

# INVESTIGAÇÃO, CONSTRUÇÃO E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA

JOSÉ ELYTON BATISTA DOS SANTOS  
(ORGANIZADOR)



# INVESTIGAÇÃO, CONSTRUÇÃO E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA

JOSÉ ELYTON BATISTA DOS SANTOS  
(ORGANIZADOR)



2020 by Atena Editora  
Copyright © Atena Editora  
Copyright do Texto © 2020 Os autores  
Copyright da Edição © 2020 Atena Editora  
**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam 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. Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

#### **Editora Chefe**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

#### **Bibliotecário**

Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

#### **Conselho Editorial**

##### **Ciências Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
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. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice

Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> 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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
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<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Fernando José Guedes da Silva Júnior – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco  
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

#### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto  
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Drª. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **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. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás  
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. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão

Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
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. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
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. 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  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ



Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

## Investigação, construção e difusão do conhecimento em matemática

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecário:** Maurício Amormino Júnior  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Edição de Arte:** Luiza Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** José Elyton Batista dos Santos

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
l62	<p>Investigação, construção e difusão do conhecimento em matemática [recurso eletrônico] / Organizador José Elyton Batista dos Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena, 2020.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-65-5706-175-6 DOI 10.22533/at.ed.756201607</p> <p>1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Professores de matemática – Formação. I. Santos, José Elyton Batista dos.</p> <p style="text-align: right;">CDD 510.7</p>
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
contato@atenaeditora.com.br



## APRESENTAÇÃO

A coletânea “Investigação, Construção e Difusão do Conhecimento em Matemática” é uma obra composta por 27 artigos que tem como foco principal a difusão de conhecimentos na dimensão matemática perante a uma diversidade de trabalhos. O livro apresenta produções científicas do âmbito nacional e internacional em formato de relatos de casos, estudos bibliográficos e experimentais com temáticas relevantes para a comunidade científica, para professores em exercício e aos que estão aperfeiçoando seus conhecimentos acerca do que está sendo pesquisado, debatido e proposto no ensino da educação básica, bem como no ensino superior.

A relevância da matemática nos diferentes níveis educacionais é imensurável. Em todo canto e em toda situação a matemática está presente. Perante esse contexto, esta obra fomenta as pesquisas na área da educação matemática, dissemina os conhecimentos científicos a partir das diferentes visões teóricas e estudos contemplados pela referida área, a saber: etnomatemática, tecnologias, recursos didáticos, formação de professores e modelagem matemática. Também se insere nessa dimensão da difusão do conhecimento, as propostas interdisciplinares e conteudista para a educação básica e ensino superior, que visa primordialmente a aprendizagem com qualidade e de acordo com as exigências da sociedade contemporânea, isto é, um ensino próximo ao contexto do aluno.

Debruçar nessa coletânea permite ao leitor se aventurar por diferentes conhecimentos científicos. Ampliará seus conhecimentos teóricos, bem como, enriquecerá sua prática docente a partir dos relatos com materiais concretos, tecnológicos e problemas contextualizados. Todavia, desejo que esta obra contribua significativamente não apenas para o enriquecimento teórico e prático, mas como meio motivador para novas investigações e conseqüentemente para a difusão do conhecimento científico matemático.

José Elyton Batista dos Santos

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A CIÊNCIA É RACIONAL? TENTATIVA DE RESPOSTA EM PAUL FEYERABEND E EDGAR MORIN	
Deise Leandra Fontana Ettiène Cordeiro Guérios	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016071</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>11</b>
A MATEMÁTICA COMO MEIO DE COMPREENSÃO E TRANSFORMAÇÃO DO MUNDO	
Andreza dos Santos Silva Brito Eloá de Fátima Velho Godinho Peixer Eliani Aparecida Busnardo Buemo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016072</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>20</b>
O ENSINO DAS CAPACIDADES ESPACIAIS COMO POSSIBILIDADES PARA A FORMAÇÃO NA DOCÊNCIA	
Leila Pessôa Da Costa Regina Maria Pavanello Sandra Regina D'Antonio Verrengia	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016073</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>31</b>
OS IMPACTOS DOS RECURSOS DIDÁTICOS NA FORMAÇÃO DOCENTE NO PROGRAMA GESTAR MATEMÁTICA	
Sheyla Silva Thé Freitas Valmiro de Santiago Lima	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016074</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>41</b>
OS NÚMEROS E AS OPERAÇÕES ARITMÉTICAS ELEMENTARES: DO CONHECIMENTO DOCENTE E DAS PRÁTICAS DIDÁTICO-PEDAGÓGICAS DESENVOLVIDAS	
Leila Pessôa Da Costa Regina Maria Pavanello	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016075</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>49</b>
CONTRIBUIÇÕES DA MODELAGEM MATEMÁTICA PARA O PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM DE MATEMÁTICA E PARA O DESENVOLVIMENTO INTEGRAL DO ESTUDANTE	
Silvana Cocco Dalvi Oscar Luiz Teixeira de Rezende Mirelly Katiene e Silva Boone Luciano Lessa Lorenzoni Agostinho Zanuncio Andressa Coco Lozório Ana Elisa Tomaz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7562016076</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>62</b>
MODELAGEM MATEMÁTICA PARA A VACINAÇÃO CONTRA O SARAMPO	
Nathalia Kathleen Santana Reyes Douglas Souza de Albuquerque Thaís Madruga de Oliveira Mendonça	

Josiane da Silva Cordeiro Coelho

Claudia Mazza Dias

DOI 10.22533/at.ed.7562016077

**CAPÍTULO 8 ..... 69**

A MODELAGEM MATEMÁTICA NUMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA COM FUTUROS PROFESSORES DA UNEMAT: APLICAÇÃO DA INTEGRAL DEFINIDA DE UMA VARIÁVEL REAL

