



# Pesquisa em Ensino de Física

**Sabrina Passoni Maravieski**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Sabrina Passoni Maravieski**

(Organizadora)

# **Pesquisa em Ensino de Física**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

Revisão: Os autores

#### Conselho Editorial

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

P474 Pesquisa em ensino de física [recurso eletrônico] / Organizadora  
Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora,  
2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-209-8

DOI 10.22533/at.ed.098192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de  
casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina  
Passoni. II. Série.

CDD 530.07

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

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

2019

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.

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 1º volume, composto de 19 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, 4 áreas temáticas: Calor, Hidrostática e Óptica; Cinemática, Mecânica e Gravitação; Eletricidade e Magnetismo e Energia e Princípios de Conservação.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

Dentro desta perspectiva, na área de Calor, Hidrostática e Óptica apresentamos um estudo que avalia o método dedutivo da equação de Gauss da óptica geométrica aplicados à formação de imagem em espelhos esféricos, contemplados em diferentes livros-texto utilizados nos cursos de Licenciatura em Física (capítulo 1). Outro estudo apresenta o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na abordagem de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes em um curso de Ciências da Natureza - Licenciatura. O estudo teve como base as ideias de Gardner em relação à Teoria das Múltiplas Inteligências, de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e de

Peters, Costa, Oliveira entre outros, em relação ao uso das TIC no Ensino (capítulo 2). No estudo do calor, os autores avaliaram a produção de professores em um curso de atualização sobre “Tecnologias Digitais Ampliando o uso de Metodologias Participativas e Metacognitivas em Ciências Naturais” (capítulo 3).

Na área temática: Cinemática, Mecânica e Gravitação, as metodologias e recursos apresentaram-se diversificadas. O capítulo 4, relata um experimento de colisão unidimensional em um trilho de ar utilizando sensores e o software livre CvMob para a vídeo-análise, cuja função foi a obtenção de medidas contínuas de corpos em movimento. Os resultados apontaram que o recurso utilizado foi preciso e de baixo custo para experimentação em Física, principalmente, no que diz respeito à análise do movimento de objetos. Outro estudo utilizando este mesmo tipo de recurso, com a finalidade de potencializar o ensino aprendizagem da física e da matemática, os autores utilizaram um software de vídeo-análise Tracker no estudo de lançamento oblíquo. Neste os estudantes tiveram a oportunidade de verificar a influência das condições ambientais, descartadas nos enunciados dessas questões, e ampliar a descrição matemática através de gráficos e análise de vetores, fatores que não seriam explorados nesses exercícios sem o recurso computacional. Com a ferramenta os estudantes também conseguiram desenvolver críticas aos exercícios selecionados a partir de comparações com os enunciados e os dados experimentais (capítulo 12). No capítulo 5, os autores apresentaram uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas, comparando esse fenômeno com as marés oceânicas. Onde, para a detecção das oscilações barométricas foi possível fazer uso da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. Já no capítulo 10, o leitor irá se deparar com outro estudo que utiliza o Arduino como recurso o qual substitui os tradicionais kits. No entanto, neste caso, fez uso do sensor LDR para determinar a posição em diversos experimentos para o ensino-aprendizagem da Física para o Ensino Médio, mostrando-se uma alternativa eficaz e de baixo custo. Outro estudo abordou a eficácia do uso do software Solar System Scope para dispositivos móveis no ensino-aprendizagem da Física no Estudo das Leis de Kepler (capítulo 6). Na proposta apoiada na história, Filosofia e Epistemologia da Ciência os autores apresentam as contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico do Sistema Solar (capítulo 7). Outra proposta pautada na construção do conhecimento por meio da experimentação pode ser verificada no capítulo 11, onde alunos de Licenciatura em Ciências Naturais tiveram contato com: a historiografia do aeromodelismo, montagem de um modelo aéreo e matematização dos conceitos (terceiro momento) em formato de oficina, mostrando a importância destas etapas no ensino-aprendizagem. No âmbito, experimentos de física em sala de aula utilizando recursos didáticos do cotidiano; o capítulo 8 tratou de uma atividade experimental realizada em uma classe de Jovens e Adultos (EJA) com carrinhos de fricção para determinar a velocidade média deste. No estudo sobre a deformação sofrida por molas, foram realizadas atividades investigativas

e de experimentação, fundamentadas na teoria cognitiva de aprendizagem utilizando o conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio; possibilitando a discussão de conceitos estatísticos, métodos de medição e unidades de medidas (capítulo 9).

