

Ensino Aprendizagem de Matemática

Eliel Constantino da Silva
(Organizador)



Eliei Constantino da Silva
(Organizador)

Ensino Aprendizagem de Matemática

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Geraldo Alves
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
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. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E59	Ensino aprendizagem de matemática [recurso eletrônico] / Organizador Eliel Constantino da Silva. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-545-7 DOI 10.22533/at.ed.457192008 1. Matemática – Estudo e ensino. 2. Prática de ensino. 3. Professores de matemática – Formação. I. Silva, Eliel Constantino da. CDD 510.7
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Esta obra reúne importantes trabalhos que tem como foco a Matemática e seu processo de ensino e aprendizagem em salas de aula do Ensino Fundamental, Ensino Médio e Ensino Superior.

Os trabalhos abordam temas atuais e relevantes ao ensino e aprendizagem da Matemática, tais como: a relação da Matemática com a música no ensino de frações, livros didáticos e livros literários no ensino de Matemática, uso de instrumentos de desenho geométrico, jogos, animes e mangá como contribuições para o desenvolvimento da Matemática em sala de aula, análise dos problemas que envolvem o ensino de Trigonometria no Ensino Médio, a ausência do pensamento matemático e argumento dedutivo na Educação Matemática, investigação e modelagem matemática, tendências em Educação Matemática, formação inicial de professores de Matemática e apresentam um aprofundamento da Matemática através dos dígitos verificadores do cadastro de pessoas físicas (CPF), simetria molecular, análise numérica e o Teorema de Sinkhorn e Knopp.

A importância deste livro está na excelência e variedade de abordagens, recursos e discussões teóricas e metodológicas acerca do ensino e aprendizagem da Matemática em diversos níveis de ensino, decorrentes das experiências e vivências de seus autores no âmbito de pesquisas e práticas.

O livro inicia-se com seis capítulos que abordam o ensino e a aprendizagem da Matemática no Ensino Fundamental. Em seguida há 9 capítulos que abordam o ensino e a aprendizagem da Matemática no Ensino Médio, seguidos de 4 capítulos que abordam a temática do livro no Ensino Superior. E por fim, encontram-se 10 capítulos que trazem em seu cerne a Matemática enquanto área do conhecimento, sem a apresentação de uma discussão acerca do seu ensino e do processo de aprendizagem.

Desejo a todos os leitores, boas reflexões sobre os assuntos abordados, na expectativa de que essa coletânea contribua para suas pesquisas e práticas pedagógicas.

Elie Constantino da Silva

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
RELAÇÕES ENTRE A MÚSICA E A MATEMÁTICA: UMA FORMA DE TRABALHAR COM FRAÇÕES	
<i>Enoque da Silva Reis</i> <i>Hemerson Milani Mendes</i> <i>Samanta Margarida Milani</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920081	
CAPÍTULO 2	14
POSSIBILIDADES DIDÁTICAS E PEDAGÓGICAS DO USO DA IMAGEM VIRTUAL NO ENSINO DE MATEMÁTICA: UM ESTUDO ENVOLVENDO SEMIÓTICA EM UMA FANPAGE E LIVROS DIDÁTICOS	
<i>Luciano Gomes Soares</i> <i>José Joelson Pimentel de Almeida</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920082	
CAPÍTULO 3	26
PIFE DA POTENCIAÇÃO E RADICIAÇÃO – UMA ALTERNATIVA METODOLÓGICA	
<i>Ítalo Andrew Rodrigues Santos</i> <i>Joao Paulo Antunes Carvalho</i> <i>Josué Antunes de Macêdo</i> <i>Lílian Isabel Ferreira Amorim</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920083	
CAPÍTULO 4	35
O ENSINO DE MATEMÁTICA COM O AUXÍLIO DE LIVROS LITERÁRIOS EM TURMAS DO 8º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Karine Maria da Cruz</i> <i>Lucília Batista Dantas Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920084	
CAPÍTULO 5	46
RELATO DA UTILIZAÇÃO DE INSTRUMENTOS DE DESENHO GEOMÉTRICO NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE CONCEITOS GEOMÉTRICOS	
<i>Luana Cardoso da Silva</i> <i>Washington Leonardo Quirino dos Santos</i> <i>Leonardo Cinésio Gomes</i> <i>Cristiane Fernandes de Souza</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920085	
CAPÍTULO 6	55
ALGUMAS CONTRIBUIÇÕES DO JOGO VAI E VEM DAS EQUAÇÕES NO ENSINO DE EQUAÇÕES DO 1º E DO 2º GRAU	
<i>Anderson Dias da Silva</i> <i>Lucília Batista Dantas Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920086	