Polyanna Possani da Costa Petry

Kátia Maria de Medeiros

Raul Abreu de Assis

DOI 10.22533/at.ed.7562016078

**CAPÍTULO 9 ..... 81**

CONTEXTUALIZANDO O CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: UMA EXPERIÊNCIA ANCORADA NA MODELAGEM MATEMÁTICA

Rudinei Alves dos Santos

Vanessa Pires Santos Maduro

Verônica Solimar dos Santos

Gilbson Santos Soares

Adriana Oliveira dos Santos Siqueira

DOI 10.22533/at.ed.7562016079

**CAPÍTULO 10 ..... 95**

A IMPORTÂNCIA DO SENTIDO DO SABER: A MATEMÁTICA PRESENTE NA ATIVIDADE PESQUEIRA NO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS

Lucivaldo Vieira Pinheiro

DOI 10.22533/at.ed.75620160710

**CAPÍTULO 11 ..... 105**

ANÁLISE DOS MÉTODOS DE CUBAGEM NA ZONA DA MATA DO ESTADO DE RONDÔNIA

Natanael Camilo da Costa

Renato Lima dos Santos

Fabio Herrera Fernandes

Marcus Vinícius Oliveira Braga

Junior Cleber Alves Paiva

Rafael Luis da Silva

DOI 10.22533/at.ed.75620160711

**CAPÍTULO 12 ..... 115**

A PORCENTAGEM E OS PESCADORES DO MUNICÍPIO DE SALINÓPOLIS-PARÁ

Lucivaldo Vieira Pinheiro

Sandro Benício Goulart Castro

DOI 10.22533/at.ed.75620160712

**CAPÍTULO 13 ..... 126**

UMA NOVA ABORDAGEM DE RESIDÊNCIA INTELIGENTE BASEADA EM APRENDIZADO DE MÁQUINA INSERIDA EM UMA REDE NEBULOSA

Suelio Lima de Alencar

Orlando Donato Rocha Filho

Danúbia Soares Pires

Lorena Maria Figueiredo Albuquerque

DOI 10.22533/at.ed.75620160713

<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>132</b>
DINÂMICA DO HIV COM TERAPIA ANTIRRETROVIRAL VIA EXTENSÃO FUZZY BIDIMENSIONAL DE ZADEH	
Kassandra Elena Inoñan Alfaro	
Ana Maria Amarillo Bertone	
Rosana Sueli da Motta Jafelice	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160714</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>148</b>
ANÁLISE DE UM MODELO MATEMÁTICO PARA IMUNOTERAPIA	
Marcelo Oliveira Esteves	
Pedro Nascimento Martins	
Ana Carolina Delgado Malvaccini Mendes	
Sarah Rachid Ozório	
Maria Zilda Carvalho Diniz	
Valeria Mattos da Rosa	
Flaviana Andrea Ribeiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160715</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>155</b>
ANÁLISE DA DEFLEXÃO DE UMA VIGA APOIADA-ENGASTADA	
Mariana Coelho Portilho Bernardi	
Adilandri Mércio Lobeiro	
Rogério Zolin Bertechini	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160716</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>160</b>
ESTUDO DE FUNÇÕES COM O USO DE FERRAMENTAS COMPUTACIONAIS	
Felipe Klein Genz	
Odair Menuzzi	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160717</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>163</b>
DIFUSÃO DE INOVAÇÕES: ANÁLISE DE UMA ABORDAGEM POR MEIO DE PROJETOS	
Cassio Cristiano Giordano	
Douglas Borreio Maciel dos Santos	
Eliana Calixto Santos	
Jailma Ferreira Guimarães	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160718</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>178</b>
PRÁTICAS TEATRAIS COMO ORGANIZADOR DIDÁTICO-PEDAGÓGICO PARA O ENSINO-APRENDIZAGEM DO CONCEITO DE NÚMERO	
Rizaldo da Silva Pereira	
Arthur Gonçalves Machado Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160719</b>	
<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>187</b>
A PESQUISA ESTATÍSTICA NA APRENDIZAGEM DE CONCEITOS ESTATÍSTICOS PARA O ENSINO FUNDAMENTAL: UM ESTUDO NA PERSPECTIVA VYGOTSKYANA	
Celia Alves Pereira	
Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha	
Leonardo Sturion	
<b>DOI 10.22533/at.ed.75620160720</b>	

**CAPÍTULO 21 ..... 199**

O BICENTENÁRIO GEORGE GABRIEL STOKES (1819 – 1903)

Liliane Silva Nascimento Coelho

Ana Paula Nunes Felix

Miguel Chaquiam

**DOI 10.22533/at.ed.75620160721**

**CAPÍTULO 22 ..... 210**

DISCUSSÃO E ANÁLISE: UM PASSEIO NA LÓGICA LPA2v, CONCEITOS E APLICAÇÕES

Clewton Rodrigues Rúbio

Natanael Camilo da Costa

Renato Lima dos Santos

Fabio Herrera Fernandes

Marcus Vinícius Oliveira Braga

Junior Cleber Alves Paiva

Rafael Luis da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.75620160722**

**CAPÍTULO 23 ..... 217**

COMPARATIVO ENTRE OS MÉTODOS NUMÉRICOS DE EULER E HEUN NA RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES DIFERENCIAIS ORDINÁRIAS DE PRIMEIRA ORDEM PROVENIENTES DE APLICAÇÃO NA ENGENHARIA QUÍMICA

