



Pesquisa em Ensino de Física 3

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)


Ano 2020





Pesquisa em Ensino de Física 3

Sabrina Passoni Maravieski
(Organizadora)


Ano 2020



Editora Chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Assistentes Editoriais

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto Gráfico e Diagramação

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

Imagens da Capa

Shutterstock

Edição de Arte

Luiza Alves Batista

Revisão

Os Autores

2020 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do Texto © 2020 Os autores

Copyright da Edição © 2020 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

A Atena Editora não se responsabiliza por eventuais mudanças ocorridas nos endereços convencionais ou eletrônicos citados nesta obra.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais

Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília

Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília
Prof^ª Dr^ª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves -Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Prof^ª Dr^ª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília
Prof^ª Dr^ª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof^ª Dr^ª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia
Prof^ª Dr^ª Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco
Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí
Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas
Prof^ª Dr^ª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof^ª Dr^ª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará
Prof^ª Dr^ª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma
Prof^ª Dr^ª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá
Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^ª Dr^ª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino
Prof^ª Dr^ª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora
Prof^ª Dr^ª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^ª Dr^ª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás
Prof^ª Dr^ª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof^ª Dr^ª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof^ª Dr. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Prof^ª Dr^ª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá
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. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Linguística, Letras e Artes

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro
Profª Drª Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Profª Drª Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

Conselho Técnico Científico

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Prof. Me. Adalto Moreira Braz – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa
Profª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora
Prof. Dr. Fabiano Lemos Pereira – Prefeitura Municipal de Macaé
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Me. Javier Antonio Alborno – University of Miami and Miami Dade College
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ
Profª Drª Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior

Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo

Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará

Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco

Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal

Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba

Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão

Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo

Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana

Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí

Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo

Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Bibliotecária: Janaina Ramos
Diagramação: Camila Alves de Cremo
Correção: Vanessa Mottin de Oliveira Batista
Edição de Arte: Luiza Alves Batista
Revisão: Os Autores
Organizadora: Sabrina Passoni Maravieski

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P474 Pesquisa em ensino de física 3 / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2020.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-537-2

DOI 10.22533/at.ed.372202810

1. Física. 2. Pesquisa. 3. Ensino. I. Maravieski, Sabrina Passoni (Organizadora). II. Título.

CDD 530.07

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora

Ponta Grossa – Paraná – Brasil

Telefone: +55 (42) 3323-5493

www.atenaeditora.com.br

contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A coleção “Pesquisa em Ensino de Física 3” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio de trabalhos diversos que compõe seus capítulos. O volume aborda de forma categorizada algumas pesquisas sobre a prática docente e as ferramentas de ensino e aprendizagem modernas, as quais se caracterizam pelo uso das tecnologias da informação e metodologias ativas.

O objetivo desta obra é apresentar ao leitor que as aulas de física para a geração atual podem se tornar mais interessantes, ou atrativas para os estudantes, com a introdução de simuladores, aplicativos, ou a realização de um experimento simples, mas com qualidade e quantidade de conteúdo teórico.

No primeiro capítulo são apresentados dois artigos que apontam discussões sobre prática docente e as concepções de entendimento destes sobre as diferentes ferramentas como simuladores, práticas experimentais e metodologias ativas para laboratórios de física no Ensino Médio e curso, superior de Engenharia o qual tem a física como disciplina básica em seu currículo. São artigos que visam mostrar as dificuldades, bem como, as possíveis ações utilizando tais ferramentas digitais e as metodologias ativas como forma de promover o aprendizado autônomo nos estudantes.

Em formato de entrevistas os autores convidaram os professores a debater suas experiências com os simuladores e, durante seus relatos, surgiram comparativos da aplicação dessas tecnologias digitais com as práticas laboratoriais. Já no contexto metodologias ativas, o objetivo foi estimular o estudante a ser o protagonista em atividades experimentais, a partir do conhecimento teórico adquirido em sala de aula.

No segundo capítulo são retratados dois artigos que refletem a utilização propriamente dita dos simuladores e/ ou aplicativos como prática da abordagem do conteúdo não apenas teórica, mas sim, utilizando as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC). Os conteúdos da grade curricular da disciplina de Física abordados nos respectivos artigos, bem como, o público estudantil ao qual se destinam são: óptica geométrica utilizando aplicativo de simulações *FlashFísica*, direcionado para o Ensino Médio, e o movimento harmônico simples (pêndulo simples) por meio do *software Modellus x*, direcionado para o Ensino Superior, pois trata-se da aplicação das equações de Lagrange.

