



Cleberton Correia Santos
(Organizador)

**Estudos Interdisciplinares
nas Ciências e da Terra
e Engenharias 4**

Cleberton Correia Santos
(Organizador)

Estudos Interdisciplinares nas Ciências
Exatas e da Terra e Engenharias 4

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: Natália Sandrini
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)	
E82	Estudos interdisciplinares nas ciências exatas e da terra e engenharias 4 [recurso eletrônico / Organizador Cleberton Correia Santos. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias; v. 4) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-622-5 DOI 10.22533/at.ed.225191109 1. Ciências exatas e da Terra. 2. Engenharias. 3. Tecnologia. I.Santos, Cleberton Correia. II. Série. CDD 016.5
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

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

APRESENTAÇÃO

O livro “Estudos Interdisciplinares nas Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” de publicação da Atena Editora apresenta em seu 4º volume 37 capítulos com temáticas voltadas à Educação, Agronomia, Arquitetura, Matemática, Geografia, Ciências, Física, Química, Sistemas de Informação e Engenharias.

No âmbito geral, diversas áreas de atuação no mercado necessitam ser elucidadas e articuladas de modo a ampliar sua aplicabilidade aos setores econômicos e sociais por meio de inovações tecnológicas. Neste volume encontram-se estudos com temáticas variadas, dentre elas: estratégias regionais de inovação, aprendizagem significativa, caracterização fitoquímica de plantas medicinais, gestão de riscos, acessibilidade, análises sensoriais e termodinâmicas, redes neurais e computacionais, entre outras, visando agregar informações e conhecimentos para a sociedade.

Os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora aos estimados autores que empenharam-se em desenvolver os trabalhos de qualidade e consistência, visando potencializar o progresso da ciência, tecnologia e informação a fim de estabelecer estratégias e técnicas para as dificuldades dos diversos cenários mundiais.

Espera-se com esse livro incentivar alunos de redes do ensino básico, graduação e pós-graduação, bem como outros pesquisadores de instituições de ensino, pesquisa e extensão ao desenvolvimento estudos de casos e inovações científicas, contribuindo na aprendizagem significativa e desenvolvimento socioeconômico rumo à sustentabilidade e avanços tecnológicos.

Cleberton Correia Santos

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
GEOPROCESSAMENTO APLICADO AO MAPEAMENTO DAS ÁREAS DE RISCOS DE INUNDAÇÃO PARA O MUNICÍPIO DE PONTE NOVA – MG	
Anderson Nascimento Milagres Gian Fonseca dos Santos Danilo Segall César Yann Freire Marques Costa Klinger Senra Rezende Alixandre Sanquetta Laporti Luppi Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911091	
CAPÍTULO 2	8
MUTAGÊNESE DA LEVEDURA <i>Candida viswanathii</i> PARA A PRODUÇÃO DE ENZIMAS LIPOLÍTICAS	
Luiz Renato Lima Silva Miranda Nayra Morgana Lima De Oliveira Erika Carolina Vieira Almeida Adriana Augusta Neto Alex Fernando De Almeida	
DOI 10.22533/at.ed.2251911092	
CAPÍTULO 3	19
A RELAÇÃO ENTRE PROGRAMAS DE DESENVOLVIMENTO DE LIDERANÇA E O CAPITAL SOCIAL NAS ORGANIZAÇÕES	
Bruno Henriques Watté Márcio Vieira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2251911093	
CAPÍTULO 4	34
BRUNIMENTO FLEXÍVEL DE CILINDROS DE BLOCOS DE COMPRESSORES HERMÉTICOS: AVALIAÇÃO DO EFEITO DA GRANULOMETRIA E DO NÚMERO DE GOLPES DA FERRAMENTA NO PARÂMETRO DE RUGOSIDADE R_p	
Guilherme Henrique Caetano Barros Rosenda Valdés Arencibia Luciano José Arantes	
DOI 10.22533/at.ed.2251911094	
CAPÍTULO 5	41
ANÁLISE DA ACELERAÇÃO POR EXTRAPOLAÇÃO DA FONTE DE FISSÃO CONSIDERANDO A TEORIA DE DIFUSÃO DE NEUTRONS EM REATORES NUCLEARES	
Andrey Silva Pontes Henrique Matheus Ferreira da Silva Lenilson Moreira Araújo	
DOI 10.22533/at.ed.2251911095	

