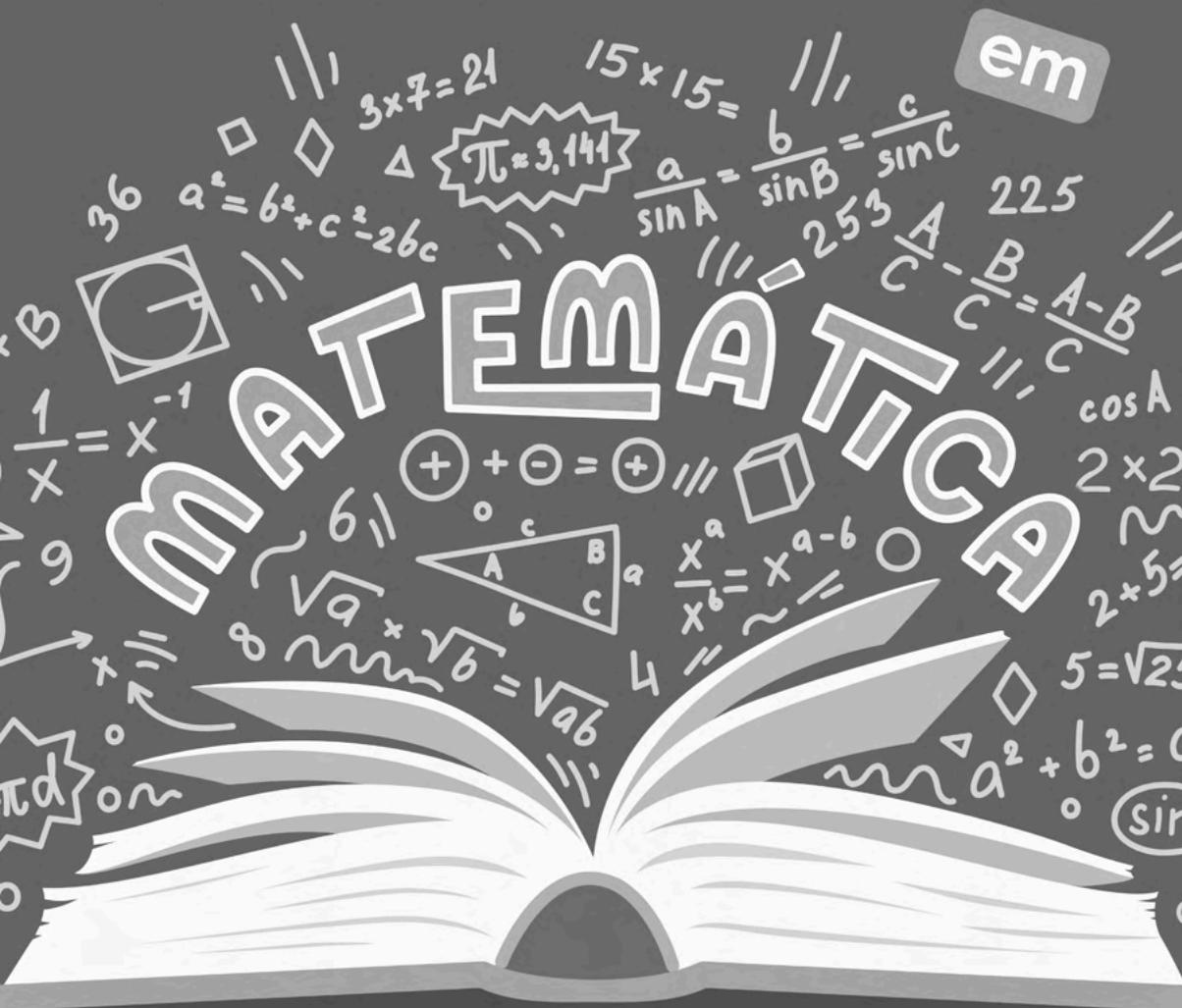




Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira  
(Organizadores)

# PESQUISAS DE VANGUARDA



e suas aplicações

  
Atena  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

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.

Open access publication by Atena Editora



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 Exatas e da Terra e Engenharias**

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

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

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

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

## Pesquisas de vanguarda em matemática e suas aplicações

**Diagramação:** Camila Alves de Cremona  
**Correção:** Bruno Oliveira  
**Indexação:** Gabriel Motomu Teshima  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Américo Junior Nunes da Silva  
André Ricardo Lucas Vieira

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 Pesquisas de vanguarda em matemática e suas aplicações / Organizadores Américo Junior Nunes da Silva, André Ricardo Lucas Vieira. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-440-2

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.402212809>

1. Matemática. I. Silva, Américo Junior Nunes da (Organizador). II. Vieira, André Ricardo Lucas (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](http://www.atenaeditora.com.br)

[contato@atenaeditora.com.br](mailto: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; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.

## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, desta forma não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.

## 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, no que tange as questões educacionais, e das dificuldades de inclusão de todos nesse “novo normal”, é que contexto pandêmico começa a escancarar um cenário de destrato que já existia antes mesmo da pandemia. Esse período pandêmico só desvelou, por exemplo, o quanto a Educação no Brasil acaba, muitas vezes, sendo uma reprodutora de Desigualdades.

