



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

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.

CAPÍTULO 2

UMA PROPOSTA DE METODOLOGIA ATIVA PARA LABORATÓRIOS DE FÍSICA

Data de aceite: 26/10/2020

Data de submissão: 18/09/2020

Suzane Ferreira Pinto

Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/0272098778215837>

Ronan Silva Ferreira

Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/7791399239446432>

Miguel Monteiro Costa

Universidade Federal de Ouro Preto
João Monlevade - Minas Gerais
<http://lattes.cnpq.br/9643688148551657>

Agmael Mendonça Silva

Universidade Estadual do Piauí, Campus Prof.
Antonio Giovanne Alves de Sousa
Piripiri – Piauí
<http://lattes.cnpq.br/2273649859914076>

RESUMO: Metodologias ativas visam desenvolver o senso crítico diante do que é aprendido, relacionando conceitos teóricos ao ambiente prático. Propomos neste trabalho uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem para aulas de laboratório na qual o estudante passa a ter a autonomia para propor roteiros e equipamentos, em vez de seguir um roteiro de prática já definido (construído pelo professor ou disponibilizado por fabricantes para seus kits-ciência), em acordo com o conhecimento teórico

adquirido. O objetivo é estimular o estudante a ser o protagonista em atividades experimentais, a partir do conhecimento teórico adquirido em sala de aula. Dessa forma, seccionamos o método em três partes. São elas: (i) exposição teórica, (ii) seminário teórico e proposição do roteiro experimental e (iii) seminário para a exposição do experimento realizado. Cada uma dessas etapas tem como guia uma ou mais competências profissionais, tais como: inovação, criatividade, pró-atividade, protagonismo, senso crítico e pensamento científico, visando aproximar o ambiente acadêmico ao ambiente profissional.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino de física, Metodologias de ensino, Metodologia ativa.

A PROPOSAL FOR AN ACTIVE METHODOLOGY FOR PHYSICS LABS

ABSTRACT: Active methodologies aim to develop a critical sense of what is learned, relating theoretical concepts to the practical environment. In this work, we propose an active teaching-learning methodology for lab classes in which the student has the autonomy to propose scripts and equipment, instead of following a practice roadmap already defined (built by the teacher or made available by manufacturers for their science kits), in accordance with the theoretical knowledge acquired. The objective is to encourage the student to be the protagonist in experimental activities, based on the theoretical knowledge acquired in the classroom. In this way, we split the method into three parts, namely: (i) Theoretical exposition, (ii) theoretical seminar and proposition of the experimental script and

(iii) seminar for the exposition of the experiment carried out. Each of these steps is guided by one or more professional skills, such as: innovation, creativity, proactivity, protagonism, critical sense and scientific thinking, aiming to bring the academic environment to the professional environment.

KEYWORDS: Physics education, Teaching methodologies, Active methodology.

1 | INTRODUÇÃO

Com inúmeros canais interativos disponíveis em mídias sociais, propor novas metodologias em sala de aula que instiguem o estudante a trocar o papel passivo pelo de protagonista em seu próprio aprendizado é um desafio para a atividade docente (OTERO; MELTZER, 2016; OTERO; MELTZER, 2017), particularmente no ambiente laboratorial (SMITH; STEIN; HOLMES, 2020; KESTIN et al., 2020). Um ponto importante é que para que isso aconteça sugere-se um fluxo em via dupla: professor e estudante. Discursos comumente verbalizados tanto por docentes quanto discentes exemplificam o porquê de a mudança precisar ocorrer em dois sentidos. De um lado, temos metodologias tradicionais que ganham o *status* de aulas rotineiras, do ponto de vista docente, e pouco envolventes quando vistas pelo prisma dos estudantes. De outro, percebe-se que a utilização de novos recursos tecnológicos, que a primeira vista seriam a promessa para aulas mais dinâmicas, na verdade parecem não alterar esse cenário de insatisfação permanente e coletiva. A aplicação da tecnologia por si só não garante um alto padrão de aprendizagem (WORTHINGTON; LEVASSEUR, 2015), embora possa ser usado como aliado no processo de aprendizagem (KESTIN et al., 2020).

Além desse desafio para atividade docente, há ainda outro aspecto cada vez mais presente: a relação academia-empresas. Podemos pensá-la ao menos de duas maneiras. Primeiro, como o meio acadêmico vem preparando seus recursos humanos em acordo com o que o mercado de trabalho tem buscado? Segundo, como preparar o estudante para que, ainda no ambiente acadêmico, desenvolva habilidades práticas para a promoção de *Empresas Jr.*, *Startups* e assim chamar a atenção e promover parcerias entre a academia e empresas?

As Empresas Jr são empresas sem fins lucrativos cujo principal objetivo é apoiar o aprendizado prático na formação do universitário através de projetos, aprendizado por gestão e cultura empreendedora. Já as Startups são empresas que desenvolvem e fornecem serviços e produtos explorando atividades inovadoras no mercado em que estão inseridas. Nessas empresas, tecnologia e inovação estão presentes em todos os níveis: estratégico, operacional e tático. Por exemplo, o modelo de negócio - nível estratégico - se baseia em um modelo econômico que visa atingir um considerável número de clientes e gerar lucro em escala sem que haja um aumento proporcional nos custos da operação. Dentro da Empresa Jr e Startups,

temos ambientes ágeis de desenvolvimento que normalmente são construídos por equipes que têm autonomia, buscando objetivos e metas que cada funcionário pode cumprir em seu tempo.

Tendo em vista que a busca por profissionais capazes de agir com autonomia e criatividade vem se tornando um paradigma, como preparar o estudante ainda dentro da universidade? É aqui que podemos enxergar a importância dos trabalhos práticos e coletivos a serem desenvolvidos nos laboratórios.

De um lado, o mercado de trabalho vem buscando competências profissionais como *inovação/criatividade*, *pró-atividade/protagonismo*, *senso crítico/pensamento científico*, etc. Por outro, nossos laboratórios estão repletos de “kits-ciência”: protótipos pré-montados, substancialmente imunes a erros humanos e roteiros demasiadamente detalhados sobre sua execução: uma espécie de guia infalível a fim de obter os melhores resultados - por conseguinte, o menor erro. Dessa forma, o estudante permanece no papel passivo em seu próprio aprendizado, seguindo um mero algoritmo laboratorial.

As metodologias ativas de aprendizagem (COLL, 2003; DIESEL; BALDEZ; MARTINS, 2017) buscam promover uma aprendizagem significativa que exige, em primeiro lugar, uma sistematização do ensino que seja capaz de envolver o aluno enquanto protagonista de sua aprendizagem. Dessa forma, tais metodologias visam desenvolver o senso crítico diante do que é aprendido, bem como habilidades para relacionar conceitos teóricos ao mundo real (HOLMES; WIEMAN; BONN, 2015; WALSH et al., 2019; VIENNOT; DÉCAMP, 2018). É importante pensar metodologias para uma prática de educação que busque a formação de um profissional ativo, apto a *aprender a aprender*.

Segundo Bergamo (BERGAMO, 2010), aulas expositivas tradicionais são muito cansativas para ambos, estudantes e professores, e na maioria das vezes não são acompanhadas com a parte prática, a fim de fazer uma conexão dos conceitos teóricos com situações reais. Em geral, temos uma aula em que só o professor atua expondo e, por vezes, impondo. Sendo assim, ele é o único protagonista e temos, na maioria das vezes, uma falta de interação dos estudantes por não absorverem o conteúdo ou mesmo a simples falta de interesse sobre o conteúdo exposto.

Para contribuir com a proposição de metodologias ativas de ensino para as aulas de laboratório de física, propomos neste trabalho um método em que o estudante, em vez de seguir um roteiro prático já definido (construído pelo professor ou disponibilizado por fabricantes para seus kits-ciência), passe a ter a autonomia de propor experimentos (roteiros e equipamentos), em acordo com o conhecimento teórico adquirido e à luz do *método científico*.

2 | METODOLOGIA

A metodologia que apresentamos neste trabalho tem por guia estimular o estudante a ser o protagonista de atividades experimentais, a partir do conhecimento teórico adquirido em sala de aula. Dessa forma, seccionamos o método em três partes. São elas: (i) exposição teórica, (ii) seminário de proposta, com a escolha do tema e proposta do roteiro experimental e (iii) seminário final para a exposição do experimento realizado. Nesta metodologia, apenas o item (i) fica a cargo do docente, enquanto os itens (ii) e (iii) dependem do protagonismo dos estudantes (evidentemente, com orientação docente). Observe que essa metodologia se diferencia das metodologias de laboratório comumente empregadas, uma vez que essas assumem, de forma geral, o seguinte protocolo: (i) exposição teórica, (ii) exposição do roteiro experimental, (iii) execução do experimento e (iv) relatório da atividade experimental. Dessa forma, os docentes protagonizam os itens (i) e (ii). Nas próximas seções iremos detalhar os itens (i), (ii) e (iii) da nossa proposta.

2.1 Exposição teórica

É na etapa da exposição teórica que o docente irá assumir o protagonismo no processo de aprendizagem do discente. Visto que no ambiente sala de aula encontramos uma vasta diversidade de pessoas, cada uma com seu jeito de pensar, raciocinar, interpretar e agir, diversas estratégias pedagógicas podem ser utilizadas.

Como referências, podemos citar metodologias já consolidadas como a *Peer instruction* (PI) ou Aprendizagem entre pares (AEP), STEAM e a Espiral construtivista (EC). A AEP permite que os alunos assumam papéis de protagonistas durante as aulas, em momentos de debates com os colegas, quando estão resolvendo atividades referentes aos tópicos em estudo. O professor tem o papel de mediar e orientar as discussões entre eles (ARAUJO et al., 2017). A EC é baseada na ideia de dividir o processo em etapas e realizá-las de forma circular. Etapas como identificar os problemas, formular as explicações, elaborar questões, construir novos significados e avaliar os processos e produtos (LIMA, 2016). STEAM é um acrônimo em inglês para as disciplinas *Science, Technology, Engineering, Arts e Mathematics*. É considerada uma metodologia integrada e baseada em projetos, que tem o objetivo de incentivar a interdisciplinaridade e focar sempre na aplicação prática do aprendizado desenvolvido dentro da sala de aula (HARDOIM et al., 2019).

O objetivo desta etapa é expor o estudante ao conhecimento técnico-teórico necessário para que ele seja capaz de desempenhar as atividades propostas nas etapas a seguir.