Anne Karolyne Maia Vieira

Matheus da Silva Menezes

**DOI 10.22533/at.ed.75620160723**

**CAPÍTULO 24 ..... 233**

A NUMERICAL APPROXIMATION FOR SOLUTIONS OF FREDHOLM FUNCTIONAL-INTEGRAL EQUATIONS BY CHEBYSHEV TAU METHOD

Juarez dos Santos Azevedo

Suzete Maria Silva Afonso

Mariana Pinheiro Gomes da Silva

Adson Mota Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.75620160724**

**CAPÍTULO 25 ..... 245**

REALCE DA IMAGEM COM PRESERVAÇÃO DO BRILHO MÉDIO BASADA NA TRANSFORMADA TOP-HAT MULTI-ESCALA

Julio César Mello Román

Horacio Legal-Ayala

José Luis Vázquez Noguera

Diego P. Pinto-Roa

**DOI 10.22533/at.ed.75620160725**

**CAPÍTULO 26 ..... 253**

EXTENSÃO VIA E-OPERADOR DE IMPLICAÇÕES FUZZY VALORADAS EM RETICULADO

Mariana Rosas Ribeiro

Eduardo Silva Palmeira

Wendy Díaz Veldés

Giovanny Snaider Barrera Ramos

**DOI 10.22533/at.ed.75620160726**

**CAPÍTULO 27 ..... 258**

AVALIAÇÃO COMO OPORTUNIDADE DE APRENDIZAGEM: UMA DISCUSSÃO ACERCA DO POTENCIAL DE UMA PROVA ESCRITA EM FASES E INTERVENÇÕES ESCRITAS

Celia Alves Pereira

Marcele Tavares Mendes

Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha

**DOI 10.22533/at.ed.75620160727**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 270**

**ÍNDICE REMISSIVO ..... 271**



## O BICENTENÁRIO GEORGE GABRIEL STOKES (1819 – 1903)

*Data de aceite: 05/06/2020*

### **Liliane Silva Nascimento Coelho**

Mestanda do PPGEM da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: lililncoelho3@gmail.com

### **Ana Paula Nunes Felix**

Mestanda do PPGEM da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: apnfelix01@gmail.com

### **Miguel Chaquiam**

Professor do PPGEM da Universidade do Estado do Pará (UEPA). E-mail: miguelchaquiam@gmail.com

**RESUMO:** Em comemoração ao bicentenário George Gabriel Stokes decidiu-se apresentar traços biográficos deste matemático e físico, com ênfase as pesquisas desenvolvidas por ele, em particular, para uma de seus principais resultados na área da Matemática, o Teorema de Stokes. Destaca-se inicialmente a importância das biografias para o processo de ensino da matemática. Tendo em vista o bicentenário do nascimento de George Stokes, aportados numa revisão bibliográfica, buscou-se elementos para mostrar a importância que a Matemática teve para Stokes, destacar quais foram as teorias que ele abordou e quais resultados o elevam a categoria de matemáticos que produziram conteúdos

significativos para as ciências, em particular, os campos de pesquisa modernos que surgiram de seu trabalho em física e matemática. Nessa revisão bibliográfica constatou-se também que a Matemática foi de fundamental importância para as demonstrações de suas teorias

**PALAVRAS-CHAVE:** História da Matemática. Biografia. George Gabriel Stokes. Teorema de Stokes.

### 1 | INTRODUÇÃO

Todo conhecimento humano perpassa por um processo de construção que pode ser entendido por meio da História. O desenvolvimento da humanidade se dá pelas construções sociais, históricas e culturais representadas pelos objetos de estudo do homem. Neste processo encontram-se os objetos matemáticos, o que torna a Matemática, dentre outras coisas, uma ciência gerada para atender às demandas da sociedade.

Muito se tem discutido acerca da utilização da história da matemática no ensino de conteúdos matemáticos como recurso didático. Estabelecer conexões entre um conceito matemático e sua história pode contribuir para a formação do geral e profissional do indivíduo, bem como evidenciar

o processo dinâmico de elaboração desse conhecimento de maneira significativa.

O percurso histórico baseado no diálogo entre o passado e o presente torna o conhecimento matemático público, de modo a valorizar não só o produto, mas o processo do conhecimento construído, transpondo as barreiras do que antes era desconhecido, proporcionando maior criatividade ao processo investigativo e aos sujeitos atuantes nele (professores e alunos). (SILVA e MIRANDA, 2013, p. 2)

Os documentos oficiais, inclusive os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), mencionam a importância do uso da história em aulas de matemática, pois favorece o desenvolvimento de atitudes e valores positivos no aluno diante desta disciplina, neste sentido argumentam que:

[...] ao verificar o alto nível de abstração matemática de algumas culturas antigas, o aluno poderá compreender que o avanço tecnológico de hoje não seria possível sem a herança cultural de gerações passadas. Desse modo, será possível entender as razões que levam alguns povos a respeitar e conviver com práticas antigas de calcular, como o uso do ábaco, ao lado dos computadores de última geração (BRASIL, 1998, p. 43).

Diante da necessidade de abordar a História da Matemática de diferentes formas e contextos em sala de aula, a biografia – estudo documental sobre a vida e a época de uma determinada pessoa, onde é narrado acontecimentos marcantes de sua vida ou destacado uma experiência específica – é uma das possibilidades que podem contribuir para o processo de associação da história da matemática e o ensino de conteúdos matemáticos.

Leandro (2015) enumera 13 argumentos em relação ao papel pedagógico da História para o ensino de Matemática, descritos nos estudos de Miguel (1993; 1997). Dentre estes argumentos é ressaltado que as biografias de matemáticos podem incentivar os alunos durante o processo de ensino da Matemática; podem contribuir para a formalização de conceitos matemáticos a partir das contribuições do biografado e podem proporcionar uma visão dos vários campos da Matemática a partir dos campos de atuação do matemático de interesse.

Por outro lado, Carino (1999) aponta que as biografias apresentam a singularidade de indivíduos, que através de suas vidas tornam-se tanto efeito quanto causa das transformações ocorridas em sua época histórica. “O mistério do singular é, também, fortíssimo como elemento constitutivo do imaginário cultural de qualquer sociedade ou mesmo civilização.” (CARINO, 1999, p. 154)

As biografias, em sua função educativa, constituem-se como instrumentos para a defesa de paradigmas vigentes, representando o conservadorismo, bem como para a ruptura dos mesmos, tornando a educação como incentivo à renovação. Neste sentido, a história da vida de um indivíduo pode ser utilizada em prol da coletividade.