O contexto social, político e cultural, como evidenciaram Silva, Nery e Nogueira (2020), 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 cenário 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 (SILVA; OLIVEIRA, 2020).

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, como assevera D’Ambrósio (1993), e sobre isso, de uma forma muito particular, abordaremos nesta obra.

É neste sentido, que o livro **“Pesquisas de Vanguarda em Matemática e suas Aplicações”** nasceu: como forma de permitir que as diferentes experiências do professor pesquisador que ensina Matemática e do pesquisador em Matemática aplicada sejam apresentadas e constituam-se enquanto canal de formação para educadores 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.

Américo Junior Nunes da Silva

André Ricardo Lucas Vieira

## REFERÊNCIAS

D'AMBROSIO, Beatriz S. Formação de Professores de Matemática Para o Século XXI: O Grande Desafio. **Pro-Posições**. v. 4. n. 1 [10]. 1993.

SILVA, A. J. N. DA; NERY, ÉRICA S. S.; NOGUEIRA, C. A. Formação, tecnologia e inclusão: o professor que ensina matemática no “novo normal”. **Plurais Revista Multidisciplinar**, v. 5, n. 2, p. 97-118, 18 ago. 2020.

SILVA, A. J. N. da; OLIVEIRA, C. M. de. A pesquisa na formação do professor de matemática. **Revista Internacional de Formação de Professores**, [S. l.], v. 5, p. e020015, 2020. Disponível em: <https://periodicoscientificos.itp.ifsp.edu.br/index.php/rifp/article/view/41>. Acesso em: 18 maio. 2021.

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

O USO DA ROBÓTICA EDUCACIONAL COMO FERRAMENTA NO ENSINO E APRENDIZAGEM DE FUNÇÃO AFIM E QUADRÁTICA

Bruna Nogueira Simões Cobuci

Rigoberto Gregório Sanabria Castro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128091>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

BANCO IMOBILIÁRIO MATEMÁTICO: UMA PROPOSTA DE ENSINO EM AULAS DE MATEMÁTICA

Thayná Schleider de Matos

Joyce Jaquelinne Caetano

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128092>

### **CAPÍTULO 3..... 18**

APLICAÇÃO DE MONITORIAS ON-LINES DE CÁLCULO COMO FERRAMENTA DE NIVELAMENTO E INICIAÇÃO A DOCÊNCIA

Tamires Ester Peixoto Bravo

Pedro Lucas Moreira Rodrigues

Matheus Alencar de Freitas

Enrique Dias de Matos

Pedro Augusto Araújo Sant'Ana

Ivano Alessandro Devilla

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128093>

### **CAPÍTULO 4..... 24**

A PSICOLOGIA EDUCACIONAL, A EDUCAÇÃO MATEMÁTICA E A PSICOLOGIA DA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: DISCUSSÕES SOBRE ASPECTOS RELACIONADOS À APRENDIZAGEM

André de Lima Pereira Gomes

Gyliane Ornela Barbosa

Márcia Santos Melo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128094>

### **CAPÍTULO 5..... 34**

DA INFORMALIDADE A SALA DE AULA: A MATEMÁTICA DO MEU ALUNO

Evren Ney da Silva Jean

Meiry Jane Cavalcante Rattes

Márcio Laranjeira Anselmo

Reginaldo Nascimento da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128095>

### **CAPÍTULO 6..... 42**

A METODOLOGIA DO SISTEMA *NODET* E SUAS POSSIBILIDADES DE PESQUISA

# SOBRE O USO DO ORIGAMI NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM TEMPOS DE USO DE NOVAS TECNOLOGIAS NA EDUCAÇÃO

Daniel Albernaz de Paiva Brito

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128096>

## **CAPÍTULO 7..... 57**

### A MATEMÁTICA DO AGRONEGÓCIO: CONTRIBUIÇÕES PARA UMA APRENDIZAGEM SIGNIFIC(ATIVA)

Luiz Carlos dos Santos Filho

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128097>

## **CAPÍTULO 8..... 63**

### DESIGUALDADE DE CAFFARELLI-KOHN-NIRENBERG EM VARIEDADES RIEMANNIANAS

Willian Isao Tokura

Levi Rosa Adriano

Priscila Marques Kai

Elismar Dias Batista

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128098>

## **CAPÍTULO 9..... 71**

### O ENSINO DE FUNÇÃO DO 1º GRAU NA EDUCAÇÃO INCLUSIVA: TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E O SABER MATEMÁTICO PARA ALUNOS CEGOS

Camila Ferreira e Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4022128099>

## **CAPÍTULO 10..... 85**

### OPORTUNIDADES PARA ARTICULAÇÃO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO NAS AULAS DE MATEMÁTICA A PARTIR DO USO DE *SOFTWARES* MATEMÁTICOS