CAPÍTULO 6	51
ANÁLISE DE DESEMPENHO E AVALIAÇÃO DOS PROTOCOLOS DE REDES DE SENSORES SEM FIO EM <i>SMART GRIDS</i>	
Álison De Oliveira Alves Felipe Denis Mendonça De Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.2251911096	
CAPÍTULO 7	64
SÍNTESE DE COMPOSTOS HÍBRIDOS PERILIL-DIHIDROPIRIMIDINONAS ATRAVÉS DA REAÇÃO DE HUISGEN COM FORMAÇÃO DE ANÉIS 1,2,3-TRIAZÓLICOS	
Vinícius Vendrusculo Dennis Russowsky	
DOI 10.22533/at.ed.2251911097	
CAPÍTULO 8	74
ANÁLISES DOS PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICAS DA CASTANHOLA	
Jonas Soares de Mesquita Davi Pereira Araújo Maria Carolina Martins da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2251911098	
CAPÍTULO 9	81
USO DE CATALISADORES DE NÍQUEL PARA A RESOLUÇÃO CINÉTICA DINÂMICA DE AMINAS PRIMÁRIAS	
Fernanda Amaral de Siqueira Natália Cavallaro Martins de Sousa Sania Maria de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2251911099	
CAPÍTULO 10	92
AVALIANDO EM MATEMÁTICA: UM ESTUDO DE CASO NO CENTRO-OESTE MINEIRO	
Patrícia Milagre de Freitas Leandro Teles Antunes dos Santos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110910	
CAPÍTULO 11	102
AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VIDA NO TRABALHO EM TRABALHADORES DA CONSTRUÇÃO CIVIL	
Andre Luis Martins De Souza Renata Evangelista Alexandre Bueno Ronaldo Marques Serigne Ababacar Felipe Rogério Hudson Luis	
DOI 10.22533/at.ed.22519110911	

CAPÍTULO 12 111

AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO DE UM SOLO RESIDUAL DE GNAISSE MADURO ESTABILIZADO COM LAMA DE CAL

Danilo Segall César
Yann Freire Marques Costa
Anderson Nascimento Milagres
Gian Fonseca dos Santos
Eduardo Souza Candido
Klinger Senra Rezende
Adonai Gomes Fineza

DOI 10.22533/at.ed.22519110912

CAPÍTULO 13 122

AVALIAÇÃO TOXICOLÓGICA DE RESÍDUOS ELETRÔNICOS: ESTUDO DE CASO COM PILHAS ALCALINAS

Pedro Luiz Dias Barroso
Julia Santos Caetano
Jean Pierre Sayago
Joeci Ricardo Godoi
Rodrigo Souza Banegas
Letícia Flohr

DOI 10.22533/at.ed.22519110913

CAPÍTULO 14 132

CARACTERIZAÇÃO E APLICAÇÃO DE FILMES DE PAADDA/PSS E PDDA/PSS PREPARADOS POR LAYER-BY-LAYER

Samanta Costa Machado Silva
Jorge Amim Júnior
Ana Lucia Shiguihara

DOI 10.22533/at.ed.22519110914

CAPÍTULO 15 144

COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS FOLHAS DE *Simaba ferruginea*

Jessica Sara de Sousa Macêdo Oliveira
Lucivania Rodrigues dos Santos
Adonias Almeida Carvalho
Renato Pinto de Sousa
Gerardo Magela Vieira Júnior
Ruth Raquel Soares de Farias
Mariana Helena Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110915

CAPÍTULO 16 157

DESENVOLVIMENTO DE MATERIAIS ALCALINAMENTE ATIVADOS PARA MITIGAÇÃO DA REAÇÃO ÁLCALI-AGREGADO: AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES MECÂNICAS, FÍSICAS E QUÍMICAS

Jocélio Jairo Vieira Filho
Kelly Cristiane Gomes
Williamns Tadeu de Oliveira Lins Belo

DOI 10.22533/at.ed.22519110916

CAPÍTULO 17 183

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta
Eliane Scheid Gazire

DOI 10.22533/at.ed.22519110917

CAPÍTULO 18 193

ESTUDO DO EFEITO DOS PARÂMETROS DE PROJETO DE BICOS EXTRUSORES EM BIOIMPRESSÃO UTILIZANDO FLUIDODINÂMICA COMPUTACIONAL

Patrícia Muniz de Oliveira
Isabela Poley
Estevam Barbosa Las Casas
Marina Spyer Las Casas
Janaina Dernowsek

DOI 10.22533/at.ed.22519110918

CAPÍTULO 19 205

IMPACTO DA RESOLUÇÃO HORIZONTAL NA SIMULAÇÃO DOS JATOS DE BAIXOS NÍVEIS NA AMÉRICA DO SUL USANDO O MODELO GLOBAL DO CPTEC

Dayana Castilho de Souza
Paulo Yoshio Kubota
Silvio Nilo Figueroa
Enver Manuel Amador Ramirez Gutierrez
Caio Augusto dos Santos Coelho

DOI 10.22533/at.ed.22519110919

CAPÍTULO 20 218

LESSON STUDY: UMA ADAPTAÇÃO PARA O BRASIL

Renata Camacho Bezerra
Maria Raquel Miotto Morelatti

DOI 10.22533/at.ed.22519110920

CAPÍTULO 21 226

MICROSCOPIA DE DESFOCALIZAÇÃO COMO UMA FERRAMENTA DE ESTUDO DE PROPRIEDADES MORFOLÓGICAS E MECÂNICAS DE ERITRÓCITOS

Paula M. S. Roma
Luiza C. Mourão
Marcelo P. Bemquerer
Erika M. Braga
Ubirajara Agero