CAPÍTULO 7	68
TRIGONOMETRIA NO ENSINO MÉDIO: UMA ANÁLISE DOS PROBLEMAS QUE ENVOLVEM O SEU ENSINO NO IFPB CAMPUS CAJAZEIRAS-PB	
<i>Francisco Aureliano Vidal</i>	
<i>Carlos Lisboa Duarte</i>	
<i>Adriana Mary de Carvalho Azevedo</i>	
<i>Kíssia Carvalho</i>	
<i>Geraldo Herbetet de Lacerda</i>	
<i>Uelison Menezes da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920087	
CAPÍTULO 8	81
OS JOGOS MATEMÁTICOS PARA MINIMIZAR A MATEMATOFOBIA DOS ALUNOS: UM ENCONTRO NO LABORATÓRIO DE MATEMÁTICA	
<i>Hellen Emanuele Vasconcelos Albino</i>	
<i>Yalorisa Andrade Santos</i>	
<i>Kátia Maria de Medeiros</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920088	
CAPÍTULO 9	90
O ESTUDO DA PARÁBOLA NA FORMA CANÔNICA E COMO LUGAR GEOMÉTRICO	
<i>Micheli Cristina Starosky Roloff</i>	
DOI 10.22533/at.ed.4571920089	
CAPÍTULO 10	98
LEONHARD EULER (1707-1783) E ESTUDO DA FÓRMULA DE POLIEDROS NO ENSINO MÉDIO	
<i>Julimar da Silva Aguiar</i>	
<i>Eliane Leal Vasquez</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200810	
CAPÍTULO 11	116
AUSÊNCIA DE PENSAMENTO MATEMÁTICO E ARGUMENTO DEDUTIVO NA EDUCAÇÃO MATEMÁTICA: RESULTADOS DE UMA PESQUISA	
<i>Marcella Luanna da Silva Lima</i>	
<i>Abigail Fregni Lins</i>	
<i>Patricia Sandalo Pereira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200811	
CAPÍTULO 12	129
AS FORMAS GEOMÉTRICAS NO DESENHO (ANIMES, MANGÁ): UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA AO ENSINO DE GEOMETRIA	
<i>Luciano Gomes Soares</i>	
<i>Tayná Maria Amorim Monteiro Xavier</i>	
<i>Mônica Cabral Barbosa</i>	
<i>Rosemary Gomes Fernandes</i>	
<i>Maria da Conceição Vieira Fernandes</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200812	

CAPÍTULO 13 141

A INVESTIGAÇÃO E A MODELAGEM MATEMÁTICA: UM ESTUDO EXPERIMENTAL COM A LARANJA CITRUS SENENSIS

Igor Raphael Silva de Melo
Célia Maria Rufino Franco
Marcos dos Santos Nascimento
Villalba Andréa Vieira de Lucena

DOI 10.22533/at.ed.45719200813

CAPÍTULO 14 150

“A MAÇÃ DO PROFESSOR”: EXPLORANDO O CÁLCULO DO VOLUME DE UMA MAÇÃ EM AULAS DE MODELAGEM MATEMÁTICA

Igor Raphael Silva de Melo
Célia Maria Rufino Franco
Isaac Ferreira de Lima
João Elder Laurentino da Silva
Jucimeri Ismael de Lima

DOI 10.22533/at.ed.45719200814

CAPÍTULO 15 160

CONGRUÊNCIA DE TRIÂNGULOS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA

Júlio César dos Reis
Aldo Brito de Jesus

DOI 10.22533/at.ed.45719200815

CAPÍTULO 16 171

ESTADO DA ARTE SOBRE TENDÊNCIAS EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA EM TRABALHOS DE CONCLUSÃO DE CURSO/UFPE-CAA

Marcela Maria Andrade Teixeira da Silva
Edelweis José Tavares Barbosa
Maria Lucivânia Souza dos Santos
Jéssika Moraes da Silva

DOI 10.22533/at.ed.45719200816

CAPÍTULO 17 181

CONTRIBUIÇÕES DO PIBID NA FORMAÇÃO INICIAL DE FUTUROS PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Eduardo da Silva Andrade
Eduarda de Lima Souza
Fanciclaudio de Meireles Silveira
Egracieli dos Santos Ananias
Leonardo Cinésio Gomes
Tiago Varelo da Silva