No terceiro capítulo é apresentada uma proposta interdisciplinar e experimental, na qual são abordados conceitos de Ciências de Materiais para o estudo de Empuxo. Neste trabalho os autores apresentam o método de Arquimedes como meio de caracterização de materiais cerâmicos para obtenção de suas

propriedades físicas; como a determinação de Porosidade Aparente, Absorção de Água e Massa Específica aparente (Densidade) de materiais cerâmicos.

Deste modo esta obra visa contribuir para o docente de Física enriquecer a sua prática, pois sabemos o quão importante é a divulgação científica, por isso evidenciamos também a estrutura da Atena Editora capaz de oferecer uma plataforma consolidada e confiável para estes pesquisadores exporem e divulguem seus resultados.

Sabrina Passoni Maravieski

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A RELAÇÃO ENTRE SIMULADORES E PRÁTICAS EXPERIMENTAIS A PARTIR DA ANÁLISE DE DISCURSOS DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO	
Gustavo Affonso de Paula Márcio Silveira Lemgruber	
DOI 10.22533/at.ed.3722028101	
CAPÍTULO 2	11
UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA ATIVA PARA LABORATÓRIOS DE FÍSICA	
Suzane Ferreira Pinto Ronan Silva Ferreira Miguel Monteiro Costa Agmael Mendonça Silva	
DOI 10.22533/at.ed.3722028102	
CAPÍTULO 3	25
O USO DO APLICATIVO <i>FLASHFÍSICA</i> COMO FERRAMENTA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA	
Rosiel Camilo Sena Fabiann Matthaus Dantas Barbosa Venício Favoretti Leandro Junior Machado Raphael Luca Souza da Silva Arquimar Barbosa de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.3722028103	
CAPÍTULO 4	38
SIMULAÇÕES DO PÊNDULO SIMPLES, APLICADO NO PROGRAMA MODELLUS X	
Jonilson Silva Dias	
DOI 10.22533/at.ed.3722028104	
CAPÍTULO 5	43
UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ARQUIMEDES PARA CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DE MATERIAIS CERÂMICOS	
Patrícia Camargo de Oliveira Ricardo Yoshimitsu Miyahara	
DOI 10.22533/at.ed.3722028105	
SOBRE A ORGANIZADORA	52
ÍNDICE REMISSIVO	53

UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DE ARQUIMEDES PARA CARACTERIZAÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICAS DE MATERIAIS CERÂMICOS

Data de aceite: 26/10/2020

Data de submissão: 01/09/2020

Patricia Camargo de Oliveira

Universidade Estadual do Centro-Oeste do
Paraná
Unicentro
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4974422933251115>

Ricardo Yoshimitsu Miyahara

Universidade Estadual do Centro-Oeste do
Paraná
Unicentro
Guarapuava – Paraná
<http://lattes.cnpq.br/4732577960462037>

RESUMO: Materiais cerâmicos são confeccionados a partir de processos físicos que utilizam calor e pressão, conferindo corpos sólidos aplicados em diversos setores mercadológicos. Para verificação de suas funcionalidades se faz necessário a aplicação de testes investigativos de suas características intrínsecas. Neste trabalho apresenta-se a utilização do método de Arquimedes como meio de caracterização de materiais cerâmicos para obtenção de suas propriedades físicas; técnica muito utilizada nas indústrias e pesquisas científicas para determinação de Porosidade Aparente, Absorção de Água e Massa Específica aparente (Densidade) de materiais cerâmicos. A metodologia empregada se mostrou fácil e muito eficiente para os materiais estudados na

pesquisa.

PALAVRAS-CHAVE: Características físicas, Cerâmicas, Determinação.