2.2 Seminário de proposta

O seminário de proposta é a etapa em que o estudante deverá propor um

experimento para verificar um ou mais conceitos discutidos na etapa anterior – seção II.1. Em comparação com a metodologia comumente aplicada esta etapa seria uma alternativa à parte inicial de uma atividade em laboratório, em que o estudante usualmente recebe o roteiro da aula prática. Para nossa proposta, o estudante deverá apresentar os materiais necessários, bem como procedimentos e metodologia a ser utilizada. Dito de outra forma, o estudante deverá ele próprio desenhar um projeto a fim de verificar um ou mais conceitos teóricos. Observe que neste ponto há uma troca importante: o antigo “roteiro” passa a ter um papel mais profissional com o conceito de desenvolvimento de um “projeto”. Neste ponto, vale destacar também a ligação entre nossa proposta com a metodologia STEAM. O estudante poderá ser estimulado a usar conhecimentos já adquiridos em outras disciplinas. Com efeito, o docente assume aqui o papel de tutor, incentivando e apontando a relação de sua disciplina com outras da grade curricular da habilitação do estudante.

Nesta etapa, aspectos como criatividade e senso crítico estarão em foco, uma vez que os estudantes deverão propor materiais/equipamentos para atingirem um objetivo delineado. Os estudantes poderão propor desde os equipamentos tradicionais de um laboratório de física (balança, trena, objetos com diferentes massas, paquímetros, etc.) e até mesmo materiais/equipamentos alternativos. Como exemplo, podemos citar os *smartphones*, câmeras digitais, materiais reciclados, brinquedos etc. Dessa forma, o local para realizarem o experimento proposto também se faz flexível. Vale lembrar que a proposta apresentada pelos estudantes neste seminário dará condições ao docente para avaliar possíveis riscos quanto à realização do experimento.

Outro ponto interessante é que o laboratório de física fica à disposição dos alunos. Eles podem/devem ser estimulados a discutir também com o profissional técnico de laboratório sobre suas propostas experimentais. Novamente, fica em destaque a função do professor nesta etapa como tutor, auxiliando nas atividades, solucionando dúvidas, avaliando a exequibilidade dos projetos propostos e deixando o protagonismo da atividade com o estudante.

2.3 Seminário final

Nesta fase o estudante está em pleno destaque, visto que é a etapa em que ele irá defender seu projeto experimental, proposto na etapa anterior.

Se comparado a um relatório de prática comum, esta etapa seria o que chamamos de “resultados e discussões”, porém, de uma forma dinâmica. Tanto os resultados quanto as discussões serão pensados e comentados em formato de seminário, abrindo assim espaço para críticas construtivas sobre o trabalho desenvolvido. Evidentemente, o professor assume o papel de mediador, estimulando a participação e discussão de todos os ouvintes da classe. Aspectos como

protagonismo, melhoria da oralidade e busca de proatividade são intensificados.

Isto possibilita ao discente a oportunidade de vivenciar na universidade um ambiente em que este será inserido futuramente no mercado de trabalho. Por isso é de grande importância estimulá-los a serem protagonistas, para que estejam preparados para lidar com ambientes onde o menos importante seja seguir ordens e sim realizar tarefas em tempo ágil, com autonomia e responsabilidade.

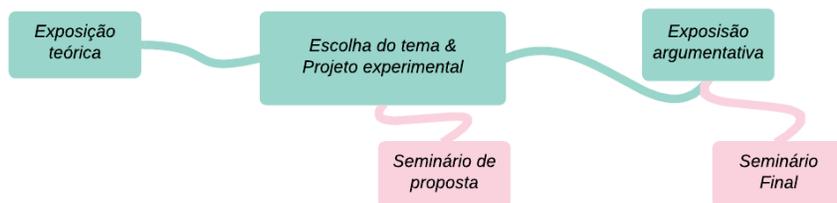


Figura 1 - Diagrama do modelo apresentado acima. Cada quadro significa uma etapa executada em nossa metodologia que ocorre de maneira sequencial necessitando passar por cada etapa para iniciar a próxima.

Fonte: Autores.

3 | RESULTADOS

Para estimarmos quantitativamente a recepção e avaliação dos estudantes quanto à metodologia proposta na seção II, desenvolvemos uma enquete (discutido abaixo) baseada na escala Likert. Essa escala de verificação consiste em assumir um construto e desenvolver um conjunto de afirmativas pertinentes à sua definição, para as quais os entrevistados enunciarão seu grau de concordância. Essencialmente, essa é uma escala de um a cinco pontos capaz de inferir mais informações que usando métodos concorrentes. Ela pode ser definida como um tipo de “escala de atitude”, em que é verificado o grau de concordância em relação a um dado questionamento (BERMUDES et al., 2016; APPOLINÁRIO, 2007). O formato típico das respostas, de 1 a 5, acessíveis ao entrevistado é: 1. *Discordo totalmente*; 2. *Discordo parcialmente*; 3. *Indiferente*; 4. *Concordo parcialmente*; 5. *Concordo totalmente*. O anexo .1 mostra a enquete usada.

O objetivo das afirmativas usadas na enquete foi abordar a percepção para aquelas habilidades citadas na seção I. São elas: *protagonismo*, *criatividade*, *senso crítico* e *responsabilidade*. Além disso, avaliar uma medida de sucesso para a utilização da metodologia proposta.

A enquete foi submetida aos alunos da disciplina de Mecânica Clássica (Física vol.1), ao término do conjunto de etapas descritos na metodologia - seção II -

e devolvidos por eles em caráter anônimo. Semestralmente, são oferecidas 48 vagas nessa disciplina. Para minimizarmos o efeito social de estudantes responderem às perguntas referentes a uma reavaliação de suas notas, um segundo grupo de estudantes recebeu a enquête no semestre seguinte à disciplina citada. Abaixo, são mostrados os resultados percentuais obtidos das respostas dos estudantes sobre cada item/afirmativa da enquête. Para dividir em dois blocos, os resultados referentes aos itens de 1 a 6 estão agrupadas na figura 2, enquanto aqueles a cerca dos itens de 7 a 11 na figura 3.

3.1 1º Bloco de resultados – Itens de 1 a 6

Iniciamos nossa enquête com uma afirmativa sobre a aplicação de uma nova metodologia, a fim de saber suas percepções de que uma metodologia ativa facilitaria (ou não) a fixação do conteúdo visto em sala de aula. A afirmativa foi colocada da seguinte maneira: *“A metodologia proposta permitiu uma maior fixação do conteúdo teórico apresentado em sala de aula”*. O gráfico **Item 1**, da figura 2, mostra o resultado tendo 40% dos estudantes respondendo que concordam parcialmente, enquanto 60% concordam totalmente.

O conceito explorado na segunda afirmativa foi o da criatividade. Essa habilidade é caracterizada pela capacidade de criar, inventar, inovar, quer no campo artístico, quer no científico. *“Quanto à proposição de que o aluno apresente um projeto para a verificação da teoria estudada, isso foi importante para que cada um explorasse sua criatividade”*. No gráfico **Item 2** é apresentado o resultado para esta afirmativa, em que 20% dos entrevistados responderam concordar parcialmente, enquanto 80% concordam totalmente.

Já na terceira afirmativa, *“A metodologia proposta estimula o papel do aluno como protagonista frente às metodologias usuais que utilizam a aplicação de um roteiro pré-determinado”*, tentamos inferir a percepção dos estudantes quanto à ideia principal de uma metodologia ativa de assumir o estudante como protagonista. Tivemos como resultado, apresentado no gráfico **Item 3**, que 20% concordam parcialmente, enquanto 80% concordam totalmente.

Na quarta afirmação abordamos o tema do senso crítico: a capacidade de questionar e analisar de forma racional e inteligente. Com essa motivação (saber do estudante se o seu senso crítico foi estimulado), a afirmativa foi: *“O fato de haver um segundo seminário, após a realização do experimento, estimulou o senso crítico do grupo, a fim de argumentarem, de forma científica, os resultados obtidos”*. Como resultado temos o gráfico **Item 4**, em que 10% responderam que são indiferentes ao questionamento, 20% concordam parcialmente e 70% concordam totalmente.

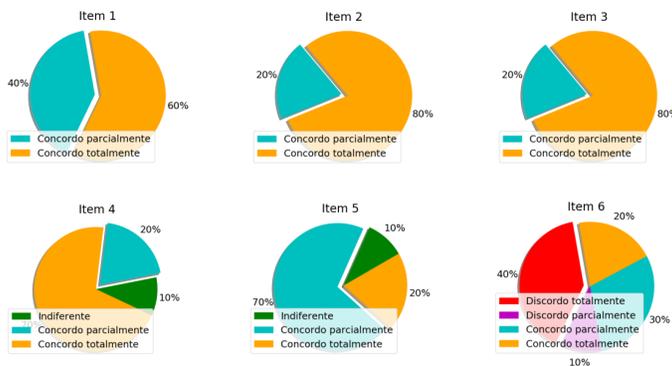


Figura 2 – 1º Bloco de resultados obtidos a partir das respostas dos estudantes. A numeração de cada um dos gráficos desta figura corresponde à numeração de cada uma das questões, de 1 a 6, do questionário aplicado - ver Anexo .1.

Fonte: Autores.

Saber apresentar e defender uma ideia (um posicionamento) é uma habilidade de grande valor no mercado de trabalho. O quinto item da enquete, “A metodologia usada é mais próxima dos desafios que irá encontrar no mercado de trabalho quanto a proposição e defesa de um projeto”, aborda esse conceito, a fim saber se a metodologia poderia auxiliar o estudante em sua preparação para a liderança de projetos no mercado de trabalho. O gráfico **Item 5** mostra que apenas 10% responderam ser indiferentes ao questionamento, 20% deles concordam parcialmente e 70% que concordam totalmente.

Na realização do projeto o estudante teve a liberdade para escolher o tema do trabalho, além de como e quando fazê-lo. O que quisemos avaliar na próxima afirmativa, “O fato de haver um alto grau de liberdade na realização do projeto pode facilitar falhas, como a falta de responsabilidade”, foi se o estudante conseguiu associar esse alto grau de liberdade com a responsabilidade de execução do projeto ou se a liberdade foi, em certo ponto, um fator negativo para o desenvolvimento da atividade. No gráfico **Item 6**, vemos que 10% dos entrevistados responderam que discordam totalmente do questionamento, 40% que discordam parcialmente, 30% concordam parcialmente e apenas 20% concordaram totalmente que o excesso de liberdade foi um fator ruim, contribuindo para falhas no projeto.

3.2 2º Bloco de resultados – Itens de 7 a 11

Proatividade é uma das habilidades mais importantes para o sucesso da metodologia, dado o próprio conceito das metodologias ativas. Dessa forma, apresentamos a seguinte afirmação aos estudantes: “A metodologia proposta necessita que todos os membros do grupo tenham um alto grau de proatividade”. Ou

seja, todos os membros do grupo precisam estar participando inteiramente do projeto proposto. Este tipo de afirmação contém uma carga subjetiva, sugerindo ao menos duas interpretações para as respostas obtidas - ver gráfico **Item 7**. A primeira delas leva em consideração que todos do grupo foram proativos, por isso concordaram com a afirmação. A segunda interpretação seria levando em conta que pode ter ocorrido a falta desta proatividade e por isso os estudantes concordaram com a afirmação. O resultado obtido foi: 40% responderam que concordam parcialmente e os outros 60% que concordam totalmente.