A biografia trata do individual, da trajetória de uma dada vida, específica, concreta. A educação, por seu turno, embora lidando com cada indivíduo, trata do coletivo: dos conhecimentos, normas, valores etc., com os quais esse ser individual irá participar da vida da sociedade, isto é, da instância coletiva (CARINO, 1999, p.169).

Com o intuito de mostrar que as realizações de um indivíduo podem influenciar o coletivo, cumprindo sua instrumentalidade educativa, apresentamos traços biográficos de George Gabriel Stokes, notável físico e matemático, de modo que seus feitos e exemplos impulsionem novos estudos e esclareçam a origem de muitos conhecimentos que hoje utilizamos. Considerando as comemorações do bicentenário do nascimento de George Stokes, balizado pela questão Que contribuições de George Gabriel Stokes estão associadas à Matemática? Para tanto, objetivou-se apresentar traços biográficos deste matemático e físico, com ênfase as pesquisas desenvolvidas por ele, em particular, para uma de seus principais resultados na área da Matemática, a partir do desenvolvimento de uma pesquisa qualitativa, de caráter bibliográfico, pautada nas possibilidades do uso de biografias no processo de ensino de conteúdos matemáticos.

## 2 | TRAÇOS BIOGRÁFICOS

George Gabriel Stokes nasceu há 200 anos, em 13 de agosto de 1819, em Skreen, condado de Sligo, na Irlanda do Norte. Passou toda a sua carreira na Universidade de Cambridge e, em 1889, recebeu do monarca britânico o título de 1º Barone de Cavaleiro Hereditário). Morreu em 1 de fevereiro de 1903, aos 83 anos, onde findou sua carreira, em Cambridge, Inglaterra. Em 2019 foi realizado o Simpósio Stokes 200, no Pembroke College, Cambridge, Inglaterra, local onde trabalhou e fez contribuições excepcionais para ciências e matemática.



Figura 1: George Gabriel Stokes (1819 – 1903)

Fonte: <http://www.flickr.com/photos/stokesblandfullerkingancestry/>, 2018.

Filho de Gabriel Stokes (1762 – 1835) e Elizabeth Haughton (1781 – 1866), família de origem anglo-irlandesa. Seu pai foi ministro protestante da paróquia de Skreen, no condado de Sligo, e sua mãe, filha de um ministro da igreja da Kilrea, no condado de Londonderry. George Stokes era o mais novo dos seis filhos de uma família muito religiosa, fato que pode ter contribuído para que três de seus irmãos se tornassem sacerdotes.

Iniciou sua própria família ao casar-se com Mary Susanna Robinson em 4 de julho de 1857, na Catedral de São Patrício, Armagh. Deste relacionamento nasceram cinco filhos - Arthur Romney (1858 - 1916), Susanna Elizabeth (1859 - 1963), Isabella Lucy (1861 - 1934), William George Gabriel (1863 - 1893) e Dora Susanna (1868 - 1868). Passaram por alguns momentos familiares muito conturbados, visto que as filhas Susanna Elizabeth Stokes e Dora Susanna Stokes, primeira e última, morreram na infância. Posteriormente, o filho médico William George Gabriel Stokes (1863 - 1893) cometeu suicídio aos 30 anos. O mais velho, Arthur Romney, herdou sua baronia, a qual será abordada mais adiante e, a segunda filha, Isabella Lucy Stokes Humphry, em prol da memória do pai, contribuiu para a edição de “Memórias e Correspondência Científica do falecido Sir George Gabriel Stokes, Bart”, publicado pela primeira vez em 1907.

George Stokes teve uma educação muito influenciada pela formação religiosa de sua família, principalmente pelo pai que o iniciou em gramática latina. Em Skreen, frequentou a escola até 1832. A partir de então foi para a escola em Dublin. Após o falecimento de seu pai, em 1835, Stokes mudou-se para Bristol College, Inglaterra, onde lá permaneceu por dois anos.

Durante sua passagem em Bristol College, Stokes formou a base de seus estudos em matemática pura, além de estudos sobre *Os Princípios Matemáticos da Filosofia Natural* de Newton, também enveredou sobre tópicos de hidrostática, óptica e astronomia, aos quais se dedicou em toda sua carreira. A maior influência que recebeu naquela ocasião foi do matemático e classicista Francis William Newman, um dos professores de Bristol College.

Em 1837 ingressou para o *Pembroke College*, uma das instituições universitárias da Universidade de Cambridge. Em Cambridge, sofreu forte influência matemática do professor William Hopkins. Após quatro anos se formou como *Sênior Wrangler*, isto é, como o melhor aluno de matemática da Universidade de Cambridge, ou seja, pessoa que alcançou a maior nota geral entre os *Wranglers*, prêmio concedido aos estudantes de Cambridge que ganham graus de primeira classe em matemática. Posteriormente, em 1841 foi agraciado com do prêmio Smith – criado em homenagem ao matemático inglês Robert Smith (1689 – 1768) pelo legado – prêmio concedido anualmente para dois estudantes pesquisadores de física teórica, matemática e matemática aplicada da Universidade de Cambridge desde 1769, feitos que lhe renderam uma bolsa de estudos.

Delineando o início de sua carreira, Stokes tornou-se, aos 30 anos, professor lucasiano, cátedra de matemática da Universidade de Cambridge, criada em 1963. Stokes

ocupou esta cadeira até sua morte, entretanto, devida a baixa remuneração, na década de 1850 lecionou na Escola de Minas do Governo, em Londres, para complementar sua renda.

