



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 Internazionale 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

CAPÍTULO 1

A RELAÇÃO ENTRE SIMULADORES E PRÁTICAS EXPERIMENTAIS A PARTIR DA ANÁLISE DE DISCURSOS DE PROFESSORES DE FÍSICA DO ENSINO MÉDIO

Data de aceite: 26/10/2020

Gustavo Affonso de Paula

Escola Sesc de Ensino Médio
<http://lattes.cnpq.br/0227243242033299>

Márcio Silveira Lemgruber

Universidade Federal de Juiz de Fora, UFFJ
Brasil
<http://lattes.cnpq.br/6368924462043395>

RESUMO: Este trabalho consiste em um recorte de um estudo cujo objetivo foi examinar as concepções e práticas docentes com as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no Ensino Médio. A discussão baseia-se em uma análise de conteúdo a partir de entrevistas conduzidas com docentes deste segmento de ensino. Nessa discussão, os profissionais foram convidados a debater suas experiências com os simuladores e, durante seus relatos, surgiram comparativos da aplicação dessas tecnologias digitais com as práticas laboratoriais. A prática experimental em Física é uma consagrada alternativa de construção de conceitos científicos nos espaços de aprendizagem, mas a presença desse tipo de metodologia ainda é pequena, normalmente por questões ligadas a estrutura das escolas. Por outro lado, a popularização dos artefatos digitais, tais como *tablets*, *smartphones* e computadores, proporcionou uma enorme disseminação de plataformas pedagógicas virtuais, os simuladores. Diante deste cenário, as simulações surgem como uma promissora alternativa para os espaços de aprendizagem

de Física. Neste contexto, os achados das entrevistas evidenciam a existência da relação entre simuladores e as práticas experimentais e a necessidade de estudos empíricos mais aprofundados sobre essas questões.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino Médio. Ensino de Física. Tecnologia de Informação e Comunicação. Práticas de Ensino. Simuladores.

THE RELATIONSHIP BETWEEN SIMULATORS AND EXPERIMENTAL PRACTICES BASED ON THE DISCOURSE ANALYSIS OF HIGH SCHOOL PHYSICS TEACHERS

ABSTRACT: This work consists of an excerpt from a case study whose objective was to examine the conceptions and teaching practices with Information and Communication Technologies in High School. The discussion is based on a content analysis of the interviews conducted with teachers in this teaching segment. In the interviews, the professionals were invited to discuss their practices with the simulators and, during their reports, comparisons between the application of these digital technologies and laboratory practices emerged. The experimental practice in Physics is an established alternative for the construction of scientific concepts in learning spaces, but the presence of this type of methodology is still small, usually due to school structure issues. On the other hand, the popularization of digital artifacts, such as tablets, smartphones and computers, provided an enormous dissemination of virtual pedagogical platforms, simulators. Faced with this scenario, the simulations appear as a promising alternative

for the Physics learning spaces. The findings of the interviews show the existence of this relationship between simulators and experimental practices and the need for empirical studies on these practices.

KEYWORDS: High school. Physics teaching. Information and Communication Technology. Teaching Practices. Simulators.

INTRODUÇÃO

As práticas laboratoriais formam um dos pilares do itinerário da formação em Física na Educação Básica. Batista et al (2017) apontam que as atividades experimentais possibilitam a transposição do conhecimento aprendido para a vida social, buscando as complexas relações entre ciência, tecnologia e sociedade, criando, assim, condições para que o aluno possa generalizar e aplicar o conhecimento, relacionando-o com a sociedade em que se vive. Rezende, Ostermann e Ferraz (2009) indicam o laboratório didático como o objeto de estudo mais frequente entre as publicações na área de ensino de Física, tanto das que descrevem o desenvolvimento de experimentos, quanto das que se ocupam da avaliação do uso didático do laboratório.

Mesmo com essa importância, existem indicativos de uma variedade de barreiras que dificultam os processos experimentais. Em muitos casos, a atividade de laboratório é elaborada de tal forma que “cabe ao estudante compreender a natureza do problema, o procedimento experimental e a adoção da perspectiva teórica relevante relacionada com o tema em estudo” (LABURU 2016, p.162). Assim, as assimilações com as instruções ficam, muitas vezes, à frente da compreensão.

Mesmo com o amplo debate sobre as metodologias para as práticas experimentais, a falta de estrutura ainda é a principal barreira para as aulas experimentais. Berezuk e Inada (2010) investigaram as condições de laboratórios didáticos de Ciências em escolas públicas e privadas do Paraná. Essa pesquisa apontou que, apesar de alguns laboratórios estarem em boas condições, os mesmos não são utilizados com frequência pela dificuldade em preparar estas aulas para salas numerosas e sem a ajuda de um técnico de laboratório. Na mesma linha, Silva et al (2018) também apontam para o fato das escolas contarem com recursos escassos em relação aos laboratórios. Todas essas questões são elementos de dificuldade para a disciplina de Física no Ensino Médio.