A metodologia ativa permite que o estudante escolha qual caminho seguir na realização da atividade, proporcionando um estímulo de seu senso crítico e criatividade. Se faz importante saber do estudante se é motivador quando ele é tratado como protagonista do próprio aprendizado. Neste sentido, foi colocada a seguinte afirmação: *“A forma de realização das atividades foi motivadora”*. O resultado obtido, mostrado no gráfico **Item 8**, mostra 90% dos estudantes respondendo que concordavam totalmente, enquanto apenas 10% respondendo que concordam parcialmente. Note que esse resultado positivo engloba estudantes dos dois grupos entrevistados.

Um questionamento sobre gerenciamento de tempo foi feito aos estudantes por meio da nona questão, que faz a seguinte afirmação *“Saber gerenciar o tempo e dividir bem as tarefas é fundamental para o sucesso do projeto”*. O gráfico **Item 9** mostra que o resultado obtido foi que 100% dos estudantes responderam que concordam totalmente. Isso sugere o quão importante é ter a habilidade de gerenciamento de tempo e divisão de tarefas, habilidade esta que é bastante requisitada no mercado de trabalho onde o profissional trabalha no modelo de metas e entrega de resultados.

O gráfico **Item 10** refere-se à afirmação: *“Uma maior interação do aluno no processo de construção do próprio conhecimento é a principal característica de uma abordagem por metodologias ativas de ensino. O estudante passa a ter mais controle e participação efetiva na sala de aula, já que exige dele ações e construções mentais variadas”*. Essa questão teve como objetivo verificar se o estudante compreendeu que metodologia utilizada durante as aulas foi uma metodologia ativa. O resultado foi satisfatório, mostrando que os estudantes conseguiram entender o objetivo da metodologia desenvolvida: 80% concordam totalmente, enquanto os demais concordando parcialmente.

Um questionamento surgiu ao longo da escrita deste artigo, *“Esse método pode ser utilizado em demais disciplinas?”*, disciplinas que contenham algum risco à integridade física do estudante como, por exemplo, uma prática envolvendo um circuito elétrico, em que o aluno estará em contato com itens sensíveis ou que contenham algum risco eminente. Procurando por respostas para nosso

questionamento, levamos o assunto até os estudantes através da seguinte afirmação: “Este tipo de metodologia poderia ser facilmente adotada em outras disciplinas”. O resultado (Item 11) obtido foi que 10% responderam que discordam parcialmente, 50% que concordam parcialmente e 40% que concordam totalmente.

A enquete trazia também um espaço deixado livre para que os estudantes se expressassem de forma redigida. Deixamos aqui como exemplificação, de forma anônima, a declaração de um dos estudantes que participaram dessa metodologia:

“Quando o seminário foi proposto, apesar de ter ficado um pouco ansioso, por ser o primeiro trabalho que eu iria apresentar na graduação, achei que era uma boa ideia e parando para fazer uma reflexão após a sua conclusão do que foi o trabalho e o que ele me acrescentou, posso afirmar que ele foi de grande valor para mim. Como o seminário tinha o propósito de desenvolver um trabalho do zero para provar um determinado tema isso me ajudou a ter uma visão mais ampla sobre os temas abordados e como poderia colocar em prática a parte teórica que é passada em sala, ao invés de somente seguir os passos dos experimentos que são oferecidos no laboratório de física. Acabei percebendo ao decorrer do trabalho que tendo uma boa base teórica, existem inúmeras formas de você poder demonstrar um determinado tema, da forma mais simples até a mais complexa, sendo que no meio dessa forma de demonstrar você acaba aprofundando também a sua base teórica, aprendendo coisas que não sabia. Já na parte da apresentação, fiquei bem tenso na primeira e um pouco menos na segunda apresentação, acho que este é um ponto em que preciso melhorar e com as ressalvas [do professor e do técnico de laboratório], assim como acho que fui melhor na segunda apresentação do que na primeira, pretendo ser melhor na próxima que me propuserem.”

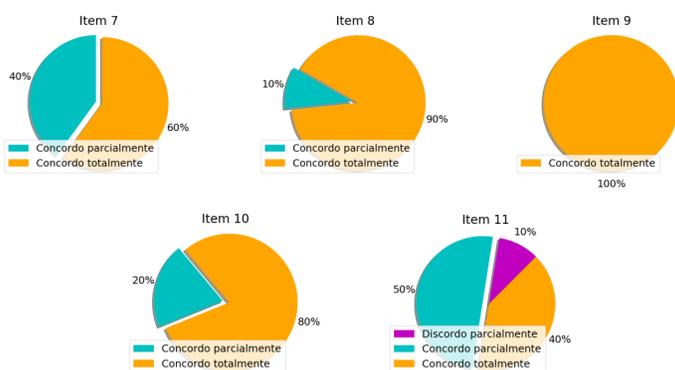


Figura 3 – 2º Bloco 2 de resultados obtidos a partir das respostas dos estudantes. A numeração de cada um dos gráficos desta figura corresponde à numeração de cada uma das questões, de 7 a 11, do questionário aplicado - ver Anexo .1.

Fonte: Autores.

4 | CONCLUSÕES

Neste trabalho, propusemos uma metodologia a ser aplicada em laboratórios de Física (aplicados à engenharia, no caso estudado), como uma alternativa ao protocolo comumente empregado: (i) exposição teórica, (ii) exposição do roteiro experimental, (iii) execução do experimento e (iv) relatório da atividade experimental. O guia para a proposição desta metodologia foi estimular o estudante a ser o protagonista em atividades experimentais, alterando a lógica e sequenciamento dessas etapas. A saber, propomos: (i) exposição teórica, (ii) seminário teórico e proposição do roteiro experimental e (iii) seminário para a exposição do experimento realizado. Cada uma dessas etapas é proposta tendo como guia uma ou mais competências profissionais, aquelas frequentemente buscadas por empresas e trabalhadas em Empresas jr. e Startups, tais como inovação, criatividade, pró-atividade, protagonismo, senso crítico e pensamento científico.

Aplicamos nossa metodologia às aulas de física experimental e depois buscamos saber dos estudantes posicionamentos a respeito dessa dinâmica proposta por meio de um questionário, cujo objetivo era estimar se eles conseguiram observar e desenvolver as habilidades que o método visa estimular, a fim de aproximar o ambiente acadêmico do profissional. Nesse sentido, o método foi capaz de fazer com que os estudantes pensassem sobre as habilidades essenciais para uma metodologia ativa, mesmo que não tivessem um conhecimento prévio a respeito.

Vale ainda destacar a conexão entre o diagrama do modelo proposto e as bases do método científico. Se tomarmos as etapas fundamentais do método científico, podemos escrever que ele, essencialmente, assume os passos: (i) *Observação*, (ii) *Pergunta*, (ii) *Investigação*, (iv) *Hipótese*, (v) *Experimento*, (vi) *Análise*, (vii) *Conclusão*. Em conexão com nossa metodologia, podemos associar essas etapas ao diagrama mostrado na figura 1 em que temos as etapas de *Exposição teórica* associadas a (i), *Escolha do tema* ligada a (ii), *Projeto experimental* às etapas (iii - v) e *Exposição argumentativa* a (vi) e (vii). Sem surpresas, a conexão com o método científico é prontamente um guia para propostas de metodologias ativas.

Nossa análise pode ser estendida para outras disciplinas com a ressalva de que o docente ateste sobre a segurança da natureza dos experimentos e que as atividades propostas possam ser totalmente realizadas pelos estudantes, a fim de estimular o protagonismo dos estudantes em seu próprio processo de aprendizagem na associação entre teoria e prática.

AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao ICEA/UFOP. RSF gostaria de agradecer ao programa Auxílio pesquisador/UFOP e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, no âmbito do processo 424950/2018-9.

ENQUETE

Para cada uma das proposições abaixo enumeradas o entrevistado deve preencher o parêntese, conforme seu julgamento, com as letras: (a) *Discordo totalmente*; (b) *Discordo parcialmente*; (c) *Indiferente*; (d) *Concordo parcialmente*; (e) *Concordo totalmente*.

1. () A metodologia proposta permitiu uma maior fixação do conteúdo teórico apresentado em sala de aula.
2. () Quanto à proposição de que o aluno apresente um projeto para a verificação da teoria estudada, isso foi importante para que cada um explorasse sua criatividade.
3. () A metodologia proposta estimula o papel do aluno como protagonista frente às metodologias usuais que utilizam a aplicação de um roteiro pré-determinado.
4. () O fato de haver um segundo seminário, após a realização do experimento, estimulou o senso crítico do grupo, a fim de argumentarem, de forma científica, os resultados obtidos.
5. () A metodologia usada é mais próxima dos desafios que irá encontrar no mercado de trabalho quanto a proposição e defesa de um projeto.
6. () O fato de haver um alto grau de liberdade na realização do projeto pode facilitar falhas, como a falta de responsabilidade.
7. () A metodologia proposta necessita que todos os membros do grupo tenham um alto grau de proatividade.
8. () A forma de realização das atividades foi motivadora.
9. () Saber gerenciar o tempo e dividir bem as tarefas é fundamental para o sucesso do projeto.
10. () Uma maior interação do aluno no processo de construção do próprio conhecimento é a principal característica de uma abordagem por metodologias ativas de ensino. O estudante passa a ter mais controle e participação efetiva na sala de aula, já que exige dele ações e construções mentais variadas.
11. () Este tipo de metodologia poderia ser facilmente adotada em outras disciplinas.

REFERÊNCIAS

APPOLINÁRIO, F. **Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico.** In: Dicionário de metodologia científica: um guia para a produção do conhecimento científico. [S.l.: s.n.], 2007. p. 300–300.

ARAUJO, A. de et al. **Uma associação do método peer instruction com circuitos elétricos em contextos de aprendizagem ativa.** Revista Brasileira de Ensino de Física, SciELO Brasil, v. 39, n. 2, 2017.

BERGAMO, M. **O uso de metodologias diferenciadas em sala de aula: Uma experiência no ensino superior.** Revista Eletrônica Interdisciplinar, v. 2, n. 4, 2010.

BERMUDES, W. L. et al. **Tipos de escalas utilizadas em pesquisas e suas aplicações.** Vértices, Campos dos Goytacazes, v. 18, n. 2, p. 7–20, 2016.

COLL, C. **Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar.** In: Psicologia e currículo: uma aproximação psicopedagógica à elaboração do currículo escolar. [S.l.: s.n.], 2003.