George Stokes viveu uma brilhante trajetória na Royal Society, destinada à promoção do conhecimento científico. Em ordem cronológica, foi eleito em 1851 e, no ano seguinte, conquistou a medalha *Rumford*, condecoração que surgiu com o incentivo financeiro de Benjamin Thompson, concedida a cada dois anos a quem desenvolve pesquisas relevantes sobre calor e luz. Em 1854 foi nomeado secretário, cargo que permaneceu até 1885 quando foi eleito presidente dessa sociedade, cargo ocupado por ele durante cinco anos. Assim, se tornou o primeiro homem desde Isaac Newton, que ocupou as três posições: professor lucasiano, secretário e presidente da Royal Society.

A produção de artigos de Stokes caiu rapidamente na década de 1850, muito provavelmente em decorrência das atribuições como secretário da Royal Society a partir de 1854 e, em parte, consequências do casamento em 1857. Frequentemente assumia pesados deveres administrativos, o que o impedia de conduzir qualquer pesquisa. A partir de 1860, muitas de suas publicações relacionavam-se a pontos decorrentes de seu dever oficial de ler artigos submetidos à Royal Society.

Embora tenha enfrentado diversos problemas, sua carreira foi tão movimentada quanto o volume de seus estudos. Ocupou vários cargos paralelamente, tornando-se um grande influenciador em vários ramos da ciência. O quadro abaixo organiza as atividades desenvolvidas por Stokes durante um largo período.

PERÍODO	POSIÇÃO / CARGO
1849 – 1903	Professor lucasiano
1854 – 1885	Secretário da <i>Royal Society</i>
1859 – 1861	Presidente da <i>Cambridge Philosophical Society</i>
1885 – 1890	Presidente da <i>Royal Society</i>
1886 – 1903	Presidente do <i>Victoria Institute of London</i>
1887 – 1891	Membro do Parlamento Europeu
1887 – 1892	Câmara dos Comuns britânica
1902 – 1903	Mestre do <i>Pembroke College</i>

Quadro 1: Ocupações de Stokes

Fonte: Elaborado pelos autores, 2018.

Sempre representando a Universidade de Cambridge, mantinha uma postura conservadora. Também colaborou para a criação do Laboratório Cavendish, em meados da década de 1880, espaço criado com o objetivo agregar e orientar mentes brilhantes de Cambridge relacionadas as questões experimentais em física e matemática. Sem interesse na liderança do novo laboratório, deixou-o para físico britânico J. J. Thomson (1856 – 1940).



Em decorrência do matrimônio, assumiu o risco de perder sua bolsa no Pembroke College. No entanto, uma mudança nas regras em 1862 permitiu a permanência de homens casados, conseguindo assim retomar para a irmandade.

Além de ocupar importantes cargos, Stokes recebeu muitas condecorações por sua representatividade e contribuição para a física e a matemática. Dentre estas, recebeu o título de Baronet em 1889, dignidade hereditária britânica, criada pela primeira vez por Rei James I, da Inglaterra, em maio de 1611. Um baronete fica abaixo dos barões, mas acima de todos os cavaleiros. Na Inglaterra e na Irlanda, um baronetismo é herdado pelo herdeiro do sexo masculino, exatamente como ocorreu com seu primogênito Arthur Romney.

Um de seus reconhecimentos mais importantes foi o recebimento da Medalha Copley, em 1893, por suas pesquisas e descobertas na física. Essa medalha é considerada a de maior prestígio conferida pela Royal Society desde 1731, além de ser a mais antiga das dez medalhas concedidas.

A Universidade de Cambridge profusamente celebrou seu jubileu como professor lucasiano em 1 de junho de 1899, cerimônia foi celebrada com a participação de numerosos delegados da Europa e universidades americanas. Uma medalha de ouro comemorativa foi apresentada a Stokes pelo chanceler da universidade e os bustos de mármore de Stokes, por Hamo Thornycroft, foram formalmente oferecidos ao Pembroke College e à universidade por Lord Kelvin. Três anos depois o Pembroke College lhe concedeu sua mais alta honraria elegendo-o como mestre, pouco tempo antes de sua morte.



Figura 2: Medalha comemorativa – Sir G. G. Stokes

Fonte: <https://www.flickr.com/photos/stokesblandfullerkingancestry/>, 2018.

Stokes foi uma influência importante na formação das gerações posteriores em Cambridge. Foi o mais antigo do trio de filósofos naturais, a saber, os outros dois foram James Clerk Maxwell e Lord Kelvin, que contribuíram especialmente para a fama da escola de física e matemática da Universidade de Cambridge em meados do século XIX.



Seguiu o trabalho dos franceses, especialmente Lagrange, Laplace, Fourier, Poisson e Cauchy. As decorrências são notórias em seus estudos teóricos nas áreas de óptica e hidrodinâmica. Mesmo na graduação, Stokes desenvolveu muitos trabalhos experimentais, no entanto, seus interesses e investigações se estenderam para além da física, visto que seu conhecimento de química e botânica era extenso.

O catálogo de artigos científicos da Royal Society registra títulos de mais de cem memórias por ele publicadas até 1883. Algumas delas são apenas notas breves, outras são concisas declarações, todos muito bem tratados e elaborados. Alguns desses trabalhos são apresentados na seção a seguir.

### 3 | TRABALHOS PRODUZIDOS POR STOKES

George Gabriel Stokes foi um grande pesquisador, explorou os campos da elasticidade dos sólidos e o comportamento das ondas em sólidos elásticos, inclusive a difração da luz e a hidrodinâmica. É importante ressaltar que Stokes sempre se preocupou em investigar problemas fisicamente importantes e, procurou demonstra-los matematicamente todos os resultados necessários às suas pesquisas.

Em 1842, um ano após a sua formação, Stokes começou a investigar as análises do movimento regular de um fluido incompressível em duas dimensões, dando continuidade no ano seguinte. Três anos depois divulgou a análise do atrito interno dos fluidos.