DOI 10.22533/at.ed.45719200817

CAPÍTULO 18 189

A FORMAÇÃO MATEMÁTICA DO CURSO DE PEDAGOGIA DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS

Meire Aparecida De Oliveira Lopes
Liliane Oliveira Souza

DOI 10.22533/at.ed.45719200818

CAPÍTULO 19	204
OS DÍGITOS VERIFICADORES DO CADASTRO DE PESSOAS FÍSICAS (CPF)	
<i>Pedro Leonardo Pinto de Souza</i>	
<i>Vinícius Vivaldino Pires de Almeida</i>	
<i>Edney Augusto Jesus de Oliveira</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200819	
CAPÍTULO 20	218
SIMETRIA MOLECULAR	
<i>Guilherme Bernardes Rodrigues</i>	
<i>Wendy Díaz Valdés</i>	
<i>Teófilo Jacob Freitas e Souza</i>	
<i>Alonso Sepúlveda Castellanos</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200820	
CAPÍTULO 21	225
ANÁLISE NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DA DIFUSÃO UNIDIMENSIONAL EM REGIME TRANSIENTE PELO MÉTODO EXPLÍCITO	
<i>Felipe José Oliveira Ribeiro</i>	
<i>Ítalo Augusto Magalhães de Ávila</i>	
<i>Hélio Ribeiro Neto</i>	
<i>Aristeu da Silveira Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200821	
CAPÍTULO 22	235
SOLUÇÕES FRACAS PARA EQUAÇÃO DE BURGERS COM VISCOSIDADE NULA	
<i>Ana Paula Moreira de Freitas</i>	
<i>Santos Alberto Enriquez-Remigio</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200822	
CAPÍTULO 23	244
ANÁLISE NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DA DIFUSÃO UNIDIMENSIONAL EM REGIME TRANSIENTE PELO MÉTODO DE CRANK-NICOLSON	
<i>Ítalo Augusto Magalhães de Ávila</i>	
<i>Felipe José Oliveira Ribeiro</i>	
<i>Hélio Ribeiro Neto</i>	
<i>Aristeu da Silveira Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200823	
CAPÍTULO 24	254
ANÁLISE NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DA ONDA UNIDIMENSIONAL EM REGIME TRANSIENTE PELO MÉTODO EXPLÍCITO	
<i>Gabriel Machado dos Santos</i>	
<i>Ítalo Augusto Magalhães de Ávila</i>	
<i>Hélio Ribeiro Neto</i>	
<i>Aristeu da Silveira Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200824	

CAPÍTULO 25	265
A IDEIA GEOMÉTRICA DA HOMOLOGIA E DO GRUPO FUNDAMENTAL	
<i>Wendy Díaz Valdés</i>	
<i>Lígia Laís Fêmina</i>	
<i>Teófilo Jacob Freitas e Souza</i>	
<i>Joyce Antunes da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200825	
CAPÍTULO 26	271
ANÁLISE NUMÉRICA DA EQUAÇÃO DA DIFUSÃO BIDIMENSIONAL EM REGIME TRANSIENTE PELO MÉTODO EXPLÍCITO	
<i>Ítalo Augusto Magalhães de Ávila</i>	
<i>Felipe José Oliveira Ribeiro</i>	
<i>Hélio Ribeiro Neto</i>	
<i>Aristeu da Silveira Neto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200826	
CAPÍTULO 27	280
TEOREMA DE SINKHORN E KNOPP	
<i>Gabriel Santos da Silva</i>	
<i>Daniel Cariello</i>	
<i>Wendy Díaz Valdés</i>	
<i>Joyce Antunes da Silva</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200827	
CAPÍTULO 28	285
O ENSINO DA GEOMETRIA ESPACIAL COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE GEOGEBRA UTILIZANDO PROJEÇÃO PARA ÓCULOS ANAGLIFO	
<i>Rosângela Costa Bandeira</i>	
<i>Aécio Alves Andrade</i>	
<i>Hudson Umbelino dos Anjos</i>	
<i>Jarles Oliveira Silva Nolêto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200828	
CAPÍTULO 29	298
O USO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS COMO FERRAMENTA AUXILIAR NO ENSINO DE FUNÇÕES MATEMÁTICAS	
<i>Cristiane Batista da Silva</i>	
<i>Aécio Alves Andrade</i>	
<i>Hudson Umbelino dos Anjos</i>	
<i>Jarles Oliveira Silva Nolêto</i>	
DOI 10.22533/at.ed.45719200829	
SOBRE O ORGANIZADOR	309
ÍNDICE REMISSIVO	310

CAPÍTULO 20

SIMETRIA MOLECULAR

Guilherme Bernardes Rodrigues

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Engenharia Mecânica

Uberlândia – MG

Wendy Díaz Valdés

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Matemática

Uberlândia – MG

Teófilo Jacob Freitas e Souza

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Engenharia Mecânica

Uberlândia – MG

Alonso Sepúlveda Castellanos

Universidade Federal de Uberlândia, Faculdade
de Matemática

Uberlândia – MG

RESUMO: A simetria molecular tem sido amplamente utilizada como ferramenta de estudo em aplicações como a espectroscopia vibratória, a teoria orbital molecular e a espectroscopia eletrônica. O interessante deste trabalho é que por meio dele se possibilita verificar o uso de conceitos matemáticos, como o de Grupos Diedrais e de Teoria de Grupo de Pontos, na determinação das propriedades de uma molécula de forma mais prática e simples, como por exemplo a polaridade e a quiralidade. Tal fato ocorre observando em qual grupo de pontos a molécula é classificada.

PALAVRAS-CHAVE: Teoria de grupos, Moléculas, Grupo de pontos.

MOLECULAR SYMMETRY

ABSTRACT: Molecular symmetry has been widely used as a study tool in applications such as vibration spectroscopy, molecular orbital theory and electron spectroscopy. The interesting thing about this work is that by means of it, it is possible to verify the use of mathematical concepts, such as the Diehrais Groups and the Group of Points Theory, in determining the properties of a molecule in a more practical and simple form, such as polarity and chirality. This fact occurs by observing at which group of points the molecule is classified.