DIESEL, A.; BALDEZ, A. L. S.; MARTINS, S. N. **Os princípios das metodologias ativas de ensino: uma abordagem teórica.** Revista Thema, v. 14, n. 1, p. 268–288, 2017.

HARDOIM, E. L. et al. **Educação científica inclusiva: Experiências interdisciplinares possíveis para o ensino de biologia e ciências naturais empregando o método steam.** Lat. Am. J. Sci. Educ, v. 6, p. 12056, 2019.

HOLMES, N.; WIEMAN, C. E.; BONN, D. **Teaching critical thinking.** Proceedings of the National Academy of Sciences, National Acad Sciences, v. 112, n. 36, p. 11199–11204, 2015.

KESTIN, G. et al. **Comparing the effectiveness of online versus live lecture demonstrations.** Physical Review Physics Education Research, APS, v. 16, n. 1, p. 013101, 2020.

LIMA, V. V. **Espiral construtivista: uma metodologia ativa de ensino-aprendizagem.** Interface Comunicação, Saúde, Educação, SciELO Public Health, v. 21, p. 421–434, 2016.

OTERO, V. K.; MELTZER, D. E. **100 years of attempts to transform physics education.** The Physics Teacher, American Association of Physics Teachers, v. 54, n. 9, p. 523–527, 2016.

OTERO, V. K.; MELTZER, D. E. **The past and future of physics education reform.** Physics today, American Institute of Physics, v. 70, n. 5, p. 50–56, 2017.

SMITH, E. M.; STEIN, M. M.; HOLMES, N. **How expectations of confirmation influence students' experimentation decisions in introductory labs.** Physical Review Physics Education Research, APS, v. 16, n. 1, p. 010113, 2020.

VIENNOT, L.; DÉCAMP, N. **Activation of a critical attitude in prospective teachers: From research investigations to guidelines for teacher education.** Physical Review Physics Education Research, APS, v. 14, n. 1, p. 010133, 2018.

WALSH, C. et al. **Quantifying critical thinking: Development and validation of the physics lab inventory of critical thinking.** Physical Review Physics Education Research, APS, v. 15, n. 1, p. 010135, 2019.

WORTHINGTON, D. L.; LEVASSEUR, D. G. **To provide or not to provide course powerpoint slides? The impact of instructor-provided slides upon student attendance and performance.** Computers & Education, Elsevier, v. 85, p. 14–22, 2015.

O USO DO APLICATIVO *FLASHFÍSICA* COMO FERRAMENTA POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO DE ÓPTICA GEOMÉTRICA

Data de aceite: 26/10/2020

Data de submissão: 23/07/2020

Rosiel Camilo Sena

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea – AM
<http://lattes.cnpq.br/0673951468423439>

Fabiann Matthaus Dantas Barbosa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea – AM
<http://lattes.cnpq.br/3769505772789674>

Venício Favoretti

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea – AM
<http://lattes.cnpq.br/1841389359157129>

Leandro Junior Machado

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea – AM
<http://lattes.cnpq.br/6769146846301593>

Raphael Luca Souza da Silva

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Amazonas
Lábrea – AM
<http://lattes.cnpq.br/3268253973106955>

Arquimar Barbosa de Oliveira

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia Goiano
Trindade – GO
<http://lattes.cnpq.br/0843090540230286>

RESUMO: No presente trabalho utilizamos o Software Adobe Flash Professional CS5.5 para a criação de simulações computacionais, a partir daí construímos nosso aplicativo *FlashFísica*, esse serviu de organizadores prévios para o ensino dos conteúdos de Óptica Geométrica, especificamente as leis da reflexão, refração e dispersão da luz. No contexto de aplicação da investigação, tivemos objetos de pesquisa alunos do 9º ano do Ensino Fundamental e uma turma do 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio Regular de escolas públicas do município de Humaitá – AM. Buscamos uma metodologia diferenciada para mediar os conceitos de Óptica Geométrica, para tanto contextualizamos com as simulações computacionais, seguindo nossa Sequência Didática de Ensino (SDE) pautada na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel para nos dar suporte. Aplicamos um pré-teste, afim de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos e em seguida abordamos o conteúdo com o aplicativo *FlashFísica*, vídeos, atividades no laboratório de informática e rodas de discussões dos conteúdos, ao final da implementação, aplicamos um pós-teste para comparar dados a priori e a posteriori. Com essa pesquisa, percebemos que os nossos objetivos foram alcançados, pois os alunos apresentaram, domínio do assunto abordado, maior interação com os demais, migração do pensamento empírico para pensamento científico. Caracterizou-se a aprendizagem significativa ao invés da aprendizagem mecânica, logo consideramos que a nossa SDE foi válida, pois detectamos indícios da aprendizagem significativa.

PALAVRAS-CHAVE: *FlashFísica*. Aprendizagem.

Significativa.

THE USE OF THE FLASHFÍSICA APPLICATION AS A POTENTIALLY SIGNIFICANT TOOL FOR TEACHING GEOMETRIC OPTICS

ABSTRACT: In the present work we use Adobe Flash Professional CS5.5 Software for the creation of computer simulations, from there we built our *FlashFísica* application, which served as previous organizers for the teaching of Geometric Optics contents, specifically the laws of reflection, refraction and dispersion. from light. In the context of the application of the research, we had objects of research students from the 9th grade of elementary school and a class of the 1st, 2nd and 3rd year of regular high school from public schools in the city of Humaitá - AM. We seek a different methodology to mediate the concepts of Geometric Optics, so we contextualize with the computer simulations, following our Teaching Didactic Sequence (TDS) based on the perspective of David Ausubel's Meaningful Learning Theory to support us. We applied a pretest in order to diagnose students' prior knowledge and then approached the content with the Flash Physics app, videos, computer lab activities and content discussion wheels, at the end of the implementation, we applied a posttest to compare a priori and a posteriori data. With this research, we realized that our objectives were achieved, because the students presented, mastery of the subject, greater interaction with others, migration from empirical thinking to scientific thinking. Significant learning was characterized rather than mechanical learning, so we considered that our TDS was valid because we detected evidence of meaningful learning.

KEYWORDS: *FlashFísica*. Learning. Significant.

1 | INTRODUÇÃO

O presente trabalho está pautado na experimentação virtual. Segundo Eberhardt et al. (2017, p. 1) a experimentação “visa a instrumentalizar o professor ou servir como inspiração para a proposição de atividades didáticas”. Ressaltamos que esses recursos de simulações em flash, funcionam como organizadores prévios de forma a contextualizar o discente e a teoria, os organizadores prévios “pode ser um enunciado, uma pergunta, uma situação-problema, uma demonstração, um filme, uma leitura introdutória, uma simulação” (MOREIA, 2013, p. 14).

Frente as evoluções científicas tecnológicas, o ambiente educacional em relação as técnicas metodológicas utilizadas pelos professores, aparentemente estão defasadas ou paralisadas diante dessas tecnologias que permeia cenário mundial (ROSA et al. 2016), essas ponderações podem trazer consequências negativas para o ensino e aprendizagem do discente, cooperando para a aprendizagem mecânica. Rosa et al. (2016) afirma que apesar das instituições estarem se implementando para a inclusão social com laboratórios de informática e outros recursos tecnológicos, há uma deficiência instrucional de alguns professores

quando se trata da manipulação das ferramentas tecnológicas. Essas considerações citadas, contribuem para uma aprendizagem mecânica, aquela que os alunos retêm o conhecimento temporariamente, para realizar alguma atividade avaliativa e em seguida essas informações são esquecidas em pouco tempo (AUSUBEL, 1982). A presente problemática, nos impulsionou a trabalhar com novas tecnologias no ambiente escolar na forma, de animações em flash com de Óptica Geométrica. O intuito desse estudo, está na aproximação entre os conceitos de Óptica à realidade dos alunos. Esperamos que eles exerçam interação mútua entre os sujeitos da pesquisa (ONRUBIA, 2009). Nos baseamos na nossa Sequência Didática de Ensino (SDE) como forma metodológica de tratar os conceitos de Óptica Geométrica por meio de experimentação virtual, Moreira (2011) enfatiza que a SDE é uma sequência de ensino estruturada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, em que objetiva a aplicação dos conteúdos inerentes as componentes curriculares dos alunos.

Contemporâneo de David Ausubel, Moreira (2012) explana a aprendizagem significativa que tanto falamos:

A aprendizagem é dita significativa quando uma nova informação (conceito, ideia, proposição) adquire significados para o aprendiz através de uma espécie de ancoragem em aspectos relevantes da estrutura cognitiva preexistente do indivíduo, isto é, em conceitos, ideias, proposições já existentes em sua estrutura de conhecimentos (ou de significados) com determinado grau de clareza, estabilidade e diferenciação (MOREIRA, 2012, p. 5).

O tema da pesquisa possui grande relevância pelo fato de estar alicerçado nas Tecnologias, Informação e Comunicação (TIC's) corroborada com a Sequência Didática de Ensino (SDE), a Óptica Geométrica está entremeada na: Mecânica, Ondulatória, Eletromagnetismo, Física moderna e entre outras, afirma (NASCIMENTO e ALVETI, 2006). Saber identificar esses conceitos é muito importante não somente para se sair bem no Exame Nacional do Ensino Médio (Enem), mas também para usar durante a vida em sociedade com posicionamento crítico e científico. De acordo com Brasil (2000) os assuntos relacionados a Ciência e suas Tecnologias estão associadas em diversos contextos, principalmente no Enem. Recomenda-se que estimule os alunos a relacionar conhecimento científico com o cotidiano do mesmo. Utilizamos tais recursos tecnológicos para contextualizar o assunto de Óptica, o termo contextualizar, tem a função de fornecer significados dos assuntos aos alunos, facilitando a compreensão do mesmo (WALICHINSKI e JUNIOR, 2013).

Nossa investigação buscou responder a seguinte problemática "O uso do aplicativo *FlashFísica* desenvolve uma aprendizagem significativa dos conceitos de óptica geométrica quando aplicado com estudantes do ensino fundamental e médio

de uma escola da rede pública do estado do Amazonas? ". Ao final da aplicação do nosso produto educacional pretendemos verificar a influência e eficiência do uso de simulações em flash para mediar os conceitos de Óptica Geométrica no contexto escolar de séries do ensino básico, na perspectiva da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

2 I DESENVOLVIMENTO: EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

Para Seré et al. (2003) a experimentação vem a facilitar a ligação entre o ambiente em que os fenômenos acontecem, com o ambiente das teorias, leis e conceitos. No ensino de Física não é diferente, pois se pretende constatar pelo método científico como os fenômenos acontecem na natureza.

A experimentação relaciona fenômenos próximos as concepções reais, introduzindo o conhecimento científico e o método científico, assim os aprendizes farão uma criação ou modificação na sua estrutura cognitiva fazendo uma ligação entre o assunto estudado e o método utilizado (HIGA e OLIVEIRA, 2012).