USE OF THE ARCHIMEDES METHOD FOR CHARACTERIZATION OF PHYSICAL PROPERTIES OF CERAMIC MATERIALS

ABSTRACT: Ceramic materials are made from physical processes that use heat and pressure, getting solid bodies applied in various market sectors. To evaluate its functionality, it is necessary to apply investigative tests for more information about its intrinsic characteristics. This work presents the use of the Archimedes method as a vehicle of characterizing ceramic materials to obtain their physical properties; a technique widely used in industries and scientific research to determine apparent porosity, water absorption and apparent specific mass (density) of ceramic materials. The methodology used proved to be easy and very efficient for the materials studied in this work.

KEYWORDS: Physical properties, ceramics, determination.

1 | INTRODUÇÃO

A ciência de materiais é uma área que estuda processos de obtenção, caracterização e aplicação de materiais visando facilitar as atividades desenvolvidas pela humanidade, bem como satisfazer as mesmas (CALLISTER, 2000; SHACKELFORD, 2016). Os materiais sólidos são compreendidos pelos metais, polímeros

e cerâmicas, de modo que são confeccionados e explorados de acordo com a função almejada de aplicação. A partir do conhecimento do comportamento de cada material podem se desenvolver estratégias para seu aperfeiçoamento e prevenção de eventuais falhas. Neste âmbito, as propriedades físicas dos materiais são de grande relevância, pois são fatores determinantes das características intrínsecas relacionadas aos mesmos e, conseqüentemente delimitam suas funcionalidades (SCANAVACA e GARCIA, 2004; MORAES et. al, 2004; MARQUES et. al., 2007; TEIXEIRA et. al., 2006).

Cerâmicas são corpos sólidos confeccionados a partir da aplicação de calor e pressão a compostos metálicos e não metálicos. Algumas características dos materiais cerâmicos são a sua elevada resistência térmica e baixa condutividade elétrica. Com isso, a maioria dos materiais cerâmicos é confeccionado a partir de óxido de alumina e junções de compostos a base de silicatos (CALLISTER, 2000; BROOK, 2012; AUERKARI, 1996; LIDMAN e BOBROWSKY, 1949). Atualmente diversos estudos têm por objetivo o desenvolvimento de materiais cerâmicos, buscando meios de melhoramento, barateamento da produção, sustentabilidade e aplicabilidade favoráveis de novos e já existentes materiais, promovendo a inovação do mercado cerâmico (THAMARAISELVI e RAJESWARI, 2004; LIANG e DUTTA, 2001; FAHRENHOLTZ e HILMAS, 2017)

Sobretudo, verifica-se no Brasil uma crescente utilização de produtos cerâmicos, sendo que a indústria de cerâmicas no país corresponde a 1% do PIB (Produto Interno Bruto) nacional. O consumo desses produtos concentra-se principalmente nas regiões sul e sudeste, nas quais há maior índice demográfico localizados, caracterizando maiores centros urbanos e, conseqüentemente, uma maior demanda deste produto. Além disso, nas últimas décadas, o desenvolvimento do setor de construção civil aliado a um aumento médio dos rendimentos dos brasileiros conferiu a realização de uma maior quantidade de construções em meios urbanos, culminando na maior produção de peças cerâmicas como tijolos, telhas, pisos, azulejos, blocos de vedação e louças sanitárias (BUSTAMANTE, 2000; PRADO et. al., 2012; MOTTA et. al., 2001)

As fontes utilizadas para a produção de cerâmicas podem ser: naturais, onde cabe-se citar argilas vermelhas e calcários; beneficiadas, como feldspatos e caulins; e sintéticas, como aluminas e óxidos (BUSTAMANTE, 2000). Nesse sentido, outra aplicação cerâmica amplamente estudada e desenvolvida nos últimos anos se dá por biomateriais para tratamentos médicos ortopédicos e dentários, caracterizando o ramo das biocerâmicas. Estes materiais se destacam por sua biocompatibilidade e biofuncionalidade em organismos vivos, conferindo próteses para substituição e reconstituição do tecido ósseo (GINEBRA, 2018; BERTRAN, 2000; ELIAZ e METOKI, 2017; CONRAD et. al., 2007).