DOI 10.22533/at.ed.22519110921

CAPÍTULO 22 232

PENSAMENTO ALGÉBRICO E SUA APLICAÇÃO EM EQUAÇÕES LINEARES

Fábio Mendes Ramos
Fabricia Gracielle Santos
Daniel Martins Nunes

DOI 10.22533/at.ed.22519110922

CAPÍTULO 23	243
ENSINO DE QUÍMICA VERSUS TICs: RETRATO DE PUBLICAÇÕES BRASILEIRAS	
Eleonora Celli Carioca Arenare	
DOI 10.22533/at.ed.22519110923	
CAPÍTULO 24	253
PREPARAÇÃO E AVALIAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE BLENDS DE PHB/PC	
Francielle Schmitz	
Carolina de Andrade	
Ivonete Oliveira Barcellos	
DOI 10.22533/at.ed.22519110924	
CAPÍTULO 25	267
RESINAS DE POLIÉSTER INSATURADO E SUA APLICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO DE EMBARCAÇÕES EM FIBERGLASS	
Patricia Reis Pinto	
Sérgio da Silva Feitosa	
Alaíde de Sá Barreto	
DOI 10.22533/at.ed.22519110925	
CAPÍTULO 26	277
APLICAÇÃO DO MÉTODO DA PENALIZAÇÃO ROBUSTA PARA ANÁLISE DE PROBLEMAS DE OTIMIZAÇÃO MULTI-OBJETIVO	
Gustavo Barbosa Libotte	
Fran Sérgio Lobato	
Francisco Duarte Moura Neto	
Gustavo Mendes Platt	
DOI 10.22533/at.ed.22519110926	
CAPÍTULO 27	289
SÍNTESE DE FASE SÓLIDA HÍBRIDA MOLECULARMENTE IMPRESSA PARA EXTRAÇÃO DE CAFEÍNA EM AMOSTRAS ÁGUA SUPERFICIAL	
Fabiana Casarin	
Camila Santos Dourado	
Ana Cristi Basile Dias	
DOI 10.22533/at.ed.22519110927	
CAPÍTULO 28	302
SOLUÇÃO ANALÍTICA DE PROBLEMA BIDIMENSIONAL DE CONDUÇÃO DE CALOR UTILIZANDO FUNÇÕES DE GREEN	
José Aguiar dos Santos Junior	
José Ricardo Ferreira Oliveira	
Eduardo Peixoto de Oliveira	
Guilherme Ramalho Costa	
Jefferson Gomes Do Nascimento	
Alisson Augusto Azevedo Figueiredo	
Gilmar Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.22519110928	

CAPÍTULO 29 310

TAXAS DE FREQUÊNCIA E GRAVIDADE DOS ACIDENTES OCORRIDOS EM UM GRUPO DE PROPRIEDADES CAFEEIRAS CERTIFICADAS

Rafael Augusto Silva Souza
Geraldo Gomes de Oliveira Júnior
Armando Mendes Nogueira
Raphael Nogueira Rezende
Agda Silva Prado Oliveira
Adriano Bortolotti da Silva
Patrícia Ribeiro do Valle Coutinho

DOI 10.22533/at.ed.22519110929

CAPÍTULO 30 315

UM SISTEMA COLABORATIVO DE INCENTIVO A DOAÇÃO DE SANGUE

Alúcio José Pereira
Fábio Abrantes Diniz
Elder Gonçalves Pereira
Francisco Paulo de Freitas Neto
Elissandra Cheu Pereira do Nascimento

DOI 10.22533/at.ed.22519110930

CAPÍTULO 31 329

UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE NÚMEROS DECIMAIS NO 5º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL

Cristiana Monique Feltes Sivert
Cassiano Scott Puhl

DOI 10.22533/at.ed.22519110931

CAPÍTULO 32 339

ESTUDO DA VIABILIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA COMPUTACIONAL DE BAIXO CUSTO PARA MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA EM CULTIVOS DE ORGANISMOS AQUÁTICOS: APLICAÇÃO INICIAL EM VIVEIROS ESCAVADOS

Wilmar Borges Leal Junior
Fabiano Medeiros Tavares
Ítalo Cordeiro Silva Lima
Delfim Dias Bonfim
Lucyano Campos Martins
Nailson Martins Dantas Landim
Haryson Huan Arruda da Silva Santos
Douglas Ferreira Chaves

DOI 10.22533/at.ed.22519110932

CAPÍTULO 33 349

REGRESSÃO POLINOMIAL E REDES NEURAS ARTIFICIAIS NA AVALIAÇÃO DE IMÓVEIS

Carlos Augusto Zilli
Luiz Fernando Palin Droubi
Norberto Hochheim

DOI 10.22533/at.ed.22519110933

CAPÍTULO 34 363

ANALISE DE RECALQUES NO CONTORNO RODOVIÁRIO DA GRANDE FLORIANÓPOLIS

Wagner de Sousa Santos
Amanda Morlos

DOI 10.22533/at.ed.22519110934

CAPÍTULO 35	376
SIMULAÇÃO DA ESTABILIDADE DE UM TÚNEL EM MACIÇO ROCHOSO	
Yann Freire Marques Costa	
Danilo Segall César	
Gian Fonseca dos Santos	
Anderson Nascimento Milagres	
Klinger Senra Rezende	
Adonai Gomes Fineza	
DOI 10.22533/at.ed.22519110935	
SOBRE O ORGANIZADOR.....	387
ÍNDICE REMISSIVO	388

ESTRUTURA AXIOMÁTICA DO ORIGAMI: UMA ABORDAGEM DOS POLIEDROS REGULARES NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE MATEMÁTICA