José Cirqueira Martins Júnior

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280910>

## **CAPÍTULO 11..... 100**

### ENSINANDO MATEMÁTICA POR MEIO DA RESOLUÇÃO DE EQUAÇÕES COM MATERIAL CONCRETO

Graciela Siegloch Lins

Marcos Lübeck

Jocinéia Medeiros

Fernando Luiz Andretti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280911>

## **CAPÍTULO 12..... 108**

### A UTILIZAÇÃO DO EXCEL COM ATIVIDADES EXPLORATÓRIAS PARA O TRATAMENTO DE INFORMAÇÕES EM CONTEÚDOS DE ESTATÍSTICA

José Cirqueira Martins Júnior

Leandro Vieira dos Santos

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280912>

**CAPÍTULO 13..... 119**

NARRATIVAS SOBRE UM LUGAR COMUM: SALA DE RECURSOS

Rozana Morais Lopes Feitosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280913>

**CAPÍTULO 14..... 128**

MODELO EPIDÊMICO SIR, COM E SEM VACINAÇÃO E MODELO EPIDÊMICO SEIR

Lívia de Carvalho Faria

Mehran Sabeti

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280914>

**CAPÍTULO 15..... 139**

GROUNDED THEORY COMO METODOLOGIA DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: CONTRIBUIÇÕES, RACIOCÍNIO E PROCEDIMENTOS

Eliandra Moraes Pires

Everaldo Silveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280915>

**CAPÍTULO 16..... 154**

STOMACHION: UMA ABORDAGEM SOBRE A HISTÓRIA DA ANÁLISE COMBINATÓRIA

Paula Francisca Gomes Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280916>

**CAPÍTULO 17..... 160**

RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS ALÉM DA SALA DE AULA: EM CENA A SEMELHANÇA DE TRIÂNGULOS

Fábio Vieira Abrão

Luciano Soares Gabriel

Norma S. Gomes Allevato

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280917>

**CAPÍTULO 18..... 172**

APPROXIMATION OF A SYSTEM OF A NON-NEWTONIAN FLUID BY A SYSTEM OF CAUCHY-KOWALESKA TYPE

Geraldo Mendes de Araujo

Elizardo Fabricio Lima Lucena

Michel Melo Arnaud

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280918>

**CAPÍTULO 19..... 191**

INTERPOLAÇÃO PELO MÉTODO DE HERMITE USANDO DIFERENÇAS DIVIDIDAS

João Socorro Pinheiro Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280919>

<b>CAPÍTULO 20</b> .....	<b>208</b>
APRENDIZAGEM DAS OPERAÇÕES COM FRAÇÕES NO 7º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL: UMA INVESTIGAÇÃO À LUZ DA TEORIA DAS SITUAÇÕES DIDÁTICAS	
Bruno José de Sá Ferraz Lemerton Matos Nogueira	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280920">https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280920</a>	
<b>CAPÍTULO 21</b> .....	<b>219</b>
AS POTENCIALIDADES DE UMA AULA DO CAMPO NO ENSINO FUNDAMENTAL II	
Marco André Dantas Leonardo Sturion	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280921">https://doi.org/10.22533/at.ed.40221280921</a>	
<b>SOBRE OS ORGANIZADORES</b> .....	<b>230</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>231</b>

## STOMACHION: UMA ABORDAGEM SOBRE A HISTÓRIA DA ANÁLISE COMBINATÓRIA

Data de aceite: 01/09/2021

Data de submissão: 03/06/2021

**Paula Francisca Gomes Rodrigues**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro –  
UFTM

Uberaba – Minas Gerais

<http://lattes.cnpq.br/9319538925749073>

**RESUMO:** Este trabalho objetiva explorar a História da Matemática no âmbito da Análise Combinatória e verificar que o tratado do *Stomachion* de Arquimedes é o primeiro registro de estudos sobre o tema. Desejamos aproximar a História da Matemática aos alunos de forma a mostrar que a Matemática é ciência em transformação e que pode ser utilizada como recurso didático. Assim, através de nossos estudos sobre o tratado, propomos sua utilização em atividades do Ensino Básico, haja vista ser uma fonte de estudos sobre Geometria, Análise Combinatória e Raciocínio Lógico. O trabalho foi desenvolvido através de pesquisas bibliográficas onde analisamos livros digitais e impressos, dissertações, artigos e obras publicadas em sites oficiais sobre a História da Combinatória e o Palimpsesto de Arquimedes.

**PALAVRAS-CHAVE:** Arquimedes, *Stomachion*, Análise Combinatória, História da Matemática, Ensino Básico

### STOMACHION: AN APPROACH TO COMBINATORIAL ANALYSIS' HISTORY

**ABSTRACT:** This work aims exploring Mathematics History in the scope of Combinatorics and verify that Archimedes' *Stomachion* is the first record of studies on the subject. We want to bring the History of Mathematics to students in order to show that Mathematics is a changing science and that it can be used as a didactic resource. Thus, we introduce the *Stomachion* resolution and propose its use in Basic Education activities, since it is a source of studies on Geometry, Combinatorial Analysis and Logic. The work was developed through bibliographic research where we analyzed books, dissertations, articles and works published on official websites on the History of Combinatorics and Archimedes' Palimpsest.