Arquimedes (282-212 a.C), estudioso da Grécia Antiga que auxiliou com conhecimentos adquiridos para áreas como a física, engenharia e astronomia, relacionou em suas pesquisas propriedades inerentes de corpos sólidos à hidrostática. O conceito fundamental do princípio de Arquimedes está na compreensão experimental de que um corpo mais denso do que a água tende a afundar quando disposto nesse meio, entretanto, a medida de sua massa no interior do líquido é menor se comparada a quando está apenas no ar. Neste sentido, aponta-se que o cientista solucionou uma fraude com relação ao material de confecção de um artefato do rei da época a partir de seus estudos com o fluido (BARBOSA e BREITSCHAFT, 2006; ASSIS, 1996; BIERMAN e KINCANON, 2003; MOHAZZAB, 2017).

O método de Arquimedes é utilizado para a determinação da absorção de água, porosidade aparente e massa específica aparente de diversos materiais cerâmicos, baseado nos conceitos de hidrostática e fornecendo considerações importantes acerca do comportamento mecânico desses materiais a partir de um método de determinação simples e barato (TEIXEIRA et. al., 2006; MERCURY et. al., 2010; HUGHES, 2005; TAMPIERI, 2001; PABST et. al., 2011; NOR et. al., 2008; ZHOU et. al., 2007; DUTRA e PONTES, 2002).

Neste trabalho estudamos as propriedades mecânicas de dois conjuntos de corpos cerâmicos distintos utilizando do método de Arquimedes. Com isso, foi possível avaliar as limitações físicas das amostras, conferindo uma estimativa acerca de seu desempenho mecânico. Nesse sentido, a metodologia aplicada para a obtenção da porosidade, densidade e absorção de água se mostraram acessíveis e de fácil execução.

2 | METODOLOGIA

Para a determinação das características físicas dos corpos cerâmicos, inicialmente foi realizada a preparação de amostras a partir da obtenção do pó e distribuição das componentes formadoras das cerâmicas em estudo. Neste trabalho foram analisados dois conjuntos de amostras: o primeiro produzido com argila vermelha acrescida de lodo de Estação de Tratamento de Água (ETA); e o segundo de hidroxiapatita (HA) em conjunto com outros silicatos. Os corpos cerâmicos após produzidos foram secos em estufa a 110°C por 24 horas e tiveram suas massas medidas em balança SHIMADZU modelo FA2104N, conferindo a primeira medida de sua massa (Massa do corpo cerâmico seca em 110°C – Ms110°C).

Após produzidos e secos, as amostras foram submetidas a sinterização em forno Mufla em temperaturas finais entre 650°C e 1300 °C, com o intuito de se obter um material mais resistente para a avaliação física de suas propriedades. Nesse

sentido, os corpos de prova obtidos tiveram novamente suas massas medidas em três estados diferentes: secas, após o processo de sinterização (Massa seca do corpo cerâmico após sinterização - $M_{s110^{\circ}\text{C}}$); úmidas, após imersas em água por um período de 24 horas (Massa do corpo cerâmico úmido - M_u); e imersas, onde se realizou a medida de sua massa no interior de um recipiente com água (Massa do corpo cerâmico imerso em água - M_i). Com isso, foi possível determinar cada uma das propriedades físicas conhecidas como Método de Arquimedes. Além da absorção de água (AA), porosidade aparente (PA) e massa específica aparente (MEA) foi avaliada também a perda de massa após o processo de sinterização dos materiais, chamada de perda de massa ao fogo (PF).

- Absorção de Água (AA)

Ao serem imersas em água por 24 horas, os corpos cerâmicos sofrem um aumento no módulo de suas massas devido à absorção de água por entre seus poros. Para medir o percentual de absorção de água utiliza-se dos valores das massas de cada amostra em estado de úmida, seca em 110°C após confecção e imersa em água.

$$AA(\%) = \frac{M_u - M_{s110^{\circ}\text{C}}}{M_{s110^{\circ}\text{C}}} \times 100$$

Sendo:

AA – Absorção de água

M_u – Massa do corpo cerâmico úmido

$M_{s110^{\circ}\text{C}}$ – Massa do corpo cerâmico seco à temperatura de 110°C

- Porosidade Aparente (PA)

Em decorrência do processo de sinterização e este ser superior ao patamar de queima da matéria orgânica (400°C e 600°C), há a formação de poros nos corpos cerâmicos devido à combustão dos componentes orgânicos no material (SOUZA et. al., 2008; DUTRA e PONTES, 2002). O percentual de porosidade adquirido após a sinterização é dado pela relação entre o quociente das diferenças entre as massas da amostra em estado úmido e seco em 110°C e úmido e imerso em água, respectivamente.