Anita Lima Pimenta

Universidade do Estado de Minas Gerais
Ibirité – MG

Eliane Scheid Gazire

Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais
Belo Horizonte – MG

RESUMO: A pesquisa surgiu a partir da necessidade de comprovar os benefícios da aprendizagem geométrica com a construção dos poliedros platônicos a partir do origami. O público-alvo (25 estudantes do curso noturno de graduação em Matemática em uma universidade na região metropolitana de Belo Horizonte/MG). O público foi escolhido em função da possibilidade de vir a ser multiplicador da técnica. Após breve abordagem histórica da Geometria e do origami, procurou-se, nas obras de Rego, Rego e Gaudêncio Jr. (2003), Kaleff (2003) e Genova (2001), encontrar embasamentos teóricos e propostas de atividades realizadas através da dobradura de papel. Utilizaram-se as ideias de Fuse (1990), que aponta o Origami Modular como uma alternativa para se construírem figuras poliédricas, e Lang (2010), que organiza as sete operações classificadas como Axiomas do Origami. Esse último traz para o contexto escolar um embasamento científico que justifica matematicamente o uso do origami nas

aulas de Geometria. Para o desenvolvimento do trabalho, foram organizadas oficinas com objetivo de apresentar atividades geométricas que pudessem ser realizadas com o auxílio do Origami Modular e sua estrutura axiomática. Concluiu-se, com o desenvolvimento do estudo, que o origami possibilita um trabalho efetivo na aprendizagem da Geometria de maneira lúdica, contextualizada, promovendo a autonomia do estudante e entendendo-o como um suporte para a construção de conceitos por meio de materiais concretos. A pesquisa deu origem a um material paradidático que servirá de apoio a professores no desenvolvimento de atividades em sala de aula.

PALAVRAS-CHAVE: Geometria. Origami. Axiomas. Professores.

INTRODUÇÃO

Este trabalho surgiu após experiências, em aulas de Matemática no ensino médio, utilizando-se o origami como recurso didático para o ensino da Geometria. Apesar de adotar esse recurso, não havíamos — até o momento — realizado nenhum estudo a respeito da eficiência dessa técnica em relação ao ensino e aprendizagem.

Ensinar Geometria utilizando origami depende da vontade do professor em se

aperfeiçoar na técnica, que pode proporcionar descobertas que contribuem com a construção dos conceitos elementares da Geometria Euclidiana.

O público-alvo foi composto por 25 estudantes do 4º período do curso noturno de graduação em Matemática de uma universidade pública da região metropolitana de Belo Horizonte.

As atividades com origami poderiam ser apresentadas em Geometria Plana I e II, Desenho Geométrico I e II ou Geometria Espacial, sendo a última escolhida por caracterizar maior abrangência ao tema apresentado.

Para tanto, tem-se como objetivo geral inserir a prática do origami em sala de aula, na expectativa de que, com sua abordagem axiomática, a aprendizagem da Geometria se torne mais significativa, proporcionando maior compreensão no estudo dos poliedros platônicos.

Escolheu-se trabalhar com uma turma de estudantes de graduação por se acreditar que esse público tem grande potencial para se tornar multiplicador da proposta. Direcionou-se o foco para o 4º período, pois é nesse momento acadêmico que a disciplina Geometria Espacial é oferecida. Logo, os conceitos básicos da Geometria Plana já foram vistos e os futuros professores se encontram mais preparados para discutirem o tema proposto.

A seguir serão apresentados a importância do ensino da Geometria com uso do Origami, o percurso da pesquisa, a aplicação/análise das atividades propostas e, por fim, as considerações que reúnem os resultados obtidos ao final do estudo.

O ENSINO DA GEOMETRIA COM ORIGAMI: UMA PERSPECTIVA AXIOMÁTICA

De origem japonesa, a palavra “origami” significa dobrar papel. Prieto (2002) explica que *ori* significa dobrar — deriva do desenho de uma mão — e *kami* remete a papel — provém da representação de uma seda. Essa arte foi estabelecida em todo o mundo. No Brasil, é conhecida com dobradura; na língua espanhola, como *papiroflexia*, e, no inglês, como *paperfolding*.

Acredita-se que essa arte seja tão antiga quanto a origem do próprio papel. Muitos pesquisadores creem que o Origami não seja exclusividade japonesa, como Kanegae e Imamura (1989) relatam. Segundo eles, apesar de o Japão ser considerado o berço do Origami, seu surgimento pode ter ocorrido na China, uma vez que nesse país a história do papel é muito mais antiga. Para os autores:

Em praticamente todos os países onde existe o papel, há uma maneira própria de dobrar este material. Alguns pesquisadores do origami acreditam que ele tenha surgido por volta do século VI d.C., quando um monge budista trouxe da China, via Coreia, o método de fabricação do papel, que até então era desconhecido pelos japoneses. Por causa do seu valor, as pessoas utilizavam-no em origamis especiais ou em cerimônias específicas. (KANEGAE; IMAMURA, 1989, p. 8).

Assim, não se sabe ao certo como se começou a dobrar papel, mas, segundo

Kanegae e Imamura (1989), julga-se que haja alguma ligação com os costumes religiosos, já que em templos xintoístas eram encontradas ornamentações divinizadas feitas de papel.