**KEYWORDS:** Archimedes. *Stomachion*. Combinatorial Analysis. Geometry. Basic Education.

## 1 | INTRODUÇÃO

Nos últimos trinta anos o interesse pela História da Matemática vem se consolidando como fonte investigativa e de conhecimento para o desenvolvimento da Educação Matemática, segundo Lopes e Alves (2014, p. 2). Novas descobertas em documentos e textos antigos ajudam a constituir os passos que nos trouxeram até o que conhecemos hoje ou até mesmo modificar o que se acreditava correto, além de introduzir novas ferramentas matemáticas.

O *Stomachion* de Arquimedes é um

grande exemplo disso. Despretensiosamente era considerado apenas um jogo de quebra-cabeças semelhante ao Tangram Chinês mas teve seu nível de importância elevado ao de modificador da História da Matemática quando o perdido Palimpsesto de Arquimedes, conhecido como Códex C, reapareceu em 1998 e foi leiloado no mesmo ano. O comprador, que permanece anônimo, cedeu a obra ao Museu Walters no Estados Unidos para que a obra pudesse ser restaurada e lida.

Apesar de todas as atenções estarem voltadas para o tratado de O Método contido no Palimpsesto, quando finalmente o *Stomachion* pode ser lido e interpretado, descobriu-se que Arquimedes havia estudado Combinatória através dele e que aquele registro era o mais antigo estudo de Combinatória existente e remontava há mais de 2000 anos.

Este texto é fruto de uma dissertação de Mestrado que objetivou aplicar o tratado do *Stomachion* em atividades do Ensino Básico de Matemática, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Currículo Referência de Minas Gerais, bem como criar uma cronologia sobre os estudos em Análise Combinatória, trazer a resolução do *Stomachion* e sua tradução da língua inglesa para a língua portuguesa.

## 2 | REFERENCIAL TEÓRICO

Arquimedes (287 – 212 a.E.C.) costumava utilizar as areias de Siracusa (ilha da Sicília) para traçar seus diagramas e realizar seus cálculos e comparações. Comunicava-se com seus amigos estudiosos através de cartas onde lhes contava a respeito de suas descobertas e propunha reflexões. Graças a esses registros enviados a diversos locais do Mediterrâneo, os trabalhos de Arquimedes puderam sobreviver ao saque após a tomada de Siracusa.

A História nos diz que existiram três códices com os trabalhos de Arquimedes, conhecidos como Códex A, Códex B e Códex C. Todavia, apenas o Códex C sobreviveu ao tempo e chegou até nós. Além de ser a única fonte de O método e *Stomachion*, contém, ainda, Corpos Flutuantes, é também o mais antigo manuscrito dos tratados de Arquimedes. O Códex C como o conhecemos hoje teve seu conteúdo manuscrito em 975 E.C. (século X) e foi convertido em códex no século XII. (NETZ; NOEL, 2009, p.137)

Até se analisar o último vestígio do *Stomachion*, sabia-se que Arquimedes trabalhou com um jogo composto por catorze peças que, juntas, formavam um quadrado e cujo objetivo seria construir certas formas geométricas a partir delas. Relatos da Antiguidade sobre o jogo sugerem que Arquimedes não o teria inventado, mas que teria se interessado por ele e feito uma série de reflexões matemáticas a seu respeito.

Em 1899, um acadêmico alemão chamado Suter deparou-se com um manuscrito em árabe do século XVII que citava um certo “*Stumashiun* de Arquimedes”. Essa versão trazia um texto muito curto, contido em duas folhas, mas que foi fundamental para complementar a página restante no Palimpsesto. O manuscrito trazia a construção do *Stomachion* (figura 1).

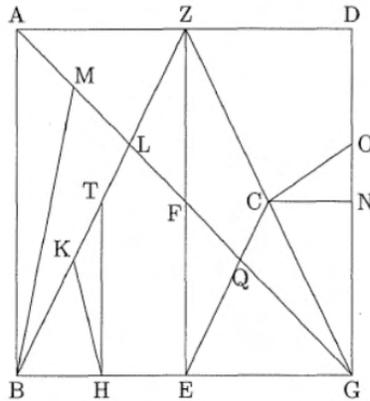


Figura 1 - Diagrama no manuscrito árabe.  
 Fonte: Netz; Wilson; Acerbi (2004, p. 80).

A partir das técnicas de recuperação de imagens, fotografias com luz ultravioleta, William Noel, o curador do Museu Walters e sua equipe, conseguiram extrair do palimpsesto grande parte do tratado sobre o *Stomachion*. Assim, veio à tona um significado mais intrigante que o de apenas um jogo de quebra-cabeças.

Associando a leitura do tratado do *Stomachion* e de sua construção no manuscrito árabe, chegou-se à conclusão de que os estudos de Arquimedes sobre a geometria das quatorze peças, suas rotações e transposições não objetivavam formar figuras, mas sim, determinar o número de combinações possíveis das mesmas dentro do quadrado, ou seja, de quantas maneiras podemos arranjar as peças do *Stomachion* de modo que sempre formem um quadrado.