$$PA(\%) = \frac{M_u - M_{s110^{\circ}\text{C}}}{M_u - M_i} \times 100$$

Sendo:

PA – Porosidade Aparente

M_u – Massa do corpo cerâmico úmido

Ms110°C – Massa do corpo cerâmico seco à temperatura de 110°C

Mi – Massa do corpo cerâmico imerso em água

- Massa Específica Aparente (MEA)

A massa específica aparente, também chamada de densidade aparente dos corpos cerâmicos se refere à alteração de volume do material nos estados úmido, seco a 110°C e imerso em água. Essa característica é medida em g/cm³.

$$MEA \left(\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right) = \frac{M_u - M_{s110^\circ\text{C}}}{M_u - M_i}$$

Sendo:

MEA - Massa Específica Aparente

Ms110°C - Massa do corpo cerâmico seco à temperatura de 110°C

Mu - Massa do corpo cerâmico úmido

Mi - Massa do corpo cerâmico imerso em água

- Perda da Massa ao Fogo (PF)

Devido ao processo de sinterização do material, acompanhada pela queima da matéria orgânica e formação de cavidades no material, há a diminuição quantitativa da massa da amostra, compreendida pela perda de massa ao fogo (SOUZA et. al., 2008; DUTRA e PONTES, 2002). O percentual de perda de material ao ser submetido ao calor suficiente para combustão da matéria orgânica é dado pelo quociente entre a diferença dos módulos da massa do corpo cerâmico em estado seco a 110°C e seco após sinterização, e massa da amostra seca a 110°C.

$$PF(\%) = \frac{M_{s110^\circ\text{C}} - M_{s^\circ\text{C}}}{M_{s110^\circ\text{C}}} \times 100$$

Sendo:

PF – Perda de massa ao Fogo

Ms110°C - Massa do corpo cerâmico seco à temperatura de 110°C

Ms°C - Massa do corpo cerâmico seco após sinterização

3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir da observação dos estudos de caso constantes nas figuras 1 e 2, pode-se observar as caracterizações de materiais cerâmicos a partir de suas propriedades físicas analisadas.

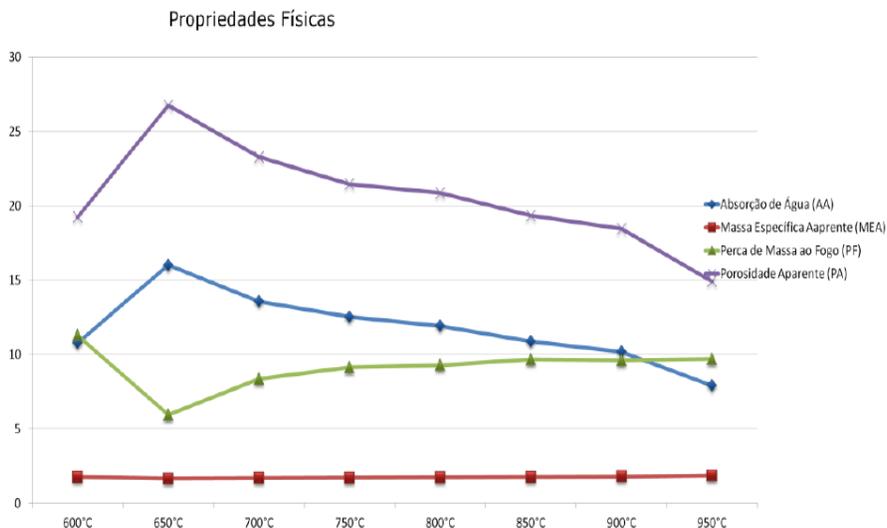


Figura 1 - Variação das propriedades físicas em função da temperatura de sinterização dos corpos de cerâmica vermelha incorporada com Lodo de Estação de Tratamento de Água.

Fonte: do autor.

A porosidade aparente e absorção de água da cerâmica, exercem influência sobre os módulos de resistência mecânica do material, a partir disto, podemos analisar pela figura 1, que os melhores grupos de amostras, visando as melhores resistências mecânicas, se dão em sinterizações de amostras a partir de 750°C, na incorporação de lodo ETA à argila vermelha.