Rego, Rego e Galdêncio Jr. (2003, p. 25) contam que “A religião dos mouros proibia a criação de qualquer representação simbólica de homens ou animais através do origami”. Isso fez com que a arte fosse cada vez mais associada às construções geométricas. As regularidades encontradas nas dobraduras de papel aguçaram a curiosidade de estudiosos, que foram buscando estabelecer conexões dessas dobragens com a Matemática e, mais especificamente, com a Geometria.

Devido a essas conexões estabelecidas, no final do século XX os matemáticos começaram a se interessar por essa arte. Muitos perceberam que as diversas criações feitas com origami iam muito além da inspiração, da criatividade e da arte, estando, na verdade, associadas a conceitos e limitações geométricas. Prieto (2002) ressalva que se por um lado a escola oriental cultiva o origami por sua arte, a ocidental considera o modelo matemático que ele traz consigo.

Tomoko Fuse é uma das mais importantes origamistas da história no que se refere ao Origami Modular — obtido pela união de vários moldes dobrados um a um. Fuse (1990) menciona essa modalidade do origami como uma forma lúdica que exige tempo e dedicação de quem se propõe a fazê-lo, mas ressalta que, depois de completadas as unidades e encaixadas as formas finais, estas se tornam claras e expressivas.

Fuse (1990, p. 133), em sua obra *Unit Origami Multidimensional Transformations*, apresenta vários tipos de poliedros construídos através do Origami Modular, afirmando: “Nós permitimos que os poliedros se desenvolvam em todas as direções no espaço para gerar novos tipos de sólidos de origami unitários”. A autora apresenta diagramas dos mais variados poliedros e, entre eles, os regulares.

Assim como as figuras geométricas de modo geral, as construções geométricas tradicionais feitas por dobraduras são regidas por um conjunto de axiomas que permite provar a existência de cada dobra possível de ser realizada. Rafael (2011) destaca o matemático Humiaki Huzita, da Universidade de Pádua, na Itália, que, na década de 1970, criou as seis operações conhecidas como axiomas de Huzita. Em 2001, Koshiro Hatori mostrou uma dobragem diferente dos axiomas existentes, surgindo, então, o sétimo axioma. A esse respeito, Rafael (2011, p. 19) ressalta: “Estes axiomas [que na realidade são operações] descrevem operações básicas que se podem efetuar em origami e permitem caracterizar formalmente o tipo de construções geométricas que é possível fazer com origami.”

Ainda de acordo com a autora, foi somente em 2003 que Robert Lang publicou o estudo no qual mostra as sete combinações de dobras, conhecidas agora como axiomas de Huzita-Hatori. Em 2010, Lang publica outro artigo, em que apresenta crédito apropriado a Jaques Justin para o sétimo axioma. Segundo Lang (2010), o francês Jacques Justin publicou o artigo *Resolution par le pliage de l'équation*

du troisieme degre et applications geometriques em 1989, no qual enumerou sete possíveis combinações de alinhamento, sendo o último apresentado antes da descoberta de Hatori, permitindo a definição das combinações tanto como Huzita-Hatori, quanto como Huzita-Justin. De acordo com Lang (2010), isso mostra que pesquisadores independentes expressaram as mesmas leis universais na linguagem matemática.

Essas operações permitem combinações entre si para se obter qualquer construção simples (dobra única) em origami. Segundo Rafael (2011, p. 19), “Na teoria matemática das construções geométricas com dobragens de papel, os sete axiomas de Huzita-Hatori chegam para definir o que é possível construir com dobragens simples”.

Lang (2003) realizou um estudo completo de todas as dobragens possíveis que especificam um único vinco e comprovou a existência de somente 7 axiomas, como mostra a Figura 1:

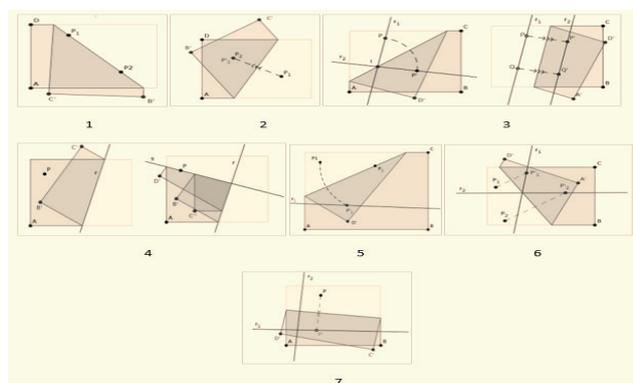


Figura 1 – Corpo axiomático da Geometria do Origami

Fonte: PIMENTA, 2017, p. 47.

Essa estrutura axiomática possibilita, portanto, uma compreensão da matemática que há por trás de uma simples dobradura de papel.