KEYWORDS: Groups theory, Molecules, Group of points.

1 | INTRODUÇÃO

Segundo Lima (1998), um grupo é um conjunto não vazio G munido de uma operação interna denotada por $\rho(g, h) = g * h$ que satisfaz as seguintes propriedades:

- i. Associativa - Para todo $g, h, k \in G$ tem-se que $g * (h * k) = (g * h) * k$;
- ii. Existência de elemento neutro - Existe $e \in G$ tal que $g * e = e * g = g$;

iii. Existência de elemento inverso - Para cada $g \in G$ existe $h \in G$ tal que $g * h = h * g = e$.

Como exemplos pode-se citar o conjunto dos números inteiros, que é um grupo com operação natural de soma. Sendo que o elemento neutro nesse caso é o número 0 e o inverso de um elemento qualquer g é $-g$. Tem-se também que o conjunto dos números reais $\mathbb{R} \setminus \{0\}$ é um grupo com operação natural de multiplicação, onde o elemento neutro é o número 1 e o inverso de um elemento qualquer g é $1/g$. As simetrias associadas aos polígonos regulares e suas operações pertencem aos chamados grupos diedrais, os quais são denotados por D_n . Os grupos diedrais são encontrados frequentemente em obras arquitetônicas, objetos e até mesmo em animais e moléculas (GARCIA e LEQUAIN, 2009).

Pode ser mostrado que $D_n = \langle R, F \rangle$, que representa o conjunto gerado por $R = R_{360/n}$ e F uma reflexão qualquer. Então, $R^n = F^2 = Id$ e $FRF = R^{-1}$. Logo,

$$D_n = \{Id, R, R^2, \dots, R^{n-1}, F, FR, FR^2, \dots, f = FR^{n-1}\}$$

Em particular, para $n = 3$, tem-se as simetrias do triângulo que formam o grupo diedral D_3 . Note que esse grupo tem seis elementos $D_3 = \{R_1, R_2, R_3, F_1, F_2, F_3\}$ e em geral os grupos diedrais tem $2n$ elementos onde n é o número de lados do polígono.

Outro conceito importante que será utilizado neste trabalho é o conceito de grupos cíclicos. Um grupo é cíclico se ele é gerado por um dos seus elementos. Por exemplo, o grupo $\mathbb{Z}_6 = \{0, 1, 2, 3, 4, 5\}$ com a soma módulo 6 é um grupo cíclico já que o elemento 1 gera o grupo todo.

De acordo com Hochstrasser (1966) existem cinco tipos de operações de simetria:

- 1 - A operação identidade é a mais simples, geralmente indicada pelo símbolo E é uma rotação de 0 graus;
- 2 - A reflexão (rotação de 180 graus) por meio de um plano é denotada pela letra grega σ ;
- 3 - A rotação sobre um eixo é denotada C_n . Onde C significa que uma rotação está envolvida e o subíndice n indica qual a fração de uma rotação completa por 2π deve ser executada. Por exemplo, uma rotação de 120 graus ou $(2\pi/3)$ é chamada de rotação C_3 . Escolhendo-se o sentido horário para a rotação C_n ;
- 4 - Uma roto-reflexão (S_n) consiste em uma rotação seguida de uma reflexão por meio do plano perpendicular ao eixo de rotação;
- 5 - A inversão (i) consiste na passagem de cada ponto através do centro de inversão e o posicionamento destes a uma distância similar no lado oposto.

2 | SIMETRIA MOLECULAR

Os grupos de pontos são uma classificação que as moléculas recebem usando critérios simétricos. A seguir, um resumo dessa classificação proposta por Vallance (2009), Willock (2009) e Hochstrasser (1966), dentre outros autores.

1. Grupo sem-eixo: C_s , C_i e C_1 . Se não houver nenhum eixo de simetria, então há apenas algumas opções para elementos simétricos que podem ser usadas em um grupo. O grupo C_1 apresenta somente a identidade (item a da Fig. 1). O grupo C_s além da identidade apresenta um plano de reflexão, σ_h (item b da Fig. 1). O grupo C_i apresenta a identidade e um centro de inversão i (item c da Fig. 1). Algumas moléculas deste grupo são apresentadas mais à direita da Fig. 1.