Por outro lado, a popularização dos artefatos digitais proporcionou uma enorme disseminação de plataformas pedagógicas virtuais. Atualmente, são muitas as opções de artefatos nessa área. Como exemplo de recursos virtuais para o ensino de Física, temos o *PhET*, da Universidade do Colorado. Segundo Wieman, Perekins e Perkins (2008), o *PhET* é o mais disseminado objetos de aprendizagem em experimentos virtuais de Ciências da atualidade.

Essa revolução nas comunicações, que é uma grande possibilidade para os espaços de educação, também é desdobrada em documentos oficiais de educação. A BNCC, por exemplo, diz que: “os jovens têm se engajado cada vez mais como protagonistas da cultura digital, envolvendo-se diretamente em novas formas de interação multimidiática e multimodal e de atuação social em rede, que se realizam de modo cada vez mais ágil” (BRASIL, 2017b, p. 57). Essa orientação reforça as alternativas de instrumentação de ensino com as tecnologias digitais.

Diante desse cenário, existe um movimento de substituição das práticas experimentais de laboratório por simuladores. Algumas pesquisas, como Fernandes (2016) e Martins e Garcia e Brito (2011), apontam para a existência dessa tendência. Essa relação, entre as práticas experimentais e simuladores, também foi verificada nas entrevistas deste artigo. Aqui, será apresentado um recorte de um estudo de doutorado sobre as concepções e práticas de Física com as TIC no Ensino Médio. Dentre os relatos de experiência com os simuladores, os entrevistados apresentaram entendimentos desses artefatos digitais que variam desde o uso do simulador como um complemento da prática experimental até a sua completa substituição. Também pôde-se perceber a aplicação de roteiros experimentais em simuladores e a importância das novas tecnologias para os entrevistados.

METODOLOGIA DA PESQUISA

O estudo foi realizado a partir de dados qualitativos para a identificação das percepções de docentes de Física sobre as práticas de ensino e o uso das TIC. Assim, foram realizadas entrevistas focais semiestruturadas, em um total de 5 entrevistados. Flick (2009) indica que as entrevistas focais partem de um estímulo para o entrevistado, que pode ser um filme, uma música ou um texto, para orientar a condução da entrevista. Nesta pesquisa, os entrevistados assistiram três vídeos sobre uso de simuladores e relataram suas experiências com o uso desses artefatos. Todos os professores foram identificados por pseudônimos e as entrevistas realizadas entre agosto e novembro de 2018.

Pseudônimo	Tempo de atuação no Ensino Médio
Danilo	Experiência de 10 anos no Ensino Médio. Já escreveu um livro didático para esse segmento e fez o doutorado em astronomia.
Flávio	Experiência de 12 anos no Ensino Médio. Fez o doutorado em engenharia e aplicou simuladores em toda sua pesquisa acadêmica.
Gabriel	Estava no último semestre de Licenciatura em Física na ocasião da entrevista. Teve algumas experiências com turmas regulares de Ensino Médio.
Joana	Já atuou como professora em aulas preparatórias para vestibulares. Licencianda no último período de Física à época da entrevista.
Jorge	Mais de 25 anos de experiência na docência do Ensino Médio nas redes pública e privada. Hoje trabalha em uma escola com alto valor de mensalidade e foco na preparação para o curso superior.

Fonte: Pesquisa de campo.

Em seguida, cada entrevistado foi convidado a falar sobre seu fazer pedagógico com simuladores. Como metodologia, foi utilizado a Análise de Conteúdo de Laurence Bardin, que “é uma correspondência entre as estruturas semânticas ou linguísticas e as estruturas psicológicas ou sociológicas” (BARDIN, 2016, p 41).

As entrevistas focais foram transcritas e lidas com esse objetivo de análise. Em seguida, foram formuladas hipóteses e afirmações provisórias da investigação. Nas leituras subsequentes, foram registrados outras observações e conexões dos relatos no formato de notas de campo.

Assim, as falas dos entrevistados foram organizadas com a intenção de estabelecimento de relações. Com essa organização, foi possível um agrupamento em temas oriundos dos próprios dados empíricos. Esses temas foram organizados em categorias desenhadas a partir dos contextos das entrevistas. Do estudo completo, surgiram cinco categorias, mas, para este ensaio, será tratado uma parte da categoria “Relação dos simuladores com as práticas experimentais”. Essa temática abordou as falas comparativas das práticas experimentais com as simulações que trazem o uso de relatórios de experimentos para a simulação, a substituição dos laboratórios por simuladores e o uso combinado de simuladores com kits experimentais.