Tendo sido estabelecida uma relação entre a matemática e o origami, é possível delinear os caminhos os quais a pesquisa percorreu, possibilitando o apontamento do origami como um recurso metodológico para as aulas de Matemática. A proposta foi criar linhas dobrando papel — em vez de usar régua — e ensinar uma variedade de conteúdos matemáticos a partir de uma aula lúdica, criativa e direcionada ao ensino da Geometria. Rego, Rego e Galdêncio Jr. mostram que:

Na realização das dobraduras, os estudantes familiarizam-se com formas geométricas, movimentos de transformação e múltiplas linhas de simetria dentro de uma mesma figura. Noções de retas perpendiculares, retas paralelas, figuras planas e sólidas, congruência, bissetrizes de ângulos, relações entre áreas e proporcionalidade poderão ser introduzidas de maneira igualmente eficaz. As dobraduras possibilitam ainda o desenvolvimento de atividades relacionadas ao estudo de frações, aritmética, álgebra e funções, dentre outros. (REGO; REGO; GALDÊNCIO JR., 2003, p. 18).

Corroborando com os autores, percebe-se que a dobradura de papel é capaz de despertar o processo evolutivo do pensamento algébrico, aritmético e geométrico. Ela também permite que se construam conceitos a partir de cada dobra efetuada, além de explorar a percepção visual do aluno. A esse respeito, porém, Kaleff (2003) informa:

Embora a maioria das representações de objetos geométricos seja perceptível visualmente, é importante não confundir a habilidade da visualização, isto é, a habilidade de se perceber o objeto geométrico em sua totalidade, com a percepção visual das representações disponíveis deste objeto. (KALEFF, 2003, p. 16)

Utilizando o origami em uma aula de Matemática, o papel se torna o material manipulativo nas mãos do aluno para que possa explorá-lo e percebê-lo, seja em sua bidimensionalidade ou na transformação do plano para o espaço tridimensional. Isso permite entender sobre o porquê de se ensinar Geometria com origami. Tomoko Fuse (1990) acredita que há uma grande diferença em entender alguma coisa através da mente e conhecer essa mesma coisa através do tato.

Por ser universal, a linguagem do origami também possibilita que qualquer pessoa faça uma leitura interpretativa de seus diagramas, o que contribui com a memorização do passo a passo e se transforma em exercício mental.

Portanto, nessa concepção, o origami não é visto apenas como uma “arte de dobrar papel”, mas, sim, como um objeto de aprendizagem constituído por um corpo axiomático com embasamento matemático, a fim de assegurar um ensino significativo.

Porém, para se ensinar Geometria através do origami, o professor precisa, primeiro, conhecer e dominar a técnica. A seguir, será abordado o desenvolvimento da pesquisa cujos resultados aqui se apresentam, bem como o contexto em que ela foi realizada.

A PESQUISA: DA ESCOLHA DO MATERIAL À ORGANIZAÇÃO DAS OFICINAS

Nem todos os modelos em origami partem de um papel quadrado; alguns podem ser feitos a partir de um papel retangular, como divulga Costa (2007). A autora indica, como um dos retângulos mais utilizados nessa técnica, aqueles que possuem os lados na razão $1/\sqrt{2}$, e um exemplo desse tipo de papel é o A4. Portanto, esse foi o formato de papel escolhido para desenvolver as atividades, uma vez que é um material facilmente encontrado nas escolas.

A gramatura sugerida foi entre 75g/m^2 e 80g/m^2 , que permite uma solidez nas dobras sem comprometer seu encaixe.

As atividades das oficinas foram elaboradas de forma que o participante pudesse perceber a evolução da técnica do origami. Para tanto, procurou-se apresentar uma noção inicial da técnica que estabelecesse uma relação axiomática

com a Matemática. Em seguida, foi mostrado que essa conexão com o ensino gera consequências que possibilitam a realização de demonstrações para, enfim, construir os poliedros platônicos, aproveitando as definições e conceitos que possam surgir no decorrer das dobragens. A esse respeito, Genova (2001) explica:

Na geometria ensinada na escola, a importância da construção é frequentemente subestimada. A passagem da manipulação de materiais ou do reconhecimento de formas aos conceitos teóricos costuma ser muito abrupta. Uma mediação natural entre tais níveis de abordagem da geometria são as construções geométricas. O origami pode desempenhar esse papel mediador de modo interessante e fecundo. (GENOVA, 2001, p. 119)

Assim, utilizando o origami como um recurso metodológico, são apresentados os três momentos das oficinas realizadas, contendo as atividades aplicadas em cada um:

- 1º momento: Explorando os axiomas do origami;
- 2º momento: Consequências dos axiomas de Huzita-Hatori;
- 3º momento: Construindo poliedros platônicos com origami.

As atividades foram elaboradas com o objetivo de fazer com que os alunos investigassem a partir das situações problemas propostas, refletissem e argumentassem sobre os resultados encontrados. Para isso dividiu-se a turma em grupo a fim de que os estudantes pudessem manipular as dobraduras e construir os sólidos.

Para a execução das primeiras atividades, cada grupo recebeu folhas de papel brancas ou em tons pastel para serem utilizadas em dois momentos: exploração e consequência dos axiomas.

Já no terceiro momento, destinado à confecção dos poliedros platônicos, foi entregue aos alunos um kit previamente preparado contendo 8 folhas A4 inteiras, 4 divididas ao meio e 22 divididas em quatro partes, a fim de favorecer e agilizar o desenvolvimento das atividades.