Para o conjunto de amostras de biocerâmicas a base de HA e silicatos, por sua vez, as ordenações com melhores propriedades mecânicas a fim da obtenção de maiores resistências mecânicas se dão pelo Grupo 3, em Patamar 1 e 3 de temperatura, Grupo 4, em patamar 2 e 3 e Grupo 5, em Patamar 3, seguindo as ordenações 7, 9, 11, 12 e 15 da figura 2.

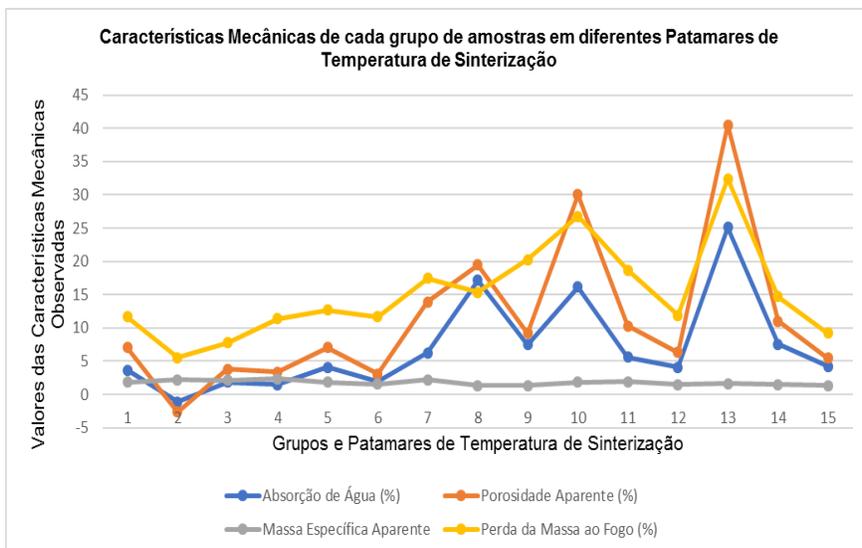


Figura 2: Características Físicas de amostras com concentrações variadas de hidroxiapatita (HA) em diferentes Patamares de Temperatura de Sinterização.

Fonte: do autor.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da realização deste estudo verifica-se que o método de Arquimedes é um eficiente instrumento na obtenção de propriedades físicas de cerâmicas, tornando possível até mesmo a análise prévia das delimitações e desempenho mecânico destes materiais antes da realização de testes específicos adicionais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná pelo auxílio financeiro durante a realização das pesquisas.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. K. T. **Sobre os corpos flutuantes-tradução comentada de um texto de Arquimedes**. Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência, v. 16, p. 69-80, 1996.
- AUERKARI, P. **Mechanical and physical properties of engineering alumina ceramics**. Espoo, Technical Research Centre of Finland, 1996.
- BARBOSA, V. C.; BREITSCHAFT, A. M. S. **Um aparato experimental para o estudo do princípio de Arquimedes**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 28, n. 1, p. 115- 122, 2006.

BERTRAN, C. A. **Biocerâmicas: tendências e perspectivas de uma área interdisciplinar**. Química Nova, v. 23, p. 123-129, 2000.

BIERMAN, J.; KINCANON, E. **Reconsidering Archimedes' Principle**. The Physics Teacher, v. 41, n. 6, p. 340-344, 2003.

BROOK, R. J. (Ed.). **Concise encyclopedia of advanced ceramic materials**. Pergamon Press, 1991.

BUSTAMANTE, G. M. et al. **A indústria cerâmica brasileira**. Cerâmica industrial, v. 5, n. 3, p. 31-36, 2000.

CALLISTER JR, W. D.; RETHWISCH, D. G. **Fundamentals of materials science and engineering: an integrated approach**. John Wiley & Sons, 2000.

CONRAD, H. J.; SEONG, W. J.; PESUN, I. J. **Current ceramic materials and systems with clinical recommendations: a systematic review**. The Journal of prosthetic dentistry, v. 98, n. 5, p. 389-404, 2007.

DUTRA, R. P. S.; PONTES, L. R. **Obtaining and analysis of porous ceramic with the incorporation of organic products to the ceramic body**. Cerâmica, v. 48, n. 308, p. 223-230, 2002.