Uma luz sobre o assunto foi lançada e indicava que os cientistas estavam diante de um marco sobre os estudos sobre Análise Combinatória: seu primeiro registro.

Leibniz definiu a análise combinatória como “o estudo da colocação, ordenação e escolha de objetos” em 1666, já em 1818, Nicholson sentenciou-a como “o ramo da matemática que nos ensina a averiguar e expor todas as possíveis formas através das quais um dado número de objetos pode ser associado e misturado entre si.” (VAZQUEZ; NOGUTI, 2004, p. 4)

Biggs (1979, p. 110) afirma que os princípios de contagem são bem evidentes e são fatos de experiências diárias, os quais até pouco tempo não haviam recebido um status formal e não é possível rastrear o histórico de suas origens. No entanto, o autor nos fornece alguns exemplos memoráveis que persistiram ao longo do tempo, numa tentativa de estabelecer onde os mais antigos surgiram. Uma certa cantiga de ninar presente em livros infantis do século XX tem sua primeira referência datada em 1730 mas guarda semelhanças com enigmas mais antigos, como um problema contido no *Liber Abaci* de Fibonacci em 1202 e ao Problema 79 do Papiro Rhind de aproximadamente 1650 a.C.

A teoria combinatória e sua formalização apenas ocorreram a partir do fim século XVI quando da necessidade de se calcular probabilidades em jogos de azar. Entre os matemáticos que se dedicaram ao assunto, temos Blaise Pascal (1623-1662), Gottfried Wilhelm Leibniz (1646-1716), Pierre Fermat (1607-1655), Abraham de Moivre (1667 – 1754), Jacob Bernoulli (1655-1705), Leonard Euler (170-1783) e Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet (1805 – 1859). (GONÇALVES, 2014, p. 15-18)

Portanto, confirmada a teoria de que o *Stomachion* realmente se tratava do primeiro registro de Combinatória da história, Arquimedes é colocado como pioneiro também neste ramo da Matemática.

A partir deste ponto, busca-se aplicar as descobertas sobre o *Stomachion* no Ensino Básico de Matemática, de acordo com o que propõe a BNCC e o Currículo Referência de Minas Gerais.

### 3 | ANÁLISE DOS DADOS

Através das informações coletadas no levantamento bibliográfico constatamos que antes do trabalho de Arquimedes no *Stomachion* haviam apenas registros que indicavam a utilização dos princípios aditivo e multiplicativo de contagem no Problema 79 do Papiro Rhind de aproximadamente 1650 a.E.C. e no Livro Chinês das Mutações (ou I Ching) também da mesma época. Após isso, apenas a partir do século XVI E.C. que a Análise Combinatória começa a ser estudada, desenvolvida e formalizada, segundo Biggs.

Em nosso trabalho, além de produzirmos a primeira versão em Português do tratado do *Stomachion* a partir do tratado traduzido da língua grega para a inglesa por William Noel, produzimos sua resolução com o auxílio dos estudos de Arquimedes e da solução proposta por Chung e Graham utilizando as ferramentas matemáticas disponíveis a Arquimedes na época.

Analisando a revisão bibliográfica e os dados produzidos na solução, percebemos que os recursos empregados podem ser aplicados no Ensino Básico de Matemática já que tratam de Geometria Básica, Raciocínio Lógico e Análise Combinatória. Neste sentido, propusemos uma série atividades de aplicações do *Stomachion* em sala de aula, dentre elas, atividade voltada ao ensino da Análise Combinatória que pode ser trabalhada por professores de Ensino Médio. Trata-se de uma abordagem sobre o tema da Permutação Simples e Fatorial onde o uso de fórmulas não é necessário para a resolução do exercício. Objetivamos que os alunos reconheçam o problema como um problema de contagem e sejam capacitados a resolver problemas elementares que envolvam Permutação Simples.

### 4 | UMA ATIVIDADE SOBRE ANÁLISE COMBINATÓRIA

No primeiro momento da atividade apresentamos a história do *Stomachion* de Arquimedes enfatizando que inicialmente era visto como um jogo, apresentamos seu

diagrama (figura 1) e suas quatorze peças. Aproveitamos para propor alguns desafios para montagem de figuras a partir das mesmas. Para isso, cada aluno é incentivado a construir sua própria réplica do Stomachion em material de fácil manuseio, emborrachado e de boa durabilidade, o E.V.A. (Espuma Vinílica Emborrachada).

Em seguida, a atividade prossegue com o professor apresentando o diagrama e sua formação a partir de quatro triângulos retângulos, os triângulos básicos. Podendo ressaltar, ainda, a característica do quadrado que é ter os quatro ângulos internos retos.



Figura 2 - Triângulos Básicos.

Fonte: Autoria própria e Chung e Graham (2007).

Os alunos são solicitados a formarem os quatro triângulos e, posteriormente, determinar a quantidade de possíveis quadrados que podem ser construídos a partir deles, de modo que tenham o cateto maior sempre na vertical, conforme o diagrama, sempre registrando seus resultados em papel quadriculado. Tão logo o professor verifique que a atividade foi concluída, é interessante que cada discente compare seus resultados com os dos demais colegas. É esperado que parte da turma chegue às vinte e quatro configurações possíveis.