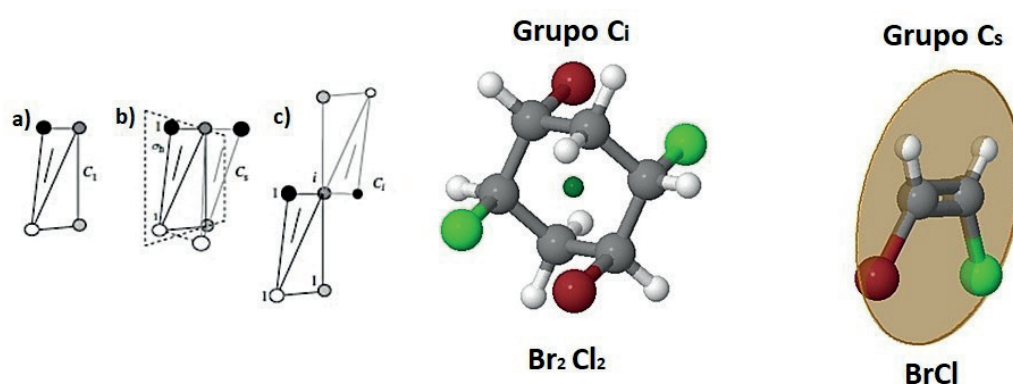


Figura 1: Grupos sem-eixo (SYMMETRY OTTERBEIN).

2. Grupos cíclicos: C_n e S_n . O grupo de pontos C_n contém a identidade e n planos de rotação. Já o grupo de pontos S_n contém a identidade e um eixo de roto-reflexão. Em ambos os casos, o subíndice indica a ordem do eixo. Na Fig. 2 são apresentadas algumas moléculas deste grupo.

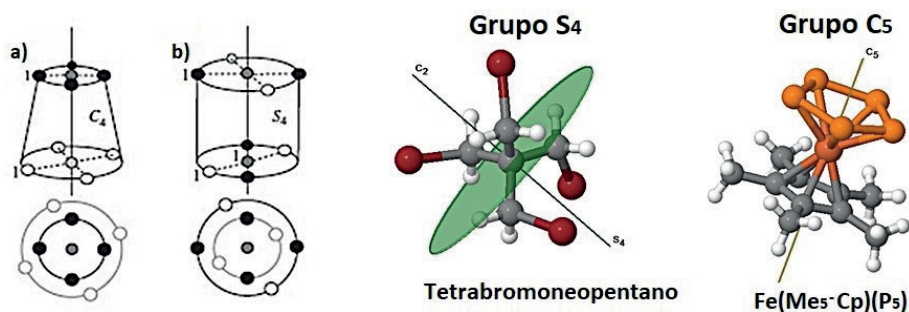


Figura 2: Grupos cíclicos (SYMMETRY OTTERBEIN).

3. Grupos relativos ao eixo (axiais) contendo planos de espelho: C_{nh} e C_{nv} . Nesses grupos, há apenas um eixo e o subíndice n é usado para indicar sua ordem. Os grupos de pontos C_{nh} contêm um único plano horizontal, enquanto os grupos C_{nv} têm n planos verticais. Duas moléculas deste

grupo são mostradas na Fig. 3.

4. Grupos relativos ao eixo com múltiplos eixos de rotação: D_n , D_{nd} e D_{nh} . Grupos que contêm múltiplos eixos de rotação que não podem ser considerados grupos cúbicos, são representados com o símbolo começando com a letra D. O grupo D_n apresenta apenas eixo de reflexão. O grupo D_{nd} é uma extensão do grupo D_n com a introdução de planos diedrais espelhados entre os eixos C_2 horizontais. Já o grupo D_{nh} possui os mesmos elementos de simetria do grupo D_n , porém com a introdução de um plano horizontal. Algumas moléculas deste grupo são indicadas na Fig. 4.

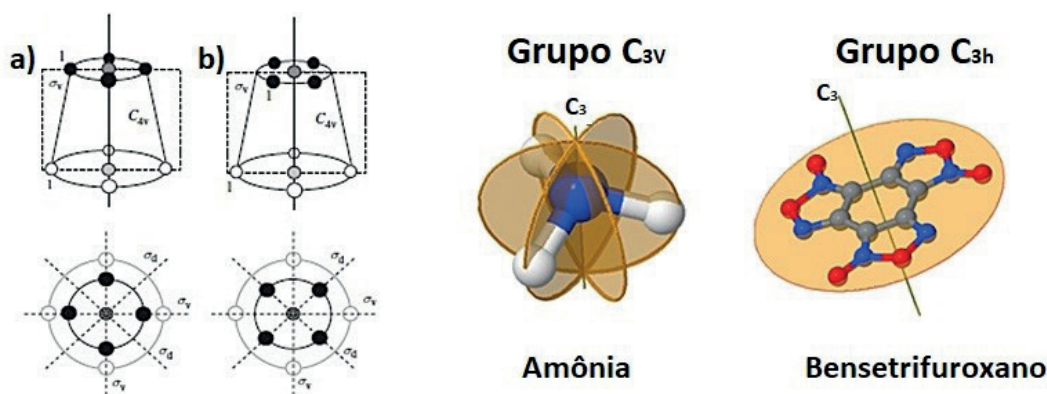


Figura 3: Grupos com planos espelhos (SYMMETRY OTTERBEIN).