No contexto nacional, temos diversas escolas que a estrutura física não contempla um laboratório de Ciências, ou até possui um, mas com materiais muito limitados a fazer poucas experiências, "...principalmente na área de ensino de Física. Esses e outros fatores contribuíram para a criação de ferramentas virtuais como: Phet, labvifis, virtuellab e entre outros, esses são ambientes virtuais voltados a simulação de fenômenos físicos, químicos e/ou biológicos. Lima e Takahashi, (2013) afirmam que os experimentos virtuais podem suprir a necessidade de um laboratório físico, pois eles são uma prática metodológica inovadora, proporcionando o estudo de diversos fenômenos físicos bastante próximos dos experimentos feitos em laboratório reais, além disso, fornece total liberdade de manipulação dos experimentos pelos alunos em si falando de danos a integridade física deles.

2.1 Uso de simuladores computacionais no ensino de física

Em nosso trabalho criamos o aplicativo *FlashFísica* com o auxílio do programa Adobe Flash Professional CS5.5. Esse programa através da linguagem de programação ActioScript nos permitiu dentro do ambiente de trabalho realizar movimentos com o objeto como girar, redimensionar, inverter e entre outros, além de dar opções de inserir cor, agregar a outros objetos, som, texto e entre outros. Destacamos alguns passos da construção de uma das simulações (ver Figura 1) usando o programa Adobe Flash Professional CS5.5, na qual tal simulação faz parte do acervo do aplicativo *FlashFísica*.

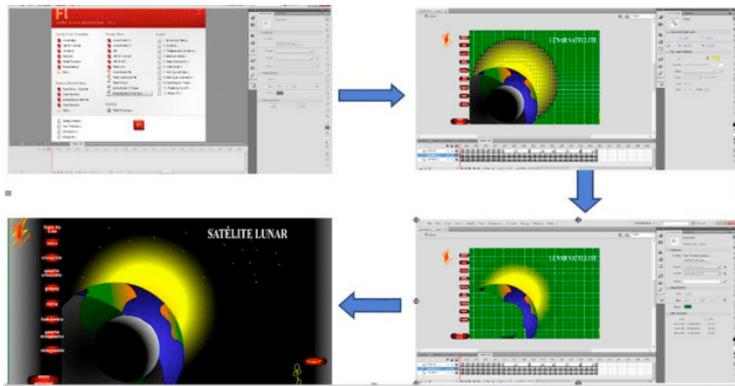


Figura 1 – Passos de construção de uma simulação que compõe no aplicativo FlashFísica

Fonte: Próprios autores (2019)

Com o aplicativo *FlashFísica* servindo de apoio didático pedagógico, entendemos que o mesmo contribui para o ensino-aprendizagem dos conteúdos como: leis da reflexão, refração e dispersão da luz (ver Figura 2), seguindo uma abordagem cognitiva da aprendizagem significativa.

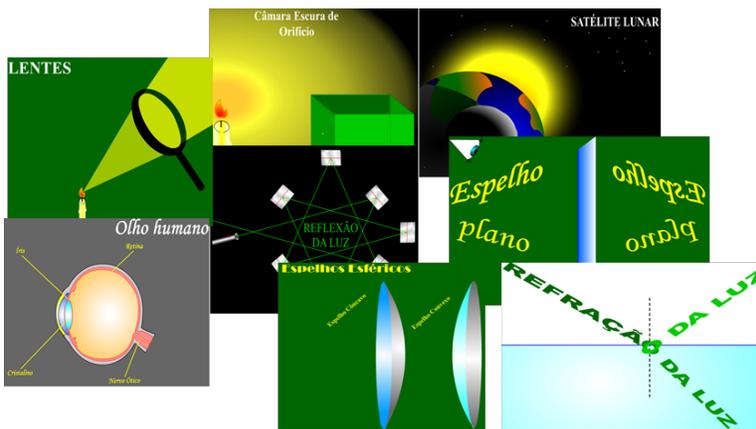


Figura 2 – Tópicos de simulações do aplicativo FlashFísica

Fonte: Próprios autores (2019)

Muitos pesquisadores estão usando os recursos tecnológicos, especificamente simulações computadorizadas para mediar os assuntos que serão estudados em sala de aula. Fizemos uma breve pesquisa nos periódicos CAPES e encontramos trabalhos nesse seguimento por exemplo, Medeiros et al. (2018) em

que ele utiliza os simuladores virtuais para demonstrar o comportamento de um gás em duas dimensões.

3 | MÉTODOS APLICADOS

Em uma análise superficial, vemos que grande parte das metodologias de pesquisas voltadas à educação, possui uma abordagem de duas formas distintas e aparentemente desconexas: pesquisa qualitativa e pesquisa quantitativa. Seguindo esse raciocínio Silva e Menezes (2005) afirma que a pesquisa qualitativa possui uma conexão direta entre o mundo real e o sujeito, tem por base a sondagem de acontecimentos sociais, em que esses dados não se traduzem em números. Segundo Bauer e Gaskell (2017) a pesquisa quantitativa está estruturada nas análises empíricas e a quantificação de ideias e opiniões, esses dados são submetidos ao tratamento estatístico.

Em nossa investigação, resolvemos utilizar a pesquisa qualitativa seguindo o método indutivo, afim de obter informações mais relevantes. Minayo (2011) defende que apesar dessa aparente desconexão entre os dois tipos de pesquisa citado, o conjunto de informações tanto qualitativos quanto quantitativos, não se opõem, na medida que a realidade abordada por essas pesquisas, interagem de forma dinâmica.

A pesquisa qualitativa, proporciona maior liberdade ao pesquisador, pois se exclui barreiras teóricas características das pesquisas quando são tratadas separadamente. Contudo, essa pesquisa, dá maior abrangência para a produção do conhecimento, possibilita uma análise crítica em torno da mesma e se torna mais fácil a inserção de experiências realizadas (GAMBOA, 1996).

Na ótica dos objetivos, fizemos uso da pesquisa Exploratória-Descritiva que melhor se adequa à nossa investigação, motivo que essa pesquisa Exploratória é bastante flexível e diversificada, podendo realizar a mesclagem em: pesquisa bibliográfica, entrevistas e troca de experiências com trabalhos da mesma linha.

Optamos pela Pesquisa-Ação, é uma pesquisa em o pesquisador se envolve de forma proativa na investigação, de forma que o mesmo detecta um problema prático, em seguida desenvolve um projeto voltado para solução do problema, ao final avalia as alterações ocasionadas pelo projeto. De acordo com Gil (2002) os sujeitos da pesquisa e os pesquisadores, estão envolvidos de forma interativa para a ação e/ou a busca de resolução da problemática da investigação.

Para o nosso trabalho, foram utilizados como instrumentos para análise dos dados o seguinte: a observação do participante durante as aulas expositivas participativas, debates em rodas de discussão, solução de questões envolvendo o cotidiano do aluno, problemas a serem resolvidas com o auxílio das simulações

computacionais do *FlashFísica*, questionários pré-teste e um pós-teste.

De acordo com Ludke e André (2011) própria da metodologia qualitativa, a observação participante é um instrumento no qual o pesquisador se envolve de forma ativa na coleta de dados, esse contato direto permite a constatação de problemas, a compreensão dos assuntos, dessa forma o diagnóstico do ambiente dos dados. A partir da observação participante que o pesquisador se dedica exclusivamente, em fornecer significados para suas práticas pedagógicas experimentadas pelas classes de alunos no itinerário da pesquisa (ANGROSINO, 2009).

Segundo Moreira (2011) a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), está ligado na ideia de uma Sequência Didática de Ensino (SDE), com sua estrutura base na aprendizagem significativa de um ou mais assuntos da grade curricular do discente. Em geral, os materiais e recursos didáticos utilizados contribuem para o ensino-aprendizagem segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel.

Para aplicação do nosso projeto de pesquisa, embasamos o processo metodológico seguindo os passos advindos da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que Moreira (2011) propõe. Desse modo sintetizamos o desenvolvimento e a aplicação do nosso produto educacional (*FlashFísica*) em dez etapas, roteiro esse que compreende desde a criação do aplicativo *FlashFísica* até sua aplicação em sala de aula.

A presente Sequência Didática de Ensino (SDE) foi desenvolvida em dez etapas. Sendo que a Etapa 1. Levantamento bibliográfico: concentrou na aquisição de referências bibliográficas para que nós pudéssemos ter embasamento teórico para o desenvolvimento da nossa pesquisa.

Etapa 2. Estratégia inicial: Selecionamos o tema de Óptica, pelo fato de que a óptica está relacionada com diversos assuntos escolares, assim como também com o cotidiano do aluno.

Etapa 3. Elaboração do Software *FlashFísica*: Nesta etapa, nos concentramos na confecção do software, isto é, as simulações computacionais em flash com o conteúdo referente à Óptica, resultou na criação do software *FlashFísica* para a plataforma Windows e Android. O aplicativo possui um acervo de simulações com o assunto específico de: Fases da Lua, Câmara Escura de Orifício, Espelhos Planos, Espelhos Esféricos, Refração da Luz, Lentes e Olho Humano.

Etapa 4. Externalização dos subsunçores: Afim de que o aluno exponha seu conhecimento prévio, aplicamos um questionário (pré-teste) com perguntas abertas e fechadas, na forma de situação-problema. Essa fase tem grande relevância, pois, diagnosticamos se o discente possui ou não os subsunçores necessários para ancoragem do novo assunto, pois é primordial que se tenha para que ao final da implementação didática ocorra indícios de aprendizagem significativa. Ausubel

(1968) apud Moreira (2011, p. 10) afirma que o intuito desta fase é “servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que deveria saber”.

Etapa 5. Explanação geral do conteúdo: Apresentaremos situações-problemas, mas de forma introdutória por meio dos recursos didáticos (vídeos introdutórios do assunto de Óptica Geométrica) como forma de organizadores prévios, levando em consideração o conhecimento prévio do aluno, com a explanção geral dos conteúdos.

Etapa 6. Processo de ensino: Realizamos uma explanção geral dos temas que estudaremos, e em seguida abrimos espaço para uma breve discussão do tema. Enfatizamos a diferenciação progressiva, por meio do aplicativo *FlashFísica* onde apresentamos progressivamente os temas de estudo de forma ampla, citando exemplos e aos poucos passamos para os mais específicos.

Etapa 7. Situação-Problema nível mais complexo: nesta fase é a continuidade da fase anterior, o diferencial é que, entramos com situações-problemas com o nível de complexidade um pouco mais elevado, problemas que foram solucionados com o auxílio das simulações do *FlashFísica*. Essa etapa foi realizada no laboratório de Informática, em que os alunos utilizaram nosso aplicativo que foi previamente instalado nos computadores.