O professor conclui com os alunos que esta atividade requer tempo e solicita que seja repetida de outra forma, desta vez considerando os triângulos básicos apenas pelos números de 1 a 4 que os representam (figura 2). Ao final, serão representadas as seguintes composições: 1234, 1243, 1324, 1342, 1423, 1432, 2134, 2143, 2314, 2341, 2413, 2431, 3124, 3142, 3214, 3241, 3412, 3421, 4123, 4132, 4213, 4231, 4312 e 4321.

Logo depois, o professor apresenta as seguintes questões: É sempre necessário descrever todas as configurações? Existe um método mais rápido de se determinar as possibilidades de construção do quadrado?

Solução: Sim, como são quatro triângulos para quatro posições distintas, temos que para a primeira há quatro opções, para a segunda há três opções, para a terceira há duas opções e para a quarta, apenas uma. Logo, teremos  $4 \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1 = 24$  possibilidades.

Nesta atividade, os alunos trabalham com permutação simples, mais especificamente com o fatorial de quatro, sem a menção de tais termos e fórmulas, somente com as ideias de seus conceitos.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatamos com base no levantamento bibliográfico que o *Stomachion* é o registro mais antigo conhecido de Análise Combinatória, datando do século III a.E.C. e que a matemática empregada por Arquimedes é facilmente reproduzível atualmente e concorda com as diretrizes da BNCC e do Currículo Referência de Minas Gerais para o ensino básico da disciplina e sua vertente de História da Matemática.

Por meio da pesquisa desenvolvida durante a elaboração do trabalho podemos verificar, ainda, como a História da Matemática é rica e explica o surgimento de todo o conteúdo estudado por alunos do Ensino Básico e agrega valor à obra de pesquisadores, mostrando que o conhecimento é construído através de experimentos e teorias pela humanidade.

Ademais, os estudos confirmam a desmistificação do *Stomachion* ser apenas um jogo e que pode também ser empregado como núcleo de desenvolvimento de outras áreas matemáticas, além da lúdica, verificando a polivalência das obras de Arquimedes.

## REFERÊNCIAS

BIGGS, Norman Linstead. **The Roots of Combinatorics**. London: Surrey Twzo Oex, 1979. 0. 109-136.

CHUNG, Fan; GRAHAM, Ronald. **A tour of Archimedes' Stomachion**. 2007. Disponível em: <http://www.math.ucsd.edu/~fan/stomach/>. Acesso em: 08 set. 2020.

GONÇALVES, Rafaela Ramos Soares. **Uma Abordagem Alternativa para o Ensino de Análise Combinatória no Ensino Médio**. 2014. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Mestrado Profissional em Matemática, Instituto Nacional de Matemática Pura e Aplicada, Rio de Janeiro, 2012.

LOPES, Lidiane Schimitz; ALVES, Antônio Maurício Medeiros. **A história da matemática em sala de aula: propostas de atividades para a educação básica**. In: Encontro Regional de Estudantes de Matemática da Região Sul - EREMAT, Bagé, RS, 2014, p. 2. Disponível em: [https://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/MC\\_Lopes\\_01359155031.pdf](https://eventos.unipampa.edu.br/eremat/files/2014/12/MC_Lopes_01359155031.pdf). Acesso em: 09 set. 2020.

NOEL, William; NETZ, Reviel. **Códex Arquimedes**. Rio de Janeiro: Record, 2009. 320 p.

WILSON, Nigel; NETZ, Reviel; ACERBI, Fabio. **Towards a Reconstruction of Archimedes' Stomachion**. *Sciamvs* 5, Kyoto, v. 5, n. 1, p. 67-99, dez. 2004.

VAZQUEZ, Cristiane Maria Roque; NOGUTI, Fabiane Cristina Höpner. **ANÁLISE COMBINATÓRIA: ALGUNS ASPECTOS HISTÓRICOS E UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA**. In: VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Pernambuco, jul. 2004, p. 4. Disponível em: <http://www.sbem.com.br/files/viii/pdf/05/1MC17572744800.pdf>. Acesso em: 25 jul. 2020.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Alunos cegos 71, 74, 75, 76, 80, 82, 119, 120

Análise combinatória 154, 156, 157, 159

Aprendizagem 1, 2, 5, 10, 13, 16, 17, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 71, 72, 73, 74, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 120, 122, 123, 124, 125, 160, 161, 162, 163, 164, 171, 192, 208, 210, 211, 213, 216, 217, 218, 220, 221, 223, 228

Arduíno 1, 3, 4, 6

Arquimedes 154, 155, 156, 157, 159

Atividade remota 18

Atividades exploratórias 85, 86, 87, 91, 92, 95, 97, 98, 108, 109, 112, 116

Auto-similaridade 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55

### B

BNCC 1, 2, 10, 155, 157, 159, 163, 191, 192, 193, 207

### C

Curso superior 57, 58

### D

Desenvolvimento 5, 12, 13, 16, 19, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 37, 42, 43, 46, 49, 58, 60, 61, 73, 75, 85, 86, 88, 91, 92, 95, 101, 102, 106, 110, 115, 118, 120, 121, 126, 139, 142, 143, 151, 152, 153, 154, 159, 163, 164, 165, 192, 208, 209, 213, 217, 218, 221, 222, 228, 230