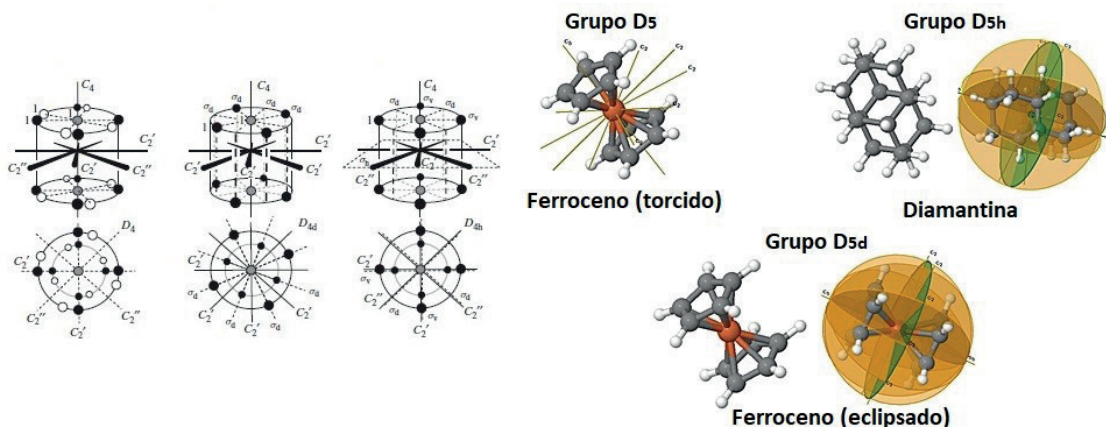


Figura 4: Grupos com múltiplos eixos de rotação (SYMMETRY OTTERBEIN).

Grupos especiais para moléculas lineares: $C_{\infty v}$ e $D_{\infty h}$. Moléculas com infinitos planos espelhos verticais e eixos de rotação se encontram nos grupos chamados de $C_{\infty v}$. Neste caso as moléculas são lineares e com extremos diferentes. Se a molécula tiver pontos equivalentes em qualquer extremidade do eixo, ela também terá um plano de espelho horizontal σ_h e um número infinito de eixos C_2 perpendiculares ao eixo principal. Neste caso, o grupo de pontos será $D_{\infty h}$. Algumas moléculas desses grupos são mostradas na Fig. 5.

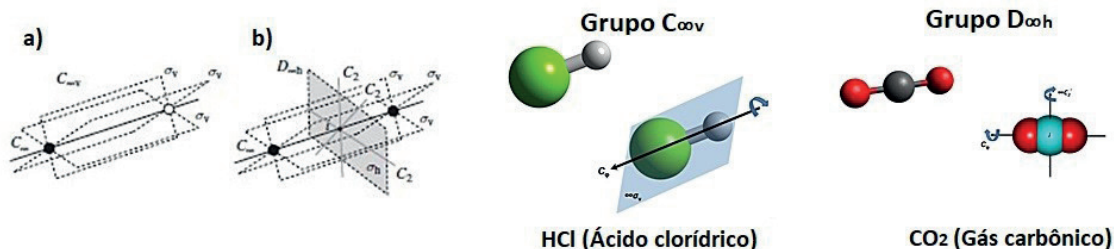


Figura 5: Grupos com moléculas lineares (SYMMETRY OTTERBEIN).

5. Os grupos cúbicos: T_d e O_h . O grupo T_d apresenta os elementos de simetria de um tetraedro regular, incluindo a identidade, 4 eixos C_3 , 3 eixos C_2 , 6 planos espelhos diedrais e 3 eixos S_4 . O grupo O_h apresenta os elementos de simetria de um octaedro regular. Algumas moléculas deste grupo se encontram na Fig. 6. Vale ressaltar que os grupos T e O são semelhantes aos grupos T_d e O_h , respectivamente, porém sem os planos de reflexão. O grupo T_h é similar ao grupo T, mas contendo o centro de inversão.

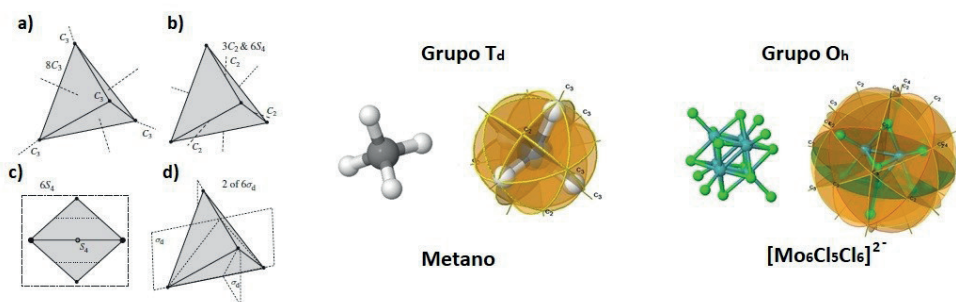


Figura 6: Grupos cúbicos (SYMMETRY OTTERBEIN).

A simetria do grupo de pontos é uma propriedade importante de moléculas amplamente utilizada em alguns ramos da química como a espectroscopia, a química quântica e a cristalografia. Entre as propriedades físicas e químicas tem-se a polaridade e a quiralidade (VALLANCE, 2009).