No trabalho completo, existem muitos depoimentos sobre a correlação de roteiros experimentais de laboratório para a aplicação em simuladores, uso combinado de simuladores com kits experimentais e a substituição dos laboratórios por simuladores. Mas, para este artigo, serão apresentados apenas trechos pontuais que apresentam essas relações.

Os relatos: simuladores e as práticas experimentais

O primeiro entrevistado, Flávio, diz que já usou o mesmo relatório, proposto pelo fabricante de material didático do laboratório, para uma atividade com simuladores do *PhET Colorado*. Ele recorda que em uma atividade de óptica aproveitou o mesmo roteiro para sua simulação:

Eu lembro que cheguei a fazer roteiros experimentais que eu fazia tanto no laboratório de Física, com o banco óptico da empresa que a gente tem os kits, tanto com o simulador do PhET, por exemplo. O mesmo roteiro, pedindo as mesmas coisas, aqui, no simulador, configurando, e no outro o garoto tendo que meter a mão para fazer os arranjos (Flávio).

Lunardi e Terrazzan (2003) classificam as práticas experimentais como as de roteiro aberto ou de roteiro semiaberto. As atividades experimentais de roteiros abertos são estruturadas a partir de um modelo de investigação. Nas atividades semiabertas existem questionamentos e previsões que são evidenciadas no decorrer da realização da atividade guiadas por um roteiro direcionado. Neste caso, a indicação do entrevistado se aproxima do uso de um modelo semiaberto de prática experimental para uma simulação.

Em outro momento, Flávio revela que os simuladores podem, eventualmente, substituir uma prática experimental de Ciências. De qualquer forma, ele acredita que uma atividade de laboratório, combinada com uma ação de simulação, seja um cenário mais produtivo para a aprendizagem:

Eu acredito que em alguns casos é possível sim (substituir o laboratório por uma prática experimental). Depende um pouco do objetivo que você quer fazer. Mas eu acho que o melhor dos mundos seria se você tivesse uma complementariedade entre as duas. O melhor dos mundos seria esse, né? Uma atividade prática virtual e uma atividade prática física e você podendo cruzar as experiências que você teve (Flávio).

Danilo, o segundo entrevistado, também acredita no potencial pedagógico da combinação de uma prática experimental com uma simulação. Ele indica que já realizou uma atividade de eletrodinâmica com essa proposta:

E já usei em sala de aula para comparar circuito real com circuito simulado, então tinha fios e lâmpadas e o objetivo era que o aluno reproduzisse o circuito real no simulador e visse as diferenças (Danilo).

Na sequência, Danilo indica que o simulador seja uma alternativa que, sozinho, não atinja os objetivos do laboratório. Na mesma linha, Vidal e Menezes (2015), também indicam que esses recursos sejam complementares. O entrevistado também considera que a visualização seja uma limitação da prática experimental:

Só o simulador, se você não tiver como fazer a prática real, é um bom paliativo. Mas eu acho que fica muito abstrato, um pouco desconexo. Só a prática real, as vezes o aluno não consegue visualizar o que você quer que ele visualize num fenômeno. Então (prefiro) a combinação dos dois e um sanando o que o outro tem de lado frágil e funcionaria melhor (Danilo).

Danilo também destaca que muitos fenômenos, como o efeito Doppler, ou ideias que envolvam conceitos de onda eletromagnética, o simulador possa ser uma instrumentação extremamente útil para abordagem nas salas de aula:

Porque por mais que você tenha recursos, existem fenômenos que você simplesmente não tem equipamento, ou não consegue simular. O efeito fotoelétrico é um fenômeno extremamente difícil de simular. O fenômeno do Efeito Doppler, visualizar o Efeito Doppler, é muito difícil. Eu posso botar uma sirene chegando perto do aluno, mas visualizar as frentes de onda é algo que demanda um desenho, um gráfico mostrando algo que a gente não consegue ver. Então a simulação, independente dos recursos que você tiver, ela te permite ilustrar coisas que são invisíveis. (Danilo).

Sobre a impossibilidade de tratar alguns conceitos experimentais, Ferreira et al (2009) também apontam os simuladores como artefatos importantes para abordagem com maior capacidade de abstração. Mas, apesar desses indicativos, de dificuldade para algumas práticas experimentais, tal como o efeito fotoelétrico, existem muitos exemplos de abordagens experimentais com essas finalidades. Silva (2012) descreve uma atividade experimental para efeito fotoelétrico utilizando componentes eletrônicos de baixo custo e de fácil disponibilidade no mercado. Esse artigo propõe uma atividade para “ouvir um controle” com inúmeros desdobramentos possíveis para o debate.