Desigualdade de Caffarelli-Kohn-Nirenberg (CKN) 63, 65, 66, 67

Desigualdade de Sobolev 63, 64, 67

Desigualdade do tipo Hardy 63

Dificuldade de aprendizagem 24

### E

Educação 4, 10, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 51, 55, 58, 62, 71, 72, 74, 75, 76, 77, 78, 81, 83, 84, 86, 88, 89, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 102, 107, 109, 111, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 125, 127, 139, 140, 141, 142, 143, 152, 154, 159, 160, 163, 171, 207, 210, 217, 218, 221, 228, 229, 230

Educação matemática 10, 12, 13, 14, 24, 25, 28, 29, 31, 32, 33, 42, 43, 55, 58, 62, 81, 86, 88, 91, 92, 93, 98, 99, 100, 102, 107, 111, 117, 118, 119, 122, 127, 139, 140, 141, 142, 143, 152, 154, 159, 160, 171, 210, 218, 221, 229, 230

Ensino 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55, 57, 58, 59, 60, 62, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 78, 79, 80, 83, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 117, 118, 120, 121, 122, 126, 141, 142, 143, 148, 151, 154, 155, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 170, 171, 192, 193, 208, 209, 210, 211, 212, 217, 218, 219, 220, 221, 223, 228, 229, 230

Ensino básico 142, 151, 154, 155, 157, 159

Ensino de matemática 13, 30, 33, 57, 143, 229, 230

Ensino fundamental 10, 17, 24, 29, 79, 83, 100, 101, 103, 111, 118, 120, 160, 163, 164, 171, 192, 208, 209, 211, 212, 217, 218, 219, 220, 228, 229

Ensino superior 18, 19, 20, 22, 47, 58, 62, 91, 97, 171, 230

Estatística 5, 10, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 143, 230

Estudo orientado 18, 22

Excel 60, 108, 109, 111, 112, 113, 114, 116, 196, 198, 206

Experiência 18, 20, 22, 23, 27, 34, 35, 36, 38, 40, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 74, 79, 80, 101, 120, 127, 140, 167, 192, 202, 218, 219, 228

## F

Física 1, 4, 10, 64, 121, 170, 171, 192, 229

Fração 208, 210, 212, 213, 214, 215, 216, 218

Fractais 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55

Função do 1º grau 71, 72, 73, 74, 76

Funções polinomiais 85, 86, 90, 92

## G

Geometria 23, 36, 38, 62, 66, 67, 154, 156, 157, 160, 161, 165, 193, 220, 222

Grounded theory 139, 140, 141, 143, 151, 152, 153

## H

Hermite 191, 192, 194, 195, 197, 198, 199, 200, 202, 205, 206, 207

História da matemática 154, 155, 159

## I

Imunidade coletiva 128, 129, 132, 133, 137

Inclusão 20, 21, 22, 71, 74, 75, 76, 78, 80, 81, 83, 84, 120, 121, 122, 127

Instrumento educativo 100

Instrumentos de pesquisa 139

Interdisciplinaridade 12, 13, 16, 17, 24, 25, 33

Interpolação 67, 68, 191, 192, 193, 194, 199, 206, 207

Itinerário formativo 191, 192, 193

## **J**

Jogos 12, 13, 14, 16, 17, 30, 157, 193

## **M**

Matemática 1, 2, 3, 4, 10, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 41, 42, 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51, 55, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 71, 72, 73, 74, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 116, 117, 118, 119, 120, 122, 124, 126, 127, 129, 132, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 148, 150, 151, 152, 154, 155, 156, 157, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 170, 171, 172, 191, 192, 193, 207, 210, 218, 219, 221, 222, 228, 229, 230

Material concreto 27, 74, 100, 101, 103, 124

MATLAB 191, 192, 199, 206, 207

Metodologia de pesquisa 91, 111, 139, 153

Metodologias ativas 57, 58, 59, 61, 62

Modelos matemáticos 128, 129

## **N**

Narrativas 119, 120, 122, 123, 124, 125, 127, 230

## **O**

Operações 16, 27, 29, 36, 38, 85, 88, 100, 104, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 208, 209, 210, 212, 214, 217

Origami 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 54, 55

## **P**

Papel do professor 24, 30, 32, 57, 109, 148, 217

Pesquisa educacional 139

Pesquisa qualitativa 5, 10, 41, 80, 85, 98, 109, 127, 139, 152, 171

Projeto investigativo 57, 58, 60, 61

## **R**

Resolução de problemas 29, 46, 58, 59, 76, 103, 160, 161, 162, 163, 164, 167, 170, 171, 192, 193, 211, 217, 224