Ainda em 1845 concentrou seus estudos na natureza do éter para realizar as suas primeiras pesquisas sobre a teoria ondulatória da luz. Fresnel também investigou esta teoria, mas sua demonstração era que a Terra passava livremente pelo éter.

Um importante relatório matemático sobre suas recentes pesquisas na área da hidrodinâmica foi apresentado por ele à Associação Britânica para o Avanço da Ciência. Este fato, ocorrido em 1846, tornou Stokes conhecido na Inglaterra.

Em 1847, investigou o tema das ondas oscilatórias na água, fazendo a ressalva, em seu relatório, que necessitava de uma maior investigação a respeito deste tema. Vale ressaltar que Poisson e Cauchy tinham feito uma investigação complexa a respeito deste assunto, mas com enfoque nas produções das ondas por perturbações arbitrárias no fluido, contudo, Stokes investigou as propagações de ondas oscilatórias considerando a altura comparada ao seu comprimento de onda.

Stokes retorna em 1848 a sua pesquisa feita três anos antes sobre a teoria ondulatória da luz e examina matematicamente as propriedades do éter, pois iniciou suas pesquisas nesta teoria investigando a natureza deste elemento. Ao analisar as propriedades do éter, Stokes o tratou como um meio elástico sensivelmente incompressível. Além disso, as fontes consultadas dizem que Stokes

empregou a teoria ondulatória da luz para calcular a intensidade do ponto central dos anéis de Newton para além do ângulo crítico da luz incidente que os anéis desaparecem, deixando apenas o ponto negro central. (GILLISPIE, 2007, p. 2469)

Stokes realizou um trabalho sobre o movimento dos pêndulos em fluidos para considerar a variação da gravidade em diferentes pontos da terra. Esta publicação feita em 1849, foi uma importante contribuição para a área de Geodesia, ciência que estuda as dimensões, forma e o campo de gravidade da Terra.

George Stokes obteve como resultado, em 1849, o Teorema de Clairault, resultado da relação que ele fez da forma da superfície da Terra com a força da gravidade sobre ela. Publicou em 1850 um artigo que aplicava sua teoria do atrito interno dos fluidos ao comportamento dos pêndulos. Neste mesmo artigo

mostrou que o comportamento das gotas d'água na atmosfera dependia quase completamente do atrito interno do ar, e com isso explicou como era possível a formação de nuvens na atmosfera terrestre. (GILLISPIE, 2007, p. 2469)

Stokes ainda contribuiu com artigos na área da matemática pura, pois eram resultados utilizados para os seus desenvolvimentos de pesquisa na física. No ano de 1852, Stokes publicou uma análise matemática sobre a composição e resolução de feixes de luz polarizada originários de fontes diferentes. Escreveu sobre as séries periódicas, em 1847, conhecidas como séries de Fourier, além disso, também desenvolveu trabalhos conhecidos como fenômenos de Stokes, linhas de Stokes e, o mais conhecido, Teorema de Stokes, o qual faremos um estudo mais detalhado na seção seguinte.

## 4 | TEOREMA DE STOKES

O Teorema de Stokes tem uma importância fundamental no estudo dos campos vetoriais, principalmente na análise de movimentos das rotações dos fluidos. Segundo Ávila (2011, p. 217), “permite transformar certas integrais de superfície em integrais de linha sobre os bordos das superfícies”.

Vamos enunciar, a seguir, o Teorema de Stokes segundo o livro de Guidorizzi (2011, p. 253 a 255). Vale ressaltar que este teorema também está presente nos livros de Ávila (2011), Stewart (2016) e Kaplan (2016), o que diferencia-os é a notação utilizada por cada autor.

O Teorema de Stokes, segundo Guidorizzi (2011, p. 253) é enunciado da seguinte forma:

Seja  $\sigma : K \rightarrow \mathbb{R}^3$  uma porção de superfície regular dada por

$$\sigma(u, v) = (x(u, v), y(u, v), z(u, v))$$

onde

$$x = x(u, v), y = y(u, v) \text{ e } z = z(u, v)$$

são supostas de classe  $C^2C^2$  num aberto contendo  $KK$ . Seja

$$\vec{F} = P\vec{i} + Q\vec{j} + R\vec{k}$$

um campo vetorial de classe  $C^1C^1$  num aberto que contém  $\text{Im } \sigma$ .

Nestas condições, tem-se

$$\int_{\Gamma} \vec{F} \cdot d\vec{r} = \int_{\sigma} (\text{rot } \vec{F}) \cdot \vec{n} \, dS$$

onde  $\Gamma$  é uma curva fronteira de  $\sigma$  orientada positivamente em relação à normal

$$\vec{n} = \frac{\frac{\partial \sigma}{\partial u} \wedge \frac{\partial \sigma}{\partial v}}{\left\| \frac{\partial \sigma}{\partial u} \wedge \frac{\partial \sigma}{\partial v} \right\|}$$

Como neste artigo o enfoque é estudar a importância dos estudos de personagens para a História da Matemática não iremos nos ater à demonstração do teorema de Stokes. Contudo, caso queira estudá-la, pode-se aprofundar nos livros estudados neste artigo, em Ávila (2011, p. 217 a 220), Guidorizzi (2011, p. 253 a 255), Stewart (2016, p. 1004) e Kaplan (2016, p. 269 a 270). É importante notarmos que

O teorema que hoje chamamos Teorema de Stokes foi, na verdade, descoberto pelo físico escocês sir William Thomson (1824- 1907, conhecido como lorde Kelvin). Stokes soube desse teorema por uma carta de Thomson em 1850 e pediu a seus estudantes que o demonstrassem em um exame em Cambridge, em 1854. Não se sabe se algum de seus estudantes foi capaz de fazê-lo. (STEWART, 2016, P. 1003)

Stokes, Green e William Thomson tinham o objetivo de usar dois teoremas (Teorema de Green e Teorema de Stokes) para explicar e antecipar fenômenos físicos em eletricidade e magnetismo e em escoamento de fluidos, segundo consta em Stewart (2016, p. 1007).