A. Polaridade: Um dipolo é um sistema constituído de duas cargas separadas por uma distância qualquer, como as ligações químicas covalentes em que os átomos têm eletronegatividades diferentes. As interações dipolo-dipolo ou interações entre dipolos permanentes são forças atrativas que ocorrem entre moléculas polares. As forças intermoleculares, genericamente chamadas de Forças de Van der Waals podem ser classificadas em três tipos: dipolo induzido-dipolo induzido, ligações de hidrogênio e dipolo permanente-dipolo permanente. Para que uma molécula tenha um momento de dipolo permanente, ela deve ter uma distribuição de carga assimétrica. Portanto, os únicos grupos compatíveis com um momento de dipolo são C_n , C_{nv} e C_s .

. Em moléculas pertencentes a C_n ou C_{nv} , o dipolo deve estar ao longo do eixo de rotação. Por exemplo, a molécula da água (Fig. 7), que pertence ao grupo C_{2v} e seus elementos são o eixo C_2 com operação rotação e os planos σ_{xz} e σ_{yz} com a operação reflexão. Nesse caso, são formados pelos átomos de hidrogênio e um de oxigênio e não se encontram perpendiculares ao eixo de rotação C_2 .

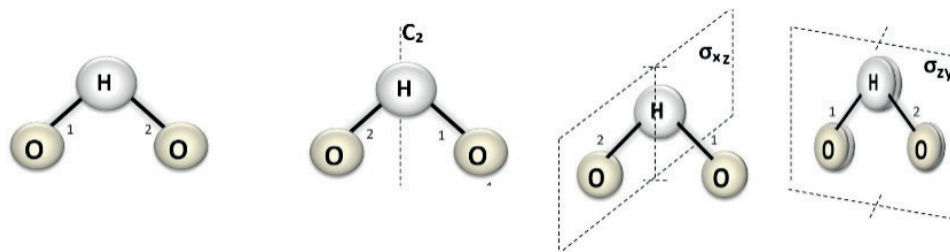


Figura 7: Molécula da água.

B. Quiralidade: Um exemplo de simetria em química é encontrado nos pares isoméricos de moléculas chamadas enantiômeros. Os enantiômeros são imagens-espelho não superponíveis uma a outra, e uma consequência desse relacionamento simétrico é que eles rodam o plano da luz polarizada passando por eles em direções opostas. Formalmente, o elemento de simetria que impede que uma molécula seja quiral é uma roto-reflexão S_n . Essa operação, geralmente está implícita em outros elementos de simetria presentes em um grupo, como por exemplo: em alguns tipos de ferroceno o eixo C_5 juntamente com o plano horizontal, coincide com o S_5 . Além disso, uma molécula definitivamente não pode ser quiral se tiver um centro de inversão ou um plano espelho de qualquer tipo. Mas se esses elementos de simetria estiverem ausentes na molécula deve se verificar cuidadosamente a presença de um eixo S_n , antes que se conclua que ela é quiral. Um exemplo de molécula quiral é a hidrazina, que é um composto inorgânico com a fórmula química N_2H_4 , conhecido também pelo nome de diamidogênio. É um líquido inflamável incolor com odor de amoníaco. Ela pertence ao grupo C_2 e como a Fig. 8 mostra, este composto possui somente como elemento de simetria o eixo C_2 com a operação de rotação.

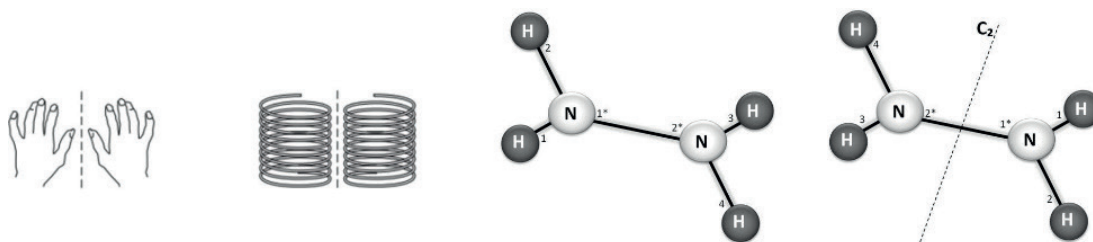


Figura 8: Quiralidade.

3 | CONCLUSÃO

A aplicação da Teoria de Grupos é uma ferramenta altamente utilizada hoje em dia que acopla conhecimentos matemáticos a propriedades físico-químicas moleculares, auxiliando a determinação das moléculas e suas principais características. Algumas dessas propriedades como a polaridade e a quiralidade são facilmente verificadas em uma molécula ao analisar seu respectivo grupo de simetria. Além disso, é possível observar que essa teoria consegue avaliar de maneira geral todas as moléculas, e que a tendência é que cada vez mais se consiga determinar propriedades das moléculas ao avaliar apenas o seu grupo.