Etapa 8. Concluindo a unidade de ensino: nesta fase foi realizada a retroalimentação para reconciliação integrativa dos assuntos, segundo Resende (2004) a retroalimentação funciona como uma revisão dos assuntos que foram estudados ao longo do processo de ensino, a reconciliação integradora faz com esses conteúdos se completem, sempre verificando a integração das novas situações as que já perduravam no cognitivo dos alunos.

Etapa 9. Avaliação da Aprendizagem: Esta fase consiste na avaliação do desempenho didático dos alunos, para tanto aplicamos um pós-teste composto com perguntas abertas e fechadas. Através da Observação Participante, avaliamos o itinerário do aluno no decorrer da aplicação da pesquisa, levando em consideração a participação, interação mútua e assiduidade. Afim de validação ou não da (SDE), não devemos nos concentrar apenas nos resultados dos testes, também precisamos verificar a postura qualitativa do aluno, antes, durante e depois da intervenção, para que possamos realizar a avaliação somática.

10. Avaliação da Sequência Didática de Ensino (SDE): A nossa (SDE), foi validada ou não através da análise do desempenho dos discentes nos aspectos qualitativos, o objetivo é a constatação indícios presentes em uma aprendizagem significativa. De acordo com o roteiro do aluno durante a aplicação da intervenção, o professor/pesquisador verifica se os conceitos de Óptica integraram aos seus conhecimentos prévios pelo processo de assimilação, caso seja positivo, a aprendizagem significativa prospera ao invés da aprendizagem mecânica.

4 | RESULTADOS

Em análise a nossa proposta investigativa percebemos que a nossa Sequência Didática de Ensino (SDE), nos permitiu ampliar nossa visão quanto as potencialidades de uma ferramenta pedagógica, Segundo Rosa et al. (2016) a SDE preserva o uso de diferentes metodologias de aprendizagem, para que essas sirvam de estímulos favoráveis ao desenvolvimento dos modelos mentais do discente, no momento em que eles passam por essa dinâmica de estratégia de ensino. Por meio da modificação na zona de conforto do aluno, é possível realizar algumas análises quanto as dificuldades que a proposta esbarrou durante o roteiro, e, a posição do aluno frente a intervenção feita.

Com o objetivo de diagnosticar sobre a eficácia da nossa proposta do produto educacional no ensino e aprendizagem dos discentes, após serem seguidas todas as etapas de aplicação da SDE, foi utilizado um questionário pré-teste no início, composto por questões objetivas e dissertativas, e, um questionário pós-teste ao final, composto por questões objetivas e dissertativas, após à aplicação desses dois questionários, usamos um questionário (avaliação da proposta didática; avaliação do professor/pesquisador; auto-avaliação do aluno; avaliação do ambiente de ensino;) composto por questões abertas. Além disso, o professor realizou anotações importantes sobre a conduta dos alunos durante a aplicação do produto educacional.

O questionário de aceitação e satisfação, foi aplicado entre os dias 12 a 14 de novembro de 2018, nas turmas participantes da pesquisa, no qual foi respondido voluntariamente por uma quantidade de 122 (cento e vinte e dois) alunos. Nos gráficos são apresentados o percentual de questões selecionadas pelos alunos, Questão 1 (P.1), Questão 2 (P.2) e assim sucessivamente. Esses questionários foram subdivididos em seções, ou seja, Aba 1: Avaliação docente (ver Figura 6); Aba 2: Avaliação do próprio aluno (ver Figura 7); Aba 3: Avaliação do ambiente escolar (ver Figura 8).

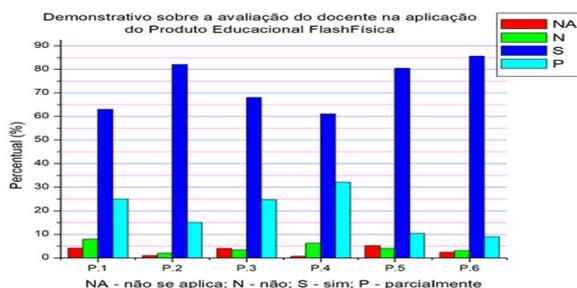


Figura 6 – Percentual da avaliação do desempenho docente na aplicação do Produto Educacional aplicativo *FlashFísica*

Fonte: Próprios autores (2019)

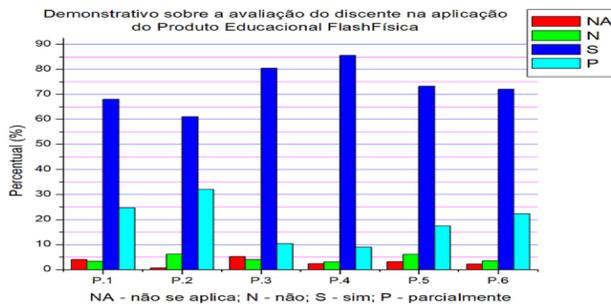


Figura 7 – Percentual da avaliação do desempenho docente durante a aplicação do Produto Educacional aplicativo *FlashFísica*

Fonte: Próprios autores (2019)

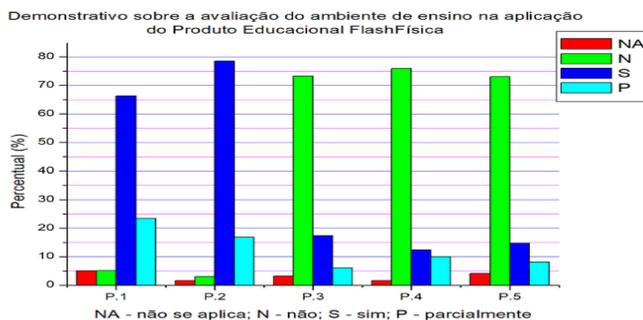


Figura 8 – Percentual da avaliação do ambiente de ensino na aplicação do Produto Educacional aplicativo *FlashFísica*

Fonte: Próprios autores (2019)

Reservamos a aba 4 do questionário para que os alunos expusessem suas sugestões e opiniões quanto a intervenção que realizamos nas suas turmas, assim enfatizamos alguns comentários dos alunos que consideramos relevantes na aba 4: Observações, críticas e/ou sugestões. Esta parte do questionário foi respondida voluntariamente, onde os mesmos tinham o objetivo de expor sua opinião em relação a proposta investigativa como um todo.

Assim, destacamos na íntegra algumas contribuições dos alunos como ver abaixo:

Comentário 1: Foi boa a aula que ele explicou, aprendi muito sobre um assunto que nunca tinha estudado.

Comentário 2: Não tenho nada a que crítica e sim agradecer a oportunidade de estudar de novo, de sentar no banco de uma escola e aprender o que eu já havia esquecido ou até mesmo nunca ter estudado. Obrigado.

Comentário 3: Minha crítica é mais sobre as aulas de física deveríamos ter mais aulas práticas em laboratórios.

Através dos resultados do questionário de aceitação e satisfação da nossa intervenção aplicada em todas as turmas, detectamos que em todas as amostras coletadas durante a implementação da nossa investigação, e, as contribuições discutidas pelos alunos nos elucidou que houve a aceitação em pelo menos 60% dos alunos, quando se trata da nossa proposta metodológica de ensino SDE a favor do processo de ensino e aprendizagem. Se faz necessário enfatizar alguns comentários dos alunos, em que eles consideram que a tecnologia juntamente com a educação seguindo uma sequência de ensino os tornem menos passivo e mais ativo. Esse processo contribui para o que almejamos a aprendizagem significativa ao invés da aprendizagem mecânica.

5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

No presente projeto de pesquisa estruturada na Sequência Didática de Ensino (SDE) na perspectiva da aprendizagem significativa de David Ausubel, quanto o diagnóstico de desempenho dos alunos, obtivemos uma parte minoritária dos alunos que a nossa intervenção não os atingiu, a nosso ver de forma satisfatória, pois, demonstraram resultados abaixo do esperado no pós-teste, além disso, de acordo com nossas anotações, esses não buscavam qualquer tipo de interação seja com os colegas ou professor/pesquisador, perceptivelmente, eles resistiram em participar das atividades. Esses resultados negativos dos alunos podem estar ligados a diversos fatores internos ou externos que não foram detectados por nós. Em contrapartida, tivemos ótimos resultados com alunos que realmente se empenharam no desenvolvimento das atividades propostas pelo pesquisador, podemos afirmar que os resultados foram satisfatórios, pois a maioria no pós-teste atingiram um valor maior ou igual 65% de acertos nas questões propostas.

De modo geral, a nosso ver, nossos objetivos foram alcançados, uma vez que os conceitos de Óptica Geométrica, fluía naturalmente nas discussões entre os alunos, conseguimos quase na sua totalidade desmistificar o “medo” de estudar Física em que os alunos encararam de frente o desafio de aprender conceitos relacionados a natureza, reflexão, refração e difração da luz. O método científico tomou lugar do conhecimento empírico da maioria do cognitivo dos alunos, eles passaram a observar os fenômenos físicos não só da Óptica, mas de todas as áreas da Física com o posicionamento científico questionador.

Portanto, inserir os sujeitos da pesquisa no ambiente científico tecnológico seguindo Sequência Didática de Ensino, a nós foi muito satisfatório, pois com a nossa metodologia diferenciada, conseguimos verificar a interferência e a eficiência

das simulações em flash contidas no aplicativo *FlashFísica* seguindo uma SDE pautada na Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel aplicada ao ensino de Óptica Geométrica. É deveras importante mencionar que de acordo com nossos procedimentos metodológicos, buscamos não deixar espaço à aprendizagem mecânica, quando ainda sobravam dúvidas dos alunos, fazíamos a retroalimentação, com intuito de deixar o mínimo possível de dúvidas nos mesmos.

REFERÊNCIAS

- ANGROSINO, M. **Etnografia e observação participante: coleção pesquisa qualitativa**. [S.I.]: Bookman Editora, 2009.
- AUSUBEL, David P. **A aprendizagem significativa**. São Paulo: Moraes, 1982.
- BAUER, M. W.; GASKELL, G. **Pesquisa qualitativa com texto, imagem e som: um manual prático**. [S.I.]: Editora Vozes Limitada, 2017.
- BRASIL. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio. Parte III: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2000.
- DA ROSA, Cleci Teresinha Werner; CAVALCANTI, Juliano; PEREZ, Carlos Ariel Samudio. **Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso**. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, v. 9, n. 3, 2016.
- DE MEDEIROS, Luciano Frontino; CROVADOR, Alvaro; SILVA, Hamilton Pereira da. **Simulador Computacional para Demonstração das Propriedades um Gás Ideal em 2D**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Florianópolis, v. 35, n. 2, p. 573-591, set. 2018. ISSN 2175-7941. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2018v35n2p573/37450>>. Acesso em: 23 nov. 2018. doi:<https://doi.org/10.5007/2175-7941.2018v35n2p573>.
- EBERHARDT, Dario et al. **Experimentação no ensino de Física Moderna: efeito fotoelétrico com lâmpada néon e LEDs**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 34, n. 3, p. 928-950, 2017.
- GAMBOA, S. S. **Epistemologia da pesquisa em educação**. Campinas: Práxis, 1996.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo, v. 5, n. 61, p. 16 17, 2002.
- HIGA, Ivanilda; OLIVEIRA, Odisséa Boaventura de. **Experimental activities in research in science teaching: epistemological and pedagogical fundamentals**. Educ. rev., Curitiba, n. 44, p. 75- 2, June 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-0602012000200006&lng=en&nrm=iso>. access on 28 Nov. 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/S0104-40602012000200006>.