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudar a História da Matemática e seus personagens engrandece o conhecimento, assim como é importante estudarmos as biografias dos pesquisadores de Matemática no nível superior, campo de muitas pesquisas. Entender o processo que levou a descobertas e demonstrações instigam o pensamento científico de investigar e reinventar.

Desta forma, compreender um objeto de estudo através da História, especialmente através das biografias, é de suma importância para o desenvolvimento de novos conhecimentos que podem ser desenvolvidos a partir de um conceito existente. Conhecer a origem e contextos em que um estudo foi produzido pode levar a nuances nunca antes

percebidas. Podemos encontrar a saída para questões que não foram respondidas. Entender o “como” e o “porque” enriquece tanto o processo de ensino quanto de aprendizagem.

Stokes foi um grande pesquisador principalmente na área da Física, e conhecendo sua história podemos perceber que a Matemática foi de importantíssima valia para que ele pudesse demonstrar as suas teorias. Ele tornou-se um matemático pois necessitava da Matemática para comprovar as suas hipóteses.

Retomando que o objetivo principal deste trabalho foi responder qual a importância que a Matemática teve para a vida e para as teorias estudadas por George Gabriel Stokes, concluímos que nosso personagem foi fortemente influenciado por matemáticos ao longo da vida e que a Matemática foi de fundamental importância para as demonstrações de suas teorias, era a ferramenta necessária e suficiente para a comprovação de suas pesquisas.

Com este trabalho esperamos incentivar novas produções que abordem a biografia de matemáticos de modo a contribuir para a elucidação de conteúdos e estimular a aprendizagem e a pesquisa nesta disciplina.

## REFERÊNCIAS

ÁVILA, Geraldo. *Cálculo: das funções de múltiplas variáveis*. v. 3. 7ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

BRASIL, Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: Matemática / Secretaria de Educação Fundamental*. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CARINO, Jonaedson. *A biografia e sua instrumentalidade educativa*. Educação & Sociedade [on line], 1999. Ano XX. nº 67. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/es/v20n67/v20n67a05.pdf>. Acesso em: 10/12/2018.

GILLISPIE, Charles Coulston (org.). *Dicionários de Biografias Científicas*. Tradução Carlos Almeida Pereira, et al. Rio de Janeiro: Contraponto, 2007.

GUIDORIZZI, Hamilton Luis. *Um curso de cálculo*. v. 3. 5ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011.

KAPLAN, Wilfred. *Cálculo Avançado*. Tradução Frederic Tsu. 11ª reimpressão. São Paulo: Edgard Blücher, 2016.

LEANDRO, Everaldo Gomes. *As produções de um grupo de pesquisa sobre o Ensino de Matemática na Perspectiva Lógico-Histórica: estudo dos elementos históricos correlatos*. XIX Encontro Brasileiro de Estudantes de Pós-Graduação em Educação Matemática, 2015. Anais... Disponível em: [http://www.ufjf.br/ebrapem2015/files/2015/10/gd5\\_everaldo\\_leandro.pdf](http://www.ufjf.br/ebrapem2015/files/2015/10/gd5_everaldo_leandro.pdf). Acesso em: 10/12/2018

MIGUEL, A. *Três estudos sobre História e educação matemática*. Tese – (Doutorado em Educação) Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). São Paulo, 1993. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.unicamp.br/document/?code=vtls000069861>. Acesso em: 06/02/2015.

\_\_\_\_\_. *As potencialidades da História da Matemática em questão: argumentos reforçadores e questionadores*. Zetetike. Campinas, 1997.

SILVA, Everaldo Raiol da; MIRANDA, Tatiana Lopes de. *A investigação em História da Matemática*. X seminário nacional de história da matemática, 2013. Anais ... Disponível em: [www.cle.unicamp.br/eprints/](http://www.cle.unicamp.br/eprints/)

index.php/anais---xsnhm. Acesso em: 01/06/2018.

STEWART, James. *Cálculo*. v. 2. Tradução EZ2 Translete. 5ª reimp. 3ª ed. de 2013. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

## SITES CONSULTADOS

STOKES, GEORGE GABRIEL. Dicionário Completo de Biografia Científica. Disponível em: <https://www.encyclopedia.com/science/dictionaries-thesauruses-pictures-and-press-releases/stokes-george-gabriel>. Acesso em: 05/12/2018.

SIR GEORGE GABRIEL STOKES, 1º BARONETE: matemático e físico britânico.

Enciclopédia britânica. Disponível em:

<https://www.britannica.com/biography/Sir-George-Gabriel-Stokes-1st-Baronet#accordion-article-history>.

Acesso em: 05/12/2018.

GEORGE GABRIEL STOKES. Wikipédia, a enciclopédia livre. Disponível em: [https://pt.wikipedia.org/wiki/George\\_Gabriel\\_Stokes](https://pt.wikipedia.org/wiki/George_Gabriel_Stokes). Acesso em: 05/12/2018.