REFERÊNCIAS

GARCIA, A. e LEQUAIN, Y.; “**Elementos de Álgebra**”, Projeto Euclides, Rio de Janeiro, IMPA, 2009.

HOCHSTRASSER, R.M.; “**Molecular aspects of symmetry**”, University of Pennsylvania, 2009.

LIMA, E. L.; “**Álgebra Linear**”, 3ª Ed., Coleção Matemática Universitária, Rio de Janeiro, IMPA, 1998.

SYMETRY OTTERBEIN; “**Symmetry Gallery**”. Acessado em 06/06/2017. Disponível em <<http://symmetry.otterbein.edu/gallery/index.html>>.

VALLANCE, C.; “**Molecular Symmetry, Group Theory and Applications**”, Symmetry Lecture Notes, 2009, 57p.

WILLOCK, D. J.; “**Molecular Symmetry**”, Cardiff University. Wiley Ed., 1ªEd. 2009, 438 p.

SOBRE O ORGANIZADOR

Eliei Constantino da Silva - Licenciado e Bacharel em Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Brasil, e Universidade do Minho, Portugal, respectivamente. Mestre em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Membro do Grupo de Pesquisa em Informática, outras Mídias e Educação Matemática (GPIMEM) e membro do Grupo de Pesquisa Ensino e Aprendizagem como Objeto da Formação de Professores (GPEA). Atuou como professor bolsista do Departamento de Educação Matemática do Instituto de Geociências e Ciências Exatas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP). Tem interesse e desenvolve pesquisas nos seguintes temas: Educação Matemática, Pensamento Computacional, Robótica, Programação Computacional, Tecnologias Digitais na Educação, Ensino e Aprendizagem, Teoria Histórico-Cultural e Formação de Professores. Atualmente é doutorando em Educação Matemática pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), editor de conteúdo da Geekie, colunista do InfoGeekie, membro do Comitê Técnico Científico da Atena Editora, professor do Colégio Internacional Radial e desenvolve ações de formação de professores relacionadas ao uso de tecnologias e Pensamento Computacional na Educação.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Anos Finais do Ensino Fundamental 46

Aprendizagem 2, 25, 69, 100, 140, 170

D

Desenho Geométrico 46, 130, 140

E

Educação Básica 34, 47, 121, 139, 179, 180, 181, 182

Educação Matemática 5, 1, 15, 16, 18, 25, 26, 35, 37, 45, 54, 55, 57, 66, 80, 81, 100, 101, 102, 114, 116, 127, 140, 142, 149, 158, 159, 170, 171, 172, 173, 176, 177, 179, 188, 189, 191, 192, 197

Elementos para esboço gráfico 90

Ensino 2, 5, 8, 13, 14, 15, 19, 20, 21, 25, 27, 34, 35, 36, 40, 46, 47, 48, 55, 57, 58, 60, 61, 67, 68, 69, 76, 79, 80, 81, 84, 88, 89, 91, 92, 94, 96, 98, 99, 100, 103, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 122, 126, 127, 129, 131, 133, 139, 142, 149, 158, 170, 174, 175, 180, 183, 184, 185, 187, 189, 191, 193

Ensino de Geometria 46, 48, 129

Ensino de Matemática 14, 27, 76, 79, 80, 103, 113, 127, 142

Ensino Médio 5, 8, 13, 55, 57, 58, 60, 61, 67, 68, 69, 81, 84, 89, 91, 92, 94, 96, 98, 99, 103, 110, 111, 112, 113, 115, 116, 118, 122, 126, 127, 129, 131, 133, 139, 175, 184, 185, 187

Ensino Superior 5, 184, 189

Equações do 1º e do 2º grau 55

Estratégia de Ensino 98

F

Fórmula de Poliedro 98

Fração 1, 3

G

GeoGebra 90, 92, 93, 95, 96, 116, 117, 118, 121, 122, 123, 126, 127

H

História da Matemática 13, 54, 98, 99, 100, 101, 102, 113, 114, 115, 173, 174, 175, 176

I

Imagem virtual 14

J

Jogos Educativos 26

Jogos Matemáticos 55, 66, 81, 88, 89

L

Laboratório de Matemática 81, 82, 84, 85, 86

Literatura 35, 37, 38, 43, 44

Lugar geométrico 90

M

Matemática 2, 5, 9, 1, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 32, 33, 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 64, 66, 67, 69, 76, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 96, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 124, 125, 126, 127, 129, 131, 132, 137, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 147, 149, 150, 151, 152, 158, 159, 160, 161, 162, 164, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 179, 180, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 197, 202, 203, 217, 218, 224, 270

Matematofobia 81, 82

Música 1, 13

P

Parábola na forma canônica 90

PIBID 9, 26, 27, 28, 34, 56, 129, 130, 133, 181, 182, 183, 184, 186, 187, 188

R

Registros de representação 14, 25

Resolução de Problemas 55, 57, 58, 102, 173, 174, 176

S

Semiótica 14, 15, 16, 18, 19, 25

T

Trigonometria 5, 69

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-545-7



9 788572 475457