A ordem de construção iniciou-se com os módulos do hexaedro e, em seguida, o dodecaedro. Por fim, os módulos do tetraedro, octaedro e icosaedro, que são semelhantes entre si, diferenciando-se apenas pelo tamanho.

Essa ordem foi estabelecida visto que a dobradura e o encaixe dos dois primeiros sólidos são mais simples. Isso fez com que os participantes se sentissem motivados a realizar as atividades seguintes, pois já teriam montado os primeiros poliedros platônicos.

APLICAÇÃO E ANÁLISE DAS ATIVIDADES PROPOSTAS

As atividades propostas no 1º momento de oficina tinham como finalidade que os alunos realizassem experimentos utilizando pedaços de papel, executando dobras que os levassem a identificar os axiomas apresentados. Desse modo, teriam a oportunidade de iniciar, de forma prática, o desenvolvimento do corpo axiomático

da Geometria do Origami.

Esse momento foi fundamental na oficina, pois mostrou a influência que a Matemática estabelece sobre a técnica do origami. Estudar, portanto, as características dessa arte é fundamental para realizar as associações desta com as Geometrias, em especial com a Euclidiana. Assim, conhecer essa estrutura axiomática permite a constatação de definições, conceitos e propriedades elementares da Geometria Plana e Espacial.

Alguns questionamentos surgiram no desenvolvimento da atividade:

Estudante 1: *“Como represento esse segundo axioma?”*

Pesquisadora: *“Leia o que ele diz”.*

Estudante 1: *“Dados dois pontos, P_1 e P_2 , há uma dobragem que os torna coincidentes”.*

Pesquisadora: *“O que você faria pra tornar dois pontos coincidentes?”*

Estudante 1: *“Colocaria um sobre o outro”.*

Pesquisadora: *“Então experimente colocar sob a luz”.*

E após utilizar a estratégia, o estudante conseguiu executar a tarefa, como mostra a Figura 2.



Figura 2: Pesquisadora auxiliando os estudantes

Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Nem todos conseguiram concluir os experimentos em sua totalidade. Porém, o que se esperava era que os participantes se familiarizassem com o corpo axiomático do origami, a fim de perceberem a importância da Matemática nessa técnica que já era conhecida por muitos. Além disso, com essa atividade, vários conceitos elementares da Geometria Plana foram lembrados, como pontos e retas coincidentes, retas paralelas, concorrentes e perpendiculares. Identificou-se, portanto, que o objetivo foi alcançado.

Já o 2º momento da oficina foi destinado à constatação da aplicabilidade de alguns axiomas apresentados. Como a maior parte dos sujeitos da pesquisa atua no Ensino Fundamental, foi selecionada uma atividade relacionada à Geometria que pode ser aplicada nesse nível de ensino. Para tanto, foi proposta a realização da

demonstração do Teorema de Pitágoras (Figura 2) como consequência do quarto axioma — dados um ponto P e uma reta r há uma única dobragem perpendicular à r que passa por P .



Figura 3: Dobradura referente à demonstração do Teorema de Pitágoras

Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Pôde-se notar que, mesmo com algumas dificuldades, todos conseguiram executar a tarefa proposta e, quando viram o resultado, demonstraram satisfação em comprovar um teorema tão importante e de grande relevância na Matemática.

Para finalizar, o terceiro momento foi destinado à construção dos cinco sólidos regulares a partir das dobras feitas com o origami. No decorrer dessas construções, foram abordados conceitos importantes da Geometria Plana que contribuem para o posterior estudo da Geometria Espacial.

Nesse momento da oficina, as atividades foram realizadas em grupo, visto que seria necessária a produção de vários módulos para a construção dos poliedros. Todos os grupos conseguiram executar a montagem dos sólidos, uns com menos e outros com um pouco mais de dificuldade.



Figura 3: Construção dos poliedros platônicos

Fonte: Arquivos da pesquisadora.

Alguns alunos perguntaram se não havia um material impresso com as instruções ou um passo a passo, pois consideraram difícil se lembrar de todas as orientações transmitidas. Com relação a isso, foi explicado que a pesquisa apontava para a elaboração de um material de apoio ao professor e aquele que se interessasse poderia reproduzir os modelos apresentados.

CONSIDERAÇÕES

O presente trabalho de pesquisa se propôs a investigar se há benefícios na aprendizagem geométrica com a construção dos poliedros platônicos a partir do origami, tendo, como público-alvo, estudantes do curso de graduação em Matemática.

Após a análise das atividades, verificou-se que o processo de construção de modelos geométricos com origami foi fundamental para a elaboração dos conceitos, tais como: ponto médio, retas (paralelas, perpendiculares e concorrentes), diagonais, eixos de simetria, alturas, bissetrizes, medianas, mediatrizes, ângulos, proporções, semelhanças, entre outros. Como aponta Genova (2001), o origami pode exercer o papel de mediador ao promover as construções geométricas associando o reconhecimento das formas aos conceitos teóricos.

Conforme as dobraduras iam sendo executadas, os participantes notavam vários polígonos que se formavam: triângulos de vários tipos, quadrados, retângulos, paralelogramos, trapézios, pentágonos, entre outros. Essas constatações permitiram que os alunos definissem essas figuras e determinassem suas propriedades. Em conformidade com Kaleff (2003), considerou-se que as situações de investigação e descoberta deveriam ser incentivadas em sala de aula e identificou-se, nessas atividades, uma boa oportunidade para promovê-las. Mesmo sem conhecer algumas das propriedades em questão, os participantes puderam percebê-las ao manipular o papel que tinham em mãos.