Teresa Mary Stokes. <https://www.flickr.com/photos/stokesblandfullerkingancestry/>

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aplicações 53, 71, 74, 82, 105, 107, 165, 167, 168, 169, 192, 210, 212, 214, 217, 220, 232, 255, 258

Aprendizagem 8, 11, 12, 13, 18, 21, 22, 29, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51, 53, 54, 56, 57, 59, 60, 61, 71, 79, 83, 86, 91, 92, 96, 98, 104, 125, 160, 162, 169, 170, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 208, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 267, 269, 270

Avaliação 3, 15, 16, 36, 91, 95, 116, 191, 192, 259, 260, 261, 262, 269, 270

### B

Bicentenário 199, 201

Biomatemática 133, 134, 148, 149

### C

Cálculo 46, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 86, 103, 105, 110, 115, 129, 147, 164, 208, 209, 227, 266, 268, 270

Cálculo Diferencial 69, 70, 71, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 86

Ciência 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 18, 31, 33, 39, 43, 46, 53, 54, 58, 79, 80, 82, 92, 96, 102, 104, 169, 170, 199, 203, 205, 206, 216, 218, 232, 233

Computacionais 147, 160, 161, 224

Conceito 34, 43, 45, 47, 55, 56, 57, 60, 61, 71, 74, 83, 126, 127, 170, 171, 172, 178, 179, 181, 182, 185, 192, 194, 199, 207, 261

Cubagem 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114

### D

Docência 20, 21, 22, 23, 27, 28, 47

### E

Educação 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 19, 20, 21, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41, 42, 44, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 60, 61, 69, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 82, 91, 92, 95, 96, 98, 103, 104, 122, 124, 125, 162, 169, 173, 175, 176, 178, 180, 181, 186, 187, 189, 190, 198, 200, 202, 208, 261, 269, 270, 271

Ensino 8, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 41, 42, 43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 51, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 70, 71, 72, 79, 80, 81, 83, 85, 86, 91, 92, 96, 98, 109, 115, 125, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 169, 170, 171, 172, 174, 175, 176, 178, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 195, 196, 197, 198, 199, 200,



201, 208, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 269, 270, 271

Equação Diferencial Ordinária 155, 156, 219

Equations 63, 146, 149, 217, 218, 233, 234, 238, 243, 244, 248

Espacial 21, 22, 29, 58, 103, 105, 107, 111, 114

Estatística 55, 57, 61, 63, 64, 72, 114, 132, 164, 165, 176, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 195, 196, 197, 198, 258

Etnomatemática 15, 32, 95, 96, 97, 98, 103, 104, 114

## F

Formação 2, 8, 9, 12, 16, 17, 20, 21, 22, 23, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 43, 44, 47, 52, 53, 57, 70, 71, 79, 80, 86, 87, 91, 104, 151, 152, 179, 189, 196, 197, 198, 199, 202, 204, 205, 206, 261

Formação Continuada 12, 31, 33, 34, 35, 36

Funções 57, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 79, 116, 135, 140, 160, 161, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 170, 174, 176, 190, 208, 217, 224, 233, 255

Functional-Integral 233, 234, 238, 241, 242, 243, 244

## G

GeoGebra 69, 70, 72, 73, 74, 79, 80, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 174, 175, 176

Geometria 14, 20, 21, 22, 28, 30, 72, 100, 103, 105, 106, 107, 108, 111, 114, 164, 175

Gestar 31, 32, 33, 34, 35, 36, 39, 40

## H

História da Matemática 13, 14, 19, 32, 199, 200, 207, 208

HIV 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 144, 145, 146, 147

## I

Imunoterapia 148, 149, 150, 151, 152, 153

Inovações 35, 163, 165, 170, 171, 172, 173, 174, 176

Interdisciplinar 11, 13, 16, 17, 38, 163, 169

## J

Jogos 11, 13, 17, 18, 32, 33, 34, 35, 40, 45, 46, 180, 183, 186

## L

Lógica 7, 10, 129, 170, 185, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 255

## M

Matemática 1, 2, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34,

35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 69, 70, 71, 72, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 87, 88, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 100, 101, 102, 103, 104, 106, 107, 109, 110, 111, 114, 115, 116, 117, 122, 123, 124, 125, 132, 147, 148, 149, 153, 155, 160, 161, 162, 163, 164, 166, 167, 168, 169, 170, 172, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 181, 182, 183, 186, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 206, 207, 208, 243, 244, 245, 254, 255, 258, 260, 261, 262, 264, 270, 271

Matemática Crítica 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 60, 61, 186

Materiais Manipuláveis 31, 34, 35, 39, 45, 46

Método 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 16, 53, 63, 65, 71, 92, 99, 105, 110, 111, 113, 127, 130, 131, 135, 138, 155, 157, 158, 198, 215, 217, 221, 222, 223, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 254, 256, 258

Modelagem 32, 38, 39, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 69, 71, 72, 73, 74, 76, 78, 79, 81, 83, 86, 87, 88, 90, 91, 92, 128, 132, 133, 134, 136, 148, 149, 153, 228, 230, 232

Modelo Matemático 39, 52, 80, 81, 83, 84, 89, 94, 132, 148, 149, 151, 152, 153

## O

Operações Aritméticas 34, 41, 42

## P

Pescado 100, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 124

Porcentagem 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 124, 137

Projeto 20, 39, 58, 75, 76, 127, 156, 163, 164, 165, 166, 169, 174, 175, 192, 197

## R

Racionalidade 1, 2, 3, 4, 5, 7, 9, 10

Recursos Didáticos 31, 33, 34, 39

Resolução 14, 15, 16, 32, 37, 38, 53, 65, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 97, 171, 179, 206, 217, 218, 220, 221, 224, 225, 228, 230, 231, 232, 266

Reticulado 254, 255

Retração 254, 255, 256, 257, 258

## S

Sarampo 62, 63, 64, 65, 67, 68

## T

Teatro 180, 181, 182, 183, 184, 186

Tecnologias 79, 116, 160, 161, 162, 175, 176

Teorema de Stokes 199, 206, 207

Terapia 132, 150, 152

Tora 105, 106, 107, 110, 112, 113

## V

Vacinação 62, 63, 64, 65, 67

# INVESTIGAÇÃO, CONSTRUÇÃO E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2020

# INVESTIGAÇÃO, CONSTRUÇÃO E DIFUSÃO DO CONHECIMENTO EM MATEMÁTICA

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

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

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

 **Atena**  
Editora

Ano 2020