ELIAZ, N.; METOKI, N. **Calcium phosphate bioceramics: a review of their history, structure, properties, coating technologies and biomedical applications**. Materials, v. 10, n. 4, p. 334, 2017.

FAHRENHOLTZ, W. G.; HILMAS, G. E. **Ultra-high temperature ceramics: materials for extreme environments**. Scripta Materialia, v. 129, p. 94-99, 2017.

GINEBRA, M. P. et al. **Bioceramics and bone healing**. EFORT open reviews, v. 3, n. 5, p. 173-183, 2018.

HUGHES, S. W. Archimedes revisited: a faster, better, cheaper method of accurately measuring the volume of small objects. Physics education, v. 40, n. 5, p. 468, 2005.

LIANG, Y.; DUTTA, S. P. **Application trend in advanced ceramic technologies**. Technovation, v. 21, n. 1, p. 61-65, 2001.

LIDMAN, W. G.; BOBROWSKY, A. R. **Correlation of physical properties of ceramic materials with resistance to fracture by thermal shock**. NACA-RM-E9B07, 1949.

MARQUES, L. N. et al. **Re-aproveitamento do resíduo do polimento de porcelanato para utilização em massa cerâmica**. Revista eletrônica de materiais e processos, v. 2, n. 2, p. 34-42, 2007.

MERCURY, J. M R. et al. **Estudo do comportamento térmico e propriedades físico-mecânicas da lama vermelha**. Matéria (Rio), v. 15, n. 3, p. 445-460, 2010.

MOHAZZAB, P. **Archimedes' principle revisited**. Journal of Applied Mathematics and Physics, v. 5, n. 4, p. 836-843, 2017.

MORAES, A. M. C.; MOREIRA, A. C.; APPOLONI, C. R. **Determinação da porosidade da cortiça através da metodologia de transmissão de raios gama e análise de imagens de microscopia eletrônica de varredura**. In International Nuclear Atlantic Conference. 2007.

MOTTA, J. F. M.; ZANARDO, A.; CABRAL JÚNIOR, M. **As matérias-primas cerâmicas. Parte I: o perfil das principais indústrias cerâmicas e seus produtos**. Cerâmica Industrial, v. 6, n. 2, p. 28-39, 2001.

NOR, M. A. A. M. et al. **Preparation and characterization of ceramic foam produced via polymeric foam replication method**. Journal of materials processing technology, v. 207, n. 1-3, p. 235-239, 2008.

PABST, W. et al. **Preparation and characterization of porous alumina–zirconia composite ceramics**. Journal of the European Ceramic Society, v. 31, n. 14, p. 2721-2731, 2011.

PRADO, U. S. et al. **Panorama da indústria cerâmica brasileira na última década**. 56° Congresso Brasileiro de Cerâmica, 2012.

SCANAVACA JUNIOR, L.; GARCIA, J. N. **Determinação das propriedades físicas e mecânicas da madeira de Eucalyptus urophylla**. Scientia Forestalis, v. 65, n. 1, p. 120-129, 2004.

SHACKELFORD, J. F. et al. **CRC materials science and engineering handbook**. CRC press, 2016.

SOUZA, V. P. et al. **Análise dos gases poluentes liberados durante a queima de cerâmica vermelha incorporada com lodo de estação de tratamento de água**. Cerâmica, v. 54, n. 331, p. 351-355, 2008.

TAMPIERI, A. et al. **Porosity-graded hydroxyapatite ceramics to replace natural bone**. Biomaterials, v. 22, n. 11, p. 1365-1370, 2001.

TEIXEIRA, S. R. et al. **Efeito da adição de lodo de estação de tratamento de água (ETA) nas propriedades de material cerâmico estrutural**. Cerâmica, p. 215-220, 2006.

THAMARASELVI, T.; RAJESWARI, S. **Biological evaluation of bioceramic materials-a review**. Trends Biomater., v. 18, n. 1, p. 9-17, 2004.

ZHOU, H. et al. **Preparation and thermophysical properties of CeO₂ doped La₂Zr₂O₇ ceramic for thermal barrier coatings**. Journal of Alloys and Compounds, v. 438, n. 1-2, p. 217-221, 2007.