LIMA, S.; TAKAHASHI, E. **Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 35, n. 2, p. 3501, 2013.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas.** Em Aberto, v. 5, n. 31, 2011.

MINAYO, M. C. de S. **Pesquisa social: teoria, método e criatividade.** [S.l.]: Editora Vozes Limitada, 2011.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa (Concept maps and meaningful learning).** Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas, p. 41, 2012.

_____, Marco Antonio. **Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS.** Aprendizagem Significativa em Revista, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

NASCIMENTO, Tatiana Galieta; ALVETTI, Marco AS. **Temas científicos contemporâneos no ensino de Biologia e Física.** Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631), v. 1, n. 1, 2007

ONRUBIA, J. **Ensinar: criar zonas de desenvolvimento proximal e nelas intervir.** In: COLL, C. (Ed.). O construtivismo na sala de aula. São Paulo, SP: Editora Ática, 2009. P. 123-152.

RESENDE, Regina LSM de. **Avaliação processual e formativa na educação à distância.** Revista Pesquisa Naval, Brasília, n. 17, p. 70-75, 2004.

SILVA, E. L.; MENEZES, E. M. **Metodologia da pesquisa e elaboração de dissertação,** 4a edição revisada e atualizada. Universidade Federal de Santa Catarina, 2005.

WALICHINSKI, Danieli; JUNIOR, G. Santos. **Contribuições de uma sequência de ensino para o processo de ensino e aprendizagem de gráficos e tabelas segundo pressupostos da contextualização.** Revista Iberoamericana de Educación Matemática, v. 35, p. 19-42, 2013.

SIMULAÇÕES DO PÊNDULO SIMPLES, APLICADO NO PROGRAMA MODELLUS X

Data de aceite: 26/10/2020

Data de submissão: 02/10/2020

Jonilson Silva Dias

Universidade Federal de Roraima
UFRR

Boa Vista-RR

<http://lattes.cnpq.br/2227539391157547>

RESUMO: Muitas aplicações dos fenômenos físicos são de extrema importância, tanto para análise de estudo como para observação, quando se trata do uso das suas aplicações e equações adequadas, ou seja, teoria sendo aplicada com a parte experimental, prática. Tanto os alunos como professor estão sempre familiarizado com tais fenômenos físicos comuns aos estudos abordados em cursos de ensino superior como também de ensino médio. Mas, podemos exemplificar uma apresentação de um fenômeno físico no qual queremos dinamizar e abordar aos nossos estudos, no nosso caso um pêndulo simples, usando uma simulação computacional através de um software: modellus x, podemos obter tal resultado. Consideramos uma situação muito curiosa do movimento de um pêndulo simples, constituído por uma massa pontual m , ligada a uma haste rígida com massa quase desprezível ao nosso caso proposto e de comprimento l . O extremo livre da haste, a diferença dos outros casos estudados, poderá mover-se no plano xy em geral de forma arbitrária. Aplicando as equações de Lagrange e todo

formalismo matemático adequado para diferentes casos de movimento de um pêndulo simples, temos então cinco casos para ser analisados, no qual o 1º tivemos um movimento circular uniforme, 2º movimento do tipo oscilatório, caso de um movimento harmônico simples, 3º movimento oscilatório com o parâmetro R deslocando em torno do eixo x , 4º movimento oscilatório com o parâmetro R deslocando em torno do eixo y , 5º movimento oscilatório com o parâmetro R deslocando em torno do eixo x e y , para tanto, faz-se necessário o uso e demonstração de tais simulações, para efeito aproximado da teoria física aplicada experimentalmente em sala de aula ou laboratórios. Portanto, é demonstrado tanto para o estudo, quanto na pesquisa de tal fenômeno físico relacionando a causa e efeito experimental. Através do software modellus x, usando as equações e modelagem adequada para tal simulação de efeito físico, mostra-se o movimento para cinco casos particulares do movimento de um pêndulo simples, um estudo adequado e direcionado, com abordagem simples tanto para estudantes do ensino médio como também para estudantes do ensino superior, faz-se uma adequação para o ensino-aprendizagem dos alunos do ensino médio, ou seja, não se apresenta as equações e talvez nem a montagem das equações em si de acordo com a realidade e local dos alunos para tal apresentação dessa simulação computacional, através de espaço e mídia física, temos os resultados satisfatório e esperado.

PALAVRAS-CHAVE: Ensino-aprendizagem; modellus x; pêndulo simples.

SIMPLE PENDULUM SIMULATIONS, APPLIED IN THE MODELLUS X PROGRAM

ABSTRACT: Many applications of physical phenomena are extremely important, both for study analysis and for observation, when it comes to the use of their proper applications and equations, that is, theory being applied with the experimental, practical part. Both students and teachers are always familiar with such physical phenomena common to studies addressed in higher education courses as well as high school. But, we can exemplify a presentation of a physical phenomenon in which we want to dynamize and approach to our studies, in our case a simple pendulum, using a computer simulation through a software: modellus x, we can obtain such result. We consider a very curious situation of the movement of a simple pendulum, consisting of a point mass m , connected to a rigid shaft with mass almost negligible to our proposed case and length l . The free end of the rod, the difference from the other cases studied, may move in the xy plane in general in an arbitrary way. Applying the Lagrange equations and all the appropriate mathematical formalism for different cases of movement of a simple pendulum, we have then five cases to be analyzed, in which the 1st had a uniform circular movement, 2nd oscillatory movement, case of a simple harmonic movement, 3rd oscillatory movement with the parameter R moving around the x -axis, 4th oscillatory movement with parameter R moving around the y axis, 5th oscillatory movement with parameter R moving around the x and y axis, for this, it is necessary to use and demonstrate such simulations, for approximate effect of the physical theory applied experimentally in a classroom or laboratory. Therefore, it is demonstrated both for the study and the research of such a physical phenomenon by relating the experimental cause and effect. Through the software modellus x, using the equations and modeling suitable for such physical effect simulation, the movement for five particular cases of a simple pendulum movement is shown, a suitable and targeted study, with a simple approach for both high school students and college students, we make an adequacy for the teaching-learning of high school students, that is, we do not present the equations and perhaps not even the assembly of the equations themselves according to the reality and place of the students for such presentation of this computational simulation, through space and physical media, we have the results satisfactory and expected.

KEYWORDS: Teaching-learning; modellus x; simple pendulum.

FIGURAS

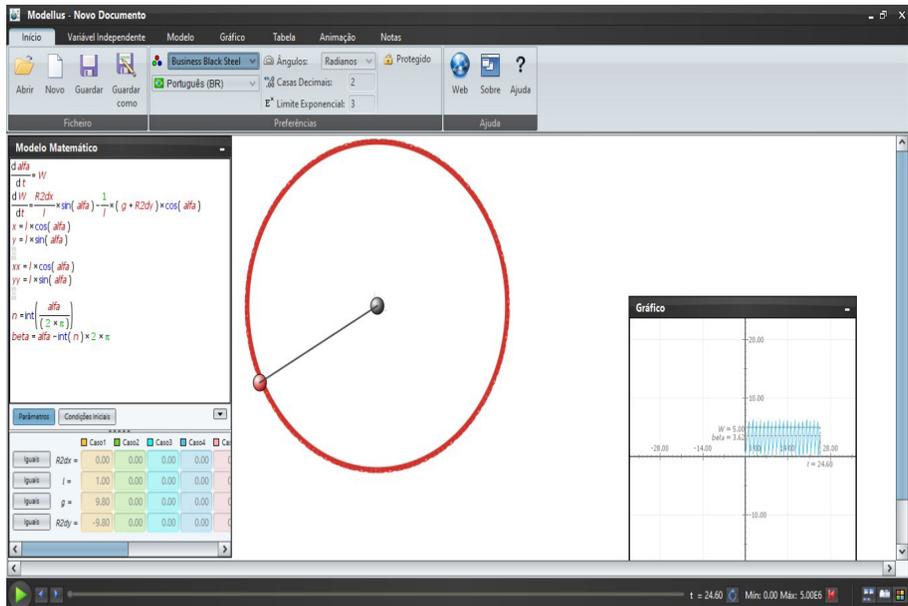


Figura 1: pêndulo simples, movimento circular uniforme.

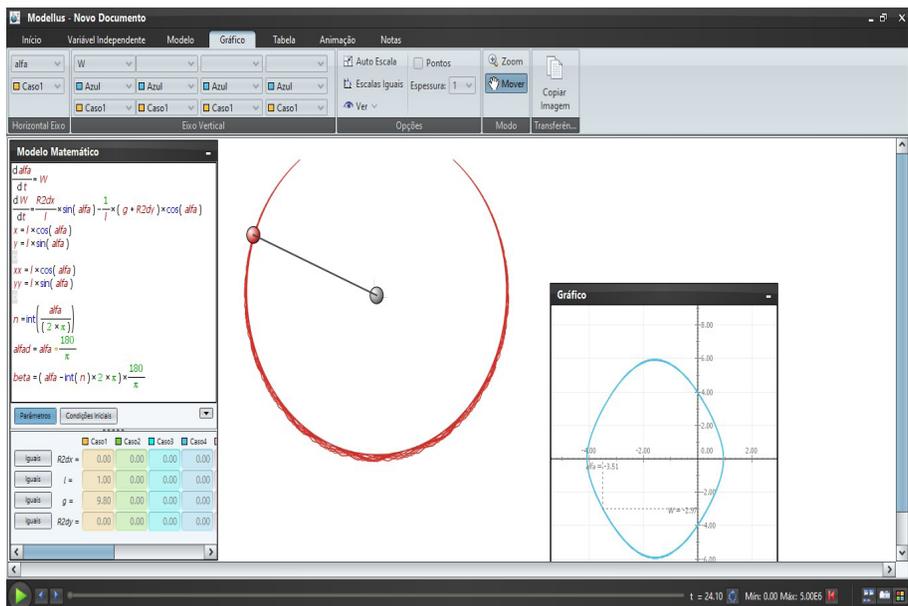


Figura 2: pêndulo simples, movimento harmônico simples.