Rigidez 63, 67, 68

Robótica educacional 1, 2, 5, 10

## S

Saberes experienciais 85, 87

SEIR 128, 129, 134, 135, 136, 137

Semelhança de triângulos 160, 161, 165, 167, 170, 219, 221, 224, 225, 227, 228

SIR 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138

Sistema NODET 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 54, 55

*Software* GeoGebra 85

Stomachion 154, 155, 156, 157, 158, 159

## T

Técnicas 33, 36, 60, 76, 77, 84, 121, 139, 140, 143, 152, 156, 162, 163, 167, 207, 208, 217

Teoria das situações didáticas 111, 118, 208, 209, 210, 211

Transposição didática 71, 75, 76, 77, 78, 80, 81

## V

Variedades Riemannianas 63, 64, 66, 67, 68

www.atenaeditora.com.br  
contato@atenaeditora.com.br  
@atenaeditora  
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# PESQUISAS DE VANGUARDA

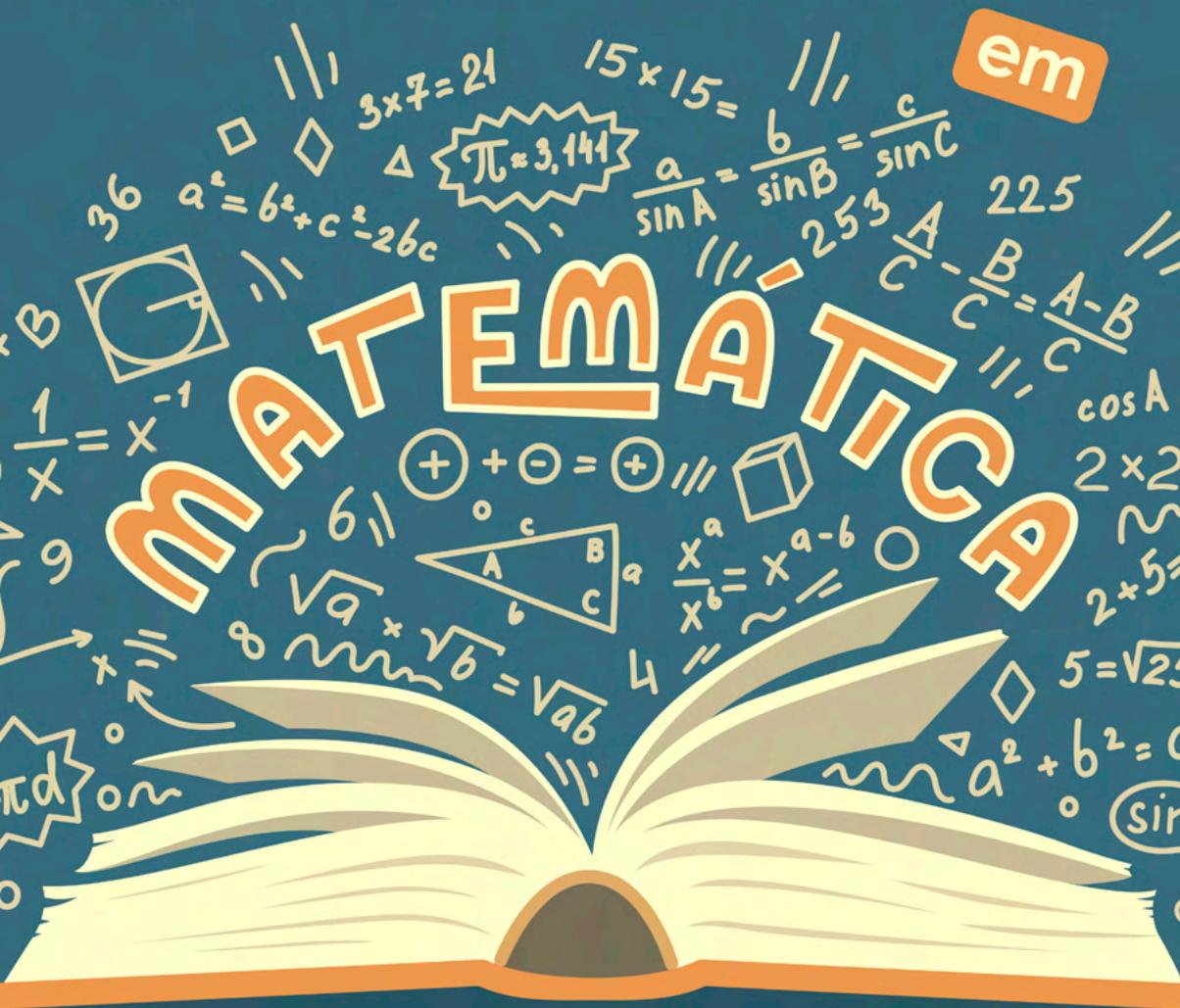


e suas aplicações

Atena  
Editora  
Ano 2021

www.atenaeditora.com.br  
contato@atenaeditora.com.br  
@atenaeditora  
www.facebook.com/atenaeditora.com.br

# PESQUISAS DE VANGUARDA



e suas aplicações

Atena  
Editora  
Ano 2021