SOBRE A ORGANIZADORA

SABRINA PASSONI MARAVIESKI - Possui graduação em Licenciatura em Física pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2010). Obteve seu Mestrado em Ciências com a concentração na área de Física, também pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2013). Neste, trabalhou na linha de pesquisa em Técnicas Nucleares aplicadas a Física Ambiental (2013). Professora com experiência há 12 anos atuando no Ensino Médio e Ensino Superior em que faz da Robótica, das Metodologias Ativas e das Tecnologias de Informação e Comunicação fortes aliados nos processos de ensino e aprendizagem. Atua como professora nas diversas áreas do conhecimento tais como: Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Engenharia Mecânica, Engenharia de Produção e Tecnologia em Radiologia; ministrando as disciplinas de Física Básica, Teoria Eletromagnética, Eletricidade e Magnetismo, Mecânica Aplicada, Fenômenos de Transportes, Mecânica dos Fluidos, Hidráulica Aplicada, Resistência dos Materiais, Física Atômica e Nuclear, Medidas e Materiais Elétricos, Ressonância Magnética, Medicina Nuclear. No Programa de Pós-Graduação (*Lato Sensu*) em Engenharia de Segurança do Trabalho do Centro Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, atua como professora na disciplina de Higiene das Radiações. Atualmente a organizadora tem se dedicado à orientações de trabalhos acadêmicos de conclusão de curso, bem como publicação dos mesmos, elaboração de material didático para os cursos de graduação à distância (EAD) em diversas áreas de conhecimento e projetos experimentais dentro das respectivas disciplinas ministradas visando solução de problemas reais interdisciplinares.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Absorção de água 43, 45, 46, 48

Ambiente acadêmico 11, 12, 21

Ambiente profissional 11

Aplicativo 25, 27, 28, 29, 31, 32, 33, 34, 36

Aprendizagem significativa 13, 25, 27, 28, 29, 31, 32, 35, 36, 37

Arquimedes 43, 45, 46, 49

C

Computadores 1, 32

Criatividade 11, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22, 37

D

David Ausubel 25, 26, 27, 28, 31, 35, 36

Densidade 43, 45, 47

E

Ensino de física 2, 1, 9, 10, 11, 23, 28, 36, 37, 42, 49

Ensino médio 1, 2, 3, 4, 8, 9, 25, 27, 36, 38, 52

Entrevista 3, 4

F

Física 2, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 15, 16, 19, 20, 21, 23, 27, 28, 35, 36, 37, 38, 42, 45, 49, 52

Flashfísica 25, 26

I

Indústrias 43, 51

Inovação 11, 12, 13, 21, 44

L

Laboratório 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 20, 25, 28, 32

M

Massa específica 43, 45, 46, 47

Materiais cerâmicos 43, 44, 45, 47

Método 11, 13, 14, 19, 21, 23, 28, 30, 35, 37, 43, 45, 46, 49

Metodologias ativas 11, 13, 18, 19, 21, 22, 23, 52

Modellus x 38, 39, 42

Movimento circular uniforme 38, 40

Movimento oscilatório 38

O

Óptica geométrica 25, 27, 28, 32, 35, 36

P

Pêndulo simples 7, 38, 40, 41

Pensamento científico 11, 13, 21, 25

Pensamento empírico 25

Plataformas pedagógicas virtuais 1, 2

Porosidade aparente 43, 45, 46, 48

Práticas experimentais 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8

Pró-atividade 11, 13, 21

Propriedades físicas 43, 44, 46, 47, 48, 49, 51

Protagonismo 8, 11, 13, 14, 15, 16, 21

R

Relato 7

Roteiro prático 13

S

Seminário 9, 11, 14, 15, 17, 20, 21, 22

Senso crítico 11, 13, 15, 16, 17, 19, 21, 22

Sequência didática de ensino 25, 27, 31, 32, 33, 35

Simulação computacional 38

Simuladores 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 28, 30

Smartphones 1, 15

Software 25, 26, 31, 38, 39, 42

T

Tablets 1

Tecnologias de informação e comunicação 1, 9, 52

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

Pesquisa em Ensino de Física 3


Ano 2020

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

Pesquisa em Ensino de Física 3


Ano 2020