124, 125, 127, 128, 137, 151, 154, 156, 157, 164, 167, 168, 169, 172, 173, 174, 183, 184, 186, 212, 213, 216, 222, 233, 237, 238, 239

E

Educação Matemática 11, 26, 37, 58, 80, 81, 83, 92, 118, 134, 156, 161, 163, 164, 167, 203, 204, 212, 213, 223, 237, 239, 240, 282

Ensino 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 12, 13, 23, 24, 25, 26, 27, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 58, 59, 60, 65, 67, 68, 69, 70, 89, 91, 92, 93, 102, 110, 111, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 148, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 177, 178, 179, 180, 183, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 233, 234, 235, 236, 237, 239, 240, 282

Ensino-Aprendizagem 39, 43, 44, 92, 130, 132, 139, 140, 143, 144, 146, 148, 172, 185, 189, 190, 201, 212

Ensino de Matemática 9, 10, 12, 23, 25, 35, 36, 38, 39, 40, 41, 42, 91, 128, 132, 134, 140, 144, 146, 158, 162, 202, 204, 205, 207, 211, 212, 213, 214, 215, 218, 222, 223, 233, 237, 282

Ensino de Química 8, 130, 131, 132, 133, 134, 137, 140, 141

Escrita de números 63, 80, 85

Estabilidade Dinâmica 273

Estágio 109, 158, 171

Estatística 71, 72, 79, 103, 166, 186, 265, 282

Estratégias 9, 164, 175

Estruturas Aditivas 8, 109, 110, 111, 116, 117

Excel 8, 46, 49, 109, 111, 112, 114, 115, 116, 117

Expoente de Lyapunov 241, 251, 253

F

Formação Continuada 80, 86, 109, 111, 167, 171, 172, 173, 174, 183, 184, 185, 186, 189, 205, 219

Formação inicial de professores de Matemática 1, 233

Funções Elípticas 91, 98, 101

G

Gauss-Seidel 104, 105, 106, 228, 229, 230, 231

GeoGebra 7, 44, 46, 47, 48, 49, 50, 53, 54, 57, 58

Geometria Euclidiana 7, 12, 18, 21, 24, 159, 160

Geometria Não Euclidiana 12

H

História da Matemática 12, 13, 14, 23, 24, 91, 92, 93, 96, 102, 103, 155, 217, 224, 237

I

Inclusão 5, 3, 59, 60, 67, 69, 70, 91, 102, 188, 202, 214, 215, 218, 223

Interdisciplinaridade 8, 130, 131, 133, 134, 135, 137, 138, 140, 141

Inversão de matrizes 187, 188, 190, 194, 198, 200

Investigação Matemática 9, 143, 144, 146, 147, 148, 153, 154

J

Jogos 8, 10, 25, 27, 33, 42, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 180, 184, 225, 227, 233, 234, 235, 236, 237, 238

Jogos Digitais 10, 233, 234, 235, 236, 237, 238

L

Lúdico 25, 26, 30, 41, 42, 118, 120, 122, 123, 124, 128, 129, 141

M

Matemática 2, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 57, 58, 59, 60, 62, 63, 64, 67, 69, 70, 72, 79, 80, 81, 83, 89, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 104, 109, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 222, 223, 224, 226, 227, 231, 233, 234, 235, 237, 238, 239, 240, 241, 265, 282

Método das Diferenças Finitas 104, 106, 228, 229, 230

Metodologias inovadoras de ensino 118

Métodos Numéricos 7, 44, 45, 46, 57, 58, 104, 105, 243

Modelagem de dados 71

Motivação 56, 63, 67, 88, 118, 119, 123, 134, 166, 167, 211

N

Niels Henrik Abel 8, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 100, 102, 103

Números Fuzzy 254, 259

O

Outliers 71, 72

P

Perspectiva CTS 205

Perspectivas 9, 91, 92, 101, 102, 128, 156, 157, 159, 171, 180, 227, 240

Pesquisa na formação do professor de Matemática 1

Postura investigativa na formação do professor de Matemática 1

Práticas Pedagógicas 60, 65, 66, 68, 69, 81, 156, 157, 167, 183

Probabilidade 29, 30, 71, 72, 73, 78, 79, 138, 141, 257, 268

Projeto de sistemas de controle 273

R

Rastreamento de Referência 273

Recursos didáticos 8, 80, 81, 88, 89, 102, 215, 218, 223

S

Sala de recurso 59

Sistema de Numeração Decimal 80, 82, 85, 87, 88, 89, 225

Sistemas Lineares 9, 187, 188, 189, 190, 191, 200, 202, 204

T

Tecnologias da Informação e Comunicação 233, 234, 237, 282

Tendência contemporânea 205

Transtorno 59, 60, 61, 62, 63, 65, 67, 68

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Incompletudes e Contradições para os Avanços da Pesquisa em Matemática 2

www.atenaeditora.com.br 

contato@atenaeditora.com.br 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

www.facebook.com/atenaeditora.com.br 

Incompletudes e Contradições para os Avanços da Pesquisa em Matemática 2