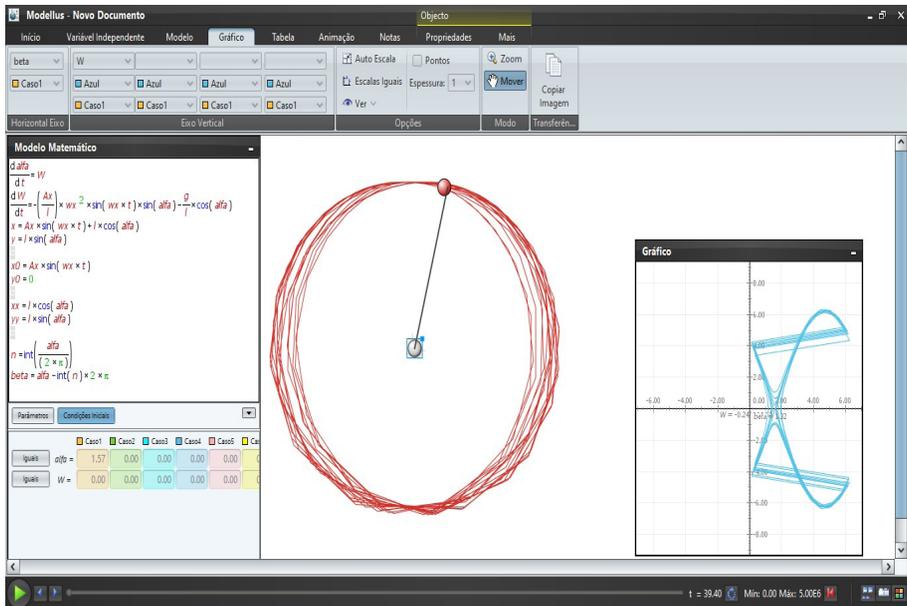


Figura 3: pêndulo simples, movimento com parâmetro R deslocando em torno do eixo x.

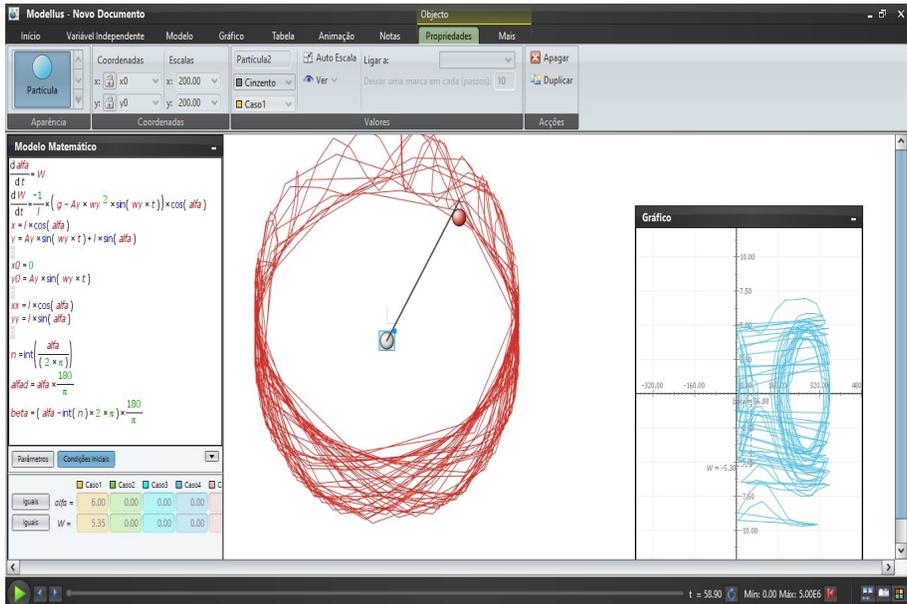


Figura 4: pêndulo Simples, movimento com parâmetro R deslocando em torno do eixo y.

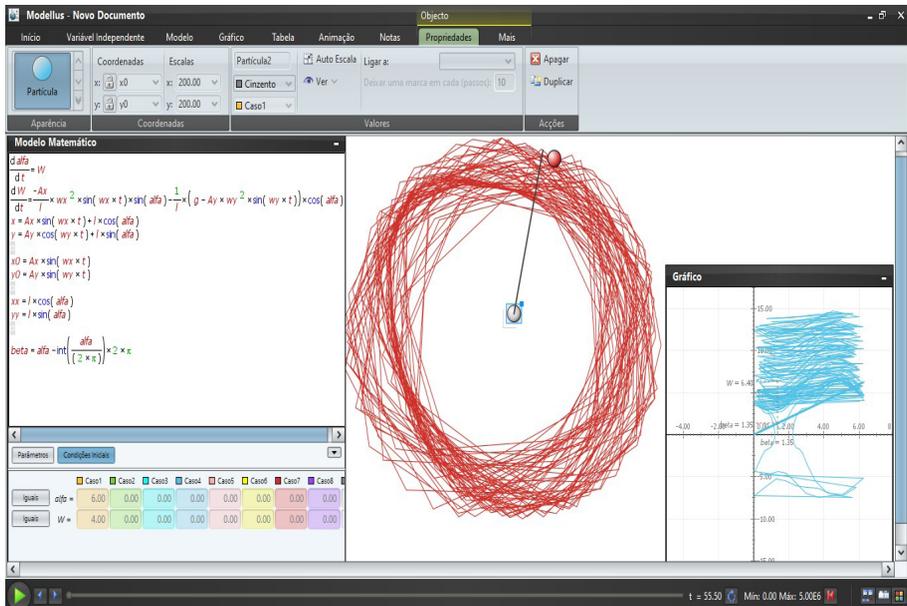


Figura 5: pêndulo Simples, movimento com parâmetro R deslocando em torno do eixo xy.

REFERÊNCIAS

A. Beléndez, C. Pascual, D. I. Méndez, T. Beléndez, and C. Neipp, **Rev. Bras. Ens. Fis.**, **29**, 4 (2007).

ARAÚJO, I. S. *et al.* Atividades de modelagem computacional no auxílio à interpretação de gráficos de cinemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 26, n. 2, 2004.

J.B. Marion, **Classical Dynamics of Particles and Systems** (Harcourt Brace Jovanovich, San Diego, 1970).

Pereira, Amanda Bianca Bezerra¹; Lins, Alexandre Rodrigo Da Silva; Júnior, José Ancelmo Da Silva Cintra. **MODELLUS: O ENSINO DE OSCILAÇÕES ATRAVÉS DA MODELAGEM COMPUTACIONAL. XIV- congresso internacional de tecnologia da educação**. Brasil, Recife, setembro de 2016.

Silveira, Júlio César de Queiroz¹; Souza, Arthur Sarmento de Araújo, Kaio Cezar Gomes de³; Silva, Josivan Lino da⁴; Gomes, Valdenes Carvalho⁵. **O USO DAS SIMULAÇÕES NO ENSINO-APRENDIZAGEM DE LENTES ESFÉRICAS: UTILIZANDO COMO FERRAMENTA COMPUTACIONAL O SOFTWARE MODELLUS X. IV Congresso Nacional de Educação- CONEDU**.

VASCONCELOS, F. H. L. *et al.* A utilização de software educativo aplicado ao ensino de Física com o uso da modelagem. In: **XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física**, 2005.

VIEIRA, P. D. **Modellus**. Disponível em: <<http://modellus.co/index.php?lang=pt.>>. Acesso em 22 de janeiro de 2019.

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.

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

Sendo:

PF – Perda de massa ao Fogo

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

MsS°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.

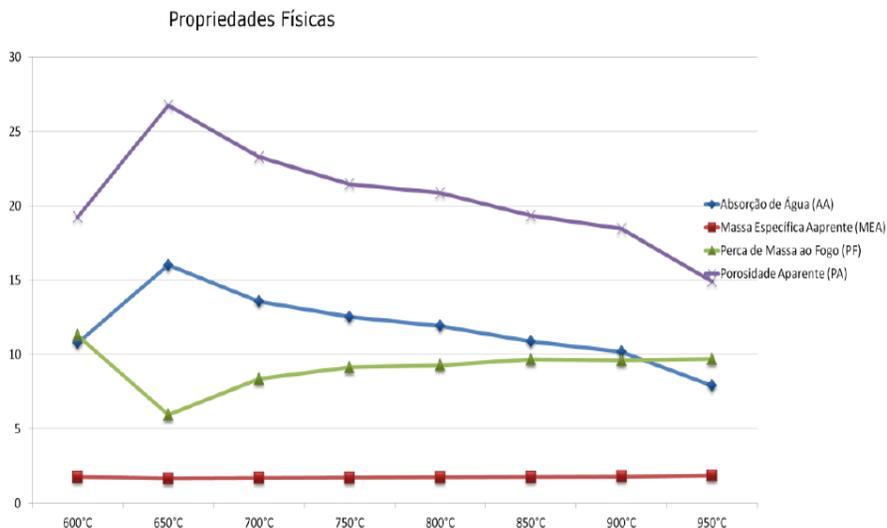


Figura 1 - Variação das propriedades físicas em função da temperatura de sinterização dos corpos de cerâmica vermelha incorporada com Lodo de Estação de Tratamento de Água.

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.

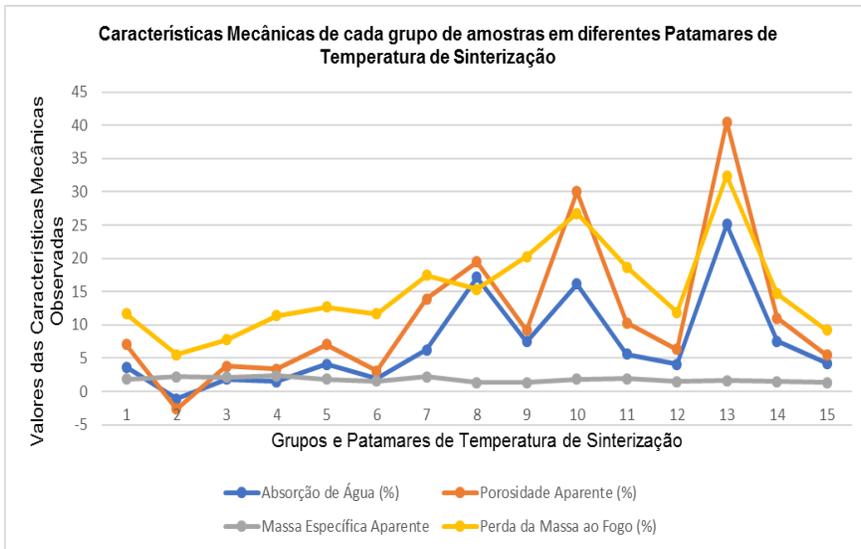


Figura 2: Características Físicas de amostras com concentrações variadas de hidroxiapatita (HA) em diferentes Patamares de Temperatura de Sinterização.

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

Pesquisa em Ensino de Física 3


Ano 2020