Seguindo os relatos, Gabriel possui uma opinião consoante com a de Danilo em relação a execução experimental:

Ou quando você for fazer, as vezes tem coisas que você queria fazer experimentalmente, mas são muito difíceis (Gabriel).

Gabriel também aponta para a praticidade dos simuladores, mas acredita que o laboratório não possa ser abandonado:

É muito mais prático de você fazer (a simulação), mas antes eu acho que seria muito importante ele ter um pouquinho do real (Gabriel).

Outra entrevistada, Joana, também destacou a visualização do fenômeno, com o uso de uma simulação, como uma característica importante em uma prática de eletrodinâmica realizada em uma de suas aulas.

O modelo gráfico (do simulador) ajudou por conta disso, porque a

gente podia ir lá e mexer, botar chave, tirar a chave... E eu fiz um modelo igual ao que fiz na graduação e achei que ficou mais fácil (Joana).

Na sequência, a entrevistada indica, com entusiasmo, sua crença no potencial da simulação.

Acho que aprenderíamos muito mais se utilizássemos tudo que temos de recurso. E acho que a aula ficaria muito mais completa. Eu acho que a desculpa de não ter um laboratório já passou, hoje em dia a aula pode ser muito melhor e qualquer o professor hoje em dia tem um celular que tem muita coisa que ele pode usar, assim como o computador (Joana).

O relato anterior, de Joana, já era verificado nos anos de 1990. Barbeta e Bechara (1996) já apostavam na utilização de simulações no lugar de experimentos reais para a compreensão de certos fenômenos físicos. Na opinião desses autores, que trataram um experimento virtual de pêndulo simples, a utilização de um simulador possibilita que o aluno concentre toda a sua atenção na essência do problema em estudo, sem ter que se ater aos detalhes experimentais.

Mas, na contramão da entusiasta de Joana, um estudo desenvolvido por Zara (2011), junto aos alunos da disciplina de Física do Curso de Ciência da Computação da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, compara o desempenho de dois grupos de estudantes na resolução de problemas de análise de circuitos, do qual um grupo fez uso de simuladores para execução experiências virtuais enquanto outro grupo concentrou-se nos métodos tradicionais de aprendizagem. Os resultados indicaram que o grupo de alunos que não utilizou as experiências virtuais teve desempenho levemente superior. Para o mesmo teste, um aplicado em 2009 sem aprendizagem através de simuladores, a turma obteve uma média de 11,3 pontos (em um total de 20 pontos) e em uma segunda turma, do ano de 2011, o mesmo teste teve um resultado médio de 10,5 pontos para estudantes que usaram os simuladores do *PhET Colorado*.

Outro entrevistado, Jorge, é mais cético quanto ao uso da simulação para a substituição das práticas experimentais. Apesar de valorizar as simulações, ele acredita que a manipulação, o erro e o acerto a partir de um experimento físico, ainda sejam fundamentais para o desenvolvimento e construção do conhecimento de seus estudantes:

Eu acho que colocar a mão na massa ainda é mais importante que a simulação. As duas coisas podem caminhar juntas, mas colocar a mão na massa, errar, acertar, associar, eu acho que ainda é mais importante (Jorge).

Essa também é a opinião de Flávio, que o contato real seja a verdadeira

diferença para a aprendizagem dos conceitos de Física:

Então, por mais que eu defenda o mesmo argumento para o uso dos simuladores, assim, o cheiro que ele vai sentir com os simuladores não é igual ao que ele vai sentir no laboratório, o tato de usar um teclado ao manipular um mouse é diferente do de pegar um carrinho e botar num plano inclinado, então há um ganho maior no laboratório. Se você acha que substituí, eu acho que em alguns casos você tem que fazer uma experiência ao abordar um assunto que o aluno não visualizaria nada no laboratório, alguma coisa de mecânica quântica por exemplo, assim, o simulador seria mais adequado (Flávio).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Todos os entrevistados expressaram a relevância dos simuladores para o ensino de Física no Ensino Médio. Para relatar a integração das tecnologias digitais em suas práticas, vale o destaque que todos os participantes das entrevistas indicaram o uso frequente das TIC como recurso didático. Entretanto, essa aplicação das simulações em sala de aula muitas vezes evidencia uma correlação com práticas de ensino já desenvolvidas nas rotinas escolares. Nesta perspectiva, a comparação com as práticas experimentais não surpreende justamente pela forma que o laboratório didático é pensado pelos professores, que, de forma praticamente unânime, o consideram uma peça-chave no aprendizado da Física.