Depois de construir os módulos geométricos de cada poliedro platônico, os integrantes dos grupos usaram sua intuição e criatividade para realizar as conexões entre as peças, pois existem distintas possibilidades de exercê-las. Essa movimentação, como mostram Rego, Rego e Galdêncio Jr (2003), contribuiu com o desenvolvimento da percepção geométrica plana e espacial, além de estabelecer relações entre esses entes.

A técnica do origami é explorada em muitas atividades pedagógicas, porém nem sempre se estabelecem conexões com a Matemática. A pesquisa trouxe a possibilidade de um olhar criterioso para uma arte que pode ser grande aliada do ensino e aprendizagem geométrica de nossos estudantes. E, como dizem os colegas origamistas, “mãos à obra!”

REFERÊNCIAS

COSTA, E. M. **Matemática e origami**: trabalhando frações. Rio de Janeiro: Ciência Moderna, 2007.

FUSE, T. **Unit Origami**: Multidimensional Transformations. Tokyo: Japan Publications, 1990.

GENOVA, C. **Origami**: a milenar arte das dobraduras. 3. ed. São Paulo: Escrituras, 2001.

KALEFF, A. M. M. R. **Vendo e entendendo poliedros**: do desenho ao cálculo do volume através de quebra-cabeças geométricos e outros materiais concretos. 2. ed. Niterói: UFF, 2003.

KANEGAE, M., IMAMURA, P. **Origami: arte e técnica da dobradura de papel**. São Paulo: Aliança Cultural Brasil Japão, 1989.

LANG, R. J. **Origami Geometric and Constructions**. 2010. Disponível em: <http://www.wiskundemeisjes.nl/wp-content/uploads/2008/02/origami_constructions.pdf>. Acesso em: 13 dez. 2015.

PIMENTA, A. L. **Construindo poliedros platônicos com origami: uma perspectiva axiomática**. 2017. 183 f. Dissertação (Mestrado Profissional) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Belo Horizonte, 2017.

PRIETO, J. I. R. Matemáticas y papiroflexia. **Revista Sigma**, Bilbao, n. 21, p. 175-192, 2002. Disponível em: <http://www.cimat.mx/Eventos/secundaria10/03_Mats-y-Papiroflexia.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2015.

RAFAEL, I. Origami. **Educação e Matemática**, Lisboa, n. 114, p. 16-22, set./out. 2011. Disponível em: <http://www.apm.pt/files/_EM114_pp16-22_4e6489d4d25fc.pdf>. Acesso em: 4 abr. 2015.

REGO, R. G.; REGO, R. M.; GALDÊNCIO JÚNIOR, S. **A Geometria do Origami: atividades de ensino através de dobraduras**. João Pessoa: Universitária/UFPB, 2003.

SOBRE O ORGANIZADOR

CLEBERTON CORREIA SANTOS- Graduado em Tecnologia em Agroecologia, mestre e doutor em Agronomia (Produção Vegetal). Tem experiência nas seguintes áreas: agricultura familiar, indicadores de sustentabilidade de agroecossistemas, uso e manejo de resíduos orgânicos, propagação de plantas, manejo e tratos culturais em horticultura geral, plantas medicinais exóticas e nativas, respostas morfofisiológicas de plantas ao estresse ambiental, nutrição de plantas e planejamento e análises de experimentos agropecuários.

(E-mail: cleber_frs@yahoo.com.br) – ORCID: 0000-0001-6741-2622

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acidentes 109, 310, 311, 312, 313, 314

Aminas primárias 81, 84, 85

Atividade antioxidante 144, 146, 151, 152, 153, 155, 156

B

Bioimpressão 193, 194, 195, 196, 199

C

Castanhola 74, 75, 79

Compostos multifuncionais 64, 67

Compressores Herméticos 34, 35, 36, 39, 40

Construção Civil 102, 105, 112, 113, 157, 179, 363

CPTEC 205, 206, 207, 208, 217

E

Equações lineares 45, 233, 236, 237, 238, 239, 240, 353

Estrutura axiomática 183, 186, 189

F

Fonte de fissão 41, 42, 44, 45, 47, 48, 49

G

Geoprocessamento 1, 2

H

Hemocentro 317, 322, 323, 324, 326

Hibridização 64, 65, 67, 68, 69, 71

L

Lesson Study 218, 219, 220, 221, 222, 224, 225

Leveduras 8

M

Mapeamento 1, 2, 3, 4, 6, 7, 181, 280

Mecânicas de eritrócitos 226

Multi-objetivo 277, 278, 279, 281, 282, 283, 284, 287

Mutagênese 8, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18

P

PHB/PC 253, 254, 257, 261, 262, 264

Protocolos de redes 52

R

Redes neurais 349, 350, 351, 354, 356, 358, 359, 360, 361, 362

Risco de inundação 1, 3, 4, 5, 6, 7

S

Smart Grids 51, 52, 53, 61

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-622-5