Sobre as concepções de uso dos simuladores em sala de aula, os professores entrevistados não demonstraram inclinações restritivas ou *tecnofóbicas*. Também pode-se destacar que o uso das tecnologias digitais não representou uma barreira de acesso para os entrevistados.

Nos depoimentos também surgiram indícios da eventual falta de recursos para as aulas práticas, que são recorrentes na literatura. Mas, de uma forma geral, os professores entendem as atividades práticas como a oportunidade da interação educativa ser baseada no protagonismo, um processo decisivo para processo de regulação e interiorização de conceitos. Os entrevistados também demonstram opiniões alinhadas com Goi e Santos (2015), da qual uma atividade com kit experimental físico, ou por artefato digital, deva ser planejada a partir dos objetivos e recursos disponíveis.

De toda forma, este trabalho procura contribuir para reflexões referentes a questões sutis sobre a apropriação das TIC nas práticas docentes no Ensino Médio, iluminando a necessidade de pesquisas que gerem dados empíricos, inclusive com a perspectiva dos discentes, que desafiam os discursos superficiais de eficiência pela simples presença dos recursos digitais nas aulas de Física.

REFERÊNCIAS

- BARBETA, Vagner Bernal; BECHARA, José Maria. **Uso de simulações em computador em aulas de laboratório de física**. In: Anais do XXIV Congresso Brasileiro de Ensino de Engenharia-COBENGE. p. 505-516. 1996.
- BARDIN, Lawrence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: edições, 2016.
- BATISTA, Kennedy Rufino et al. **Ensino das Propriedades da Luz e sua Natureza no Ensino Fundamental por meio da investigação**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2017.
- BEREZUK, Paulo Augusto; INADA, Paulo. **Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná**. Acta Scientiarum. Human and Social Sciences, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010.
- BRASIL. PL nº 8577/2017. Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Altera o § 10 do art. 26 da Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Brasília, **MEC/CONSED/UNDIME**, 2017.
- FERNANDES, A. C. P. et al. **Efeito Doppler com tablet e smartphone**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 38, n. 3, 2016.
- FERREIRA, J. C. D. F. et al. **A apresentação de circuitos elétricos e seus respectivos conceitos da Física através da experimentação real e virtual**. Anais I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2009.
- FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa-3**. Artmed editora, 2009.
- GOI, Mara Elisângela Jappe; SANTOS, Flávia Maria Teixeira dos. **Implementação da metodologia de Resolução de Problemas no Ensino de Ciências**. XVII Seminário Internacional de Educação no Mercosul, 2015.
- LABURÚ, Carlos Eduardo. **Seleção de experimentos de física no ensino médio: uma investigação a partir da fala de professores**. Investigações em Ensino de ciências, v. 10, n. 2, p. 161-178, 2016.
- LUNARDI, Graziela; TERRAZZAN, Eduardo Adolfo. **Atividades no uso de Atividades Experimentais com Roteiros Aberto e Semi-aberto em aulas de Física**. Anais... IV Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências. Bauru, SP, 2003.
- MARTINS, Alisson Antonio; GARCIA, Nilson Marcos Dias; BRITO, G. S. **Ensino de Física e Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: Uma Análise da Produção Recente**. Simpósio Nacional de Ensino de Física, v. 19, 2011.
- REZENDE, Flavia; OSTERMANN, Fernanda; FERRAZ, Gleice. **Ensino-aprendizagem de física no nível médio: o estado da arte da produção acadêmica no século XXI**. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 1, p. 1402, 2009.
- SILVA, L. F. D., Assis, A. **Física Moderna no Ensino Médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, 313-324. 2012.

SILVA, Silvio Luiz Rutz; ORKIEL, Edenioson. **Recursos tecnológicos e ensino de física: estudo do movimento bidimensional com o auxílio do programa Tracker.** Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, n. Extra, p. 1429-1434, 2018.

VIDAL, Natália Ferreira; MENEZES, Paulo Henrique Dias. **Laboratório Real X Laboratório Virtual:** possibilidades e limitações desses recursos no ensino de eletrodinâmica. X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2015.

WIEMAN, Carl E.; ADAMS, Wendy K.; PERKINS, Katherine K. PhET: Simulations that enhance learning. **Science**, v. 322, n. 5902, p. 682-683, 2008.

ZARA, Reginaldo A. **Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física.** In: congress: II ENINED-Encontro Nacional de Informática e Educação, Cascavel, PR, Brasil, Portuguese. 2011.

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