Na área temática de Eletricidade e Magnetismo o leitor irá se deparar com 4 capítulos os quais mostram uma preocupação em investigação inicial dos alunos, sequencias didáticas, experimentos de baixo custo e utilização de softwares. O primeiro (capítulo 13), os autores investigaram as diferentes situações didáticas, pertencentes ao campo conceitual da eletrodinâmica, que são propostas aos alunos nas atividades (exercícios, problemas e testes) dos livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2012. O fundamento teórico basilar desta investigação foi a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e tomou como base a ideia defendida pelo autor de que um conceito não se constrói ou aprende com o uso de um só tipo de situação. No capítulo seguinte (14), os autores apresentaram uma sequência didática relacionada ao tema eletricidade por meio da metodologia interativa e investigativa utilizando como recurso didáticos e tecnológicos, exercícios de apostilas de vestibular, a plataforma google forms e simuladores PhET. A sequência didática foi dividida em: a) pré-teste, b) conteúdo digital (utilizando roteiro e kit de circuito Elétrico DC), c) sistematização do conhecimento (lista de exercícios) e d) avaliação para verificação da aprendizagem. Para o estudo conceitual de algumas grandezas físicas, bem como de algumas Leis em eletricidade e magnetismo. No capítulo 15, os autores, descreveram experiências construídas e realizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para alunos do Ensino Médio. No capítulo 16, os autores também apresentaram uma sequencia didática com aplicação do simulador PhET, mas com a abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações. Neste caso, o estudo buscou a correlação das variáveis motivacionais no ensino-aprendizagem de eletricidade e magnetismo para alunos de graduação em Engenharia de uma instituição particular.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS	
<i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTUDO DE CONCEITOS DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES COM USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	
<i>Diovana Santos dos Santos Habermann</i> <i>Franciele Braz de Oliveira Coelho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR	
<i>Clayton Ferreira dos Santos</i> <i>Kátia Regina Varela Roa</i> <i>Miriam Alves Dias Santana</i> <i>Vera B. Henriques</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE COLISÃO UNIDIMENSIONAL USANDO SOFTWARE LIVRE CVMOB	
<i>Alexandro das Chagas de Sousa Nascimento</i> <i>Rodrigo Costa Veras</i> <i>Francisco Ronan Viana Araújo</i> <i>Itamar Vieira de Sousa Junior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	
<i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
AVALIAÇÃO DO USO DO APLICATIVO SOLAR SYSTEM SCOPE NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER	
<i>Adriano Alves de Araujo</i> <i>Harrison Luz dos Santos</i> <i>Gabryell Malcher Freire</i> <i>Fábio Andrade de Moura</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
<i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	
<i>Arivaldo Lopes</i> <i>Marli Santana Pimentel Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS	
<i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>99</b>
O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Lázaro Luis de Lima Sousa</i> <i>Nayra Maria da Costa Lima</i> <i>Luciana Angélica da Silva Nunes</i> <i>Leonardo Augusto Casillo</i> <i>Andreia Paulino da Silva</i> <i>Rodolfo Felipe Medeiros Alves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA	
<i>Juliana Oliveira Costa</i> <i>Renan de Melo Alencar</i> <i>Bianca Pereira Almeida</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280311</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>117</b>
USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO	
<i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280312</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>126</b>
A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD E O CAMPO CONCEITUAL DA ELETRODINÂMICA: AS DIFERENTES SITUAÇÕES PRESENTES NAS ATIVIDADES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA	
<i>Deivid Andrade Porto</i>	
<i>Tiago Ferraz Rodrigues</i>	
<i>Mariele Regina Pinheiro Gonçalves</i>	
<i>Marco Aurélio Clemente Gonçalves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280313</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>135</b>
CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS	
<i>Arthur Alexandre Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280314</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>154</b>
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO	
<i>Alfredo Sotto Fernandes Jr</i>	
<i>Miguel Arcanjo-Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280315</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>163</b>
MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE	
<i>Alcides Goya</i>	
<i>Patrícia Beneti de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280316</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>173</b>
O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
<i>Geziane dos Santos Pereira</i>	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280317</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>191</b>
ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO	
<i>Cleidson Santiago de Oliveira</i>	
<i>Mauro Vanderlei Amorim</i>	
<i>Elizabeth Machado Baptestini</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>201</b>
USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Alex Arouca Carvalho</i>	
<i>Júlio Akashi Hernandez</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280319</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>215</b>

## USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA

**Juliana Oliveira Costa**

Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

**Renan de Melo Alencar**

Universidade do Estado do Pará  
Belém - Pará

**Bianca Pereira Almeida**

Universidade do Estado do Pará  
Belém – Pará

**RESUMO:** Um dos processos mais debatidos e questionados a cerca de uma metodologia de ensino eficiente é a utilização da experimentação em sala de aula. Alunos do ensino médio, principalmente de escolas públicas, dificilmente possuem acesso a materiais ou até mesmo espaços para a realização de atividades experimentais. Neste trabalho apresentamos uma proposta de oficina como alternativa metodológica para ensinar Mecânica Clássica através da utilização de aeroplanos. Sanar deficiências no aprendizado dos conceitos e na aplicação dos mesmos é o principal objetivo dos autores deste artigo. Esta oficina teve como público alvo alunos de graduação das turmas de Licenciatura em Ciências Naturais, habilitação em Física e de Licenciatura em Matemática do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da Universidade do Estado do Pará (UEPA). A oficina foi dividida em três partes: historiografia

do aeromodelismo (primeiro momento), montagem de um modelo aéreo (segundo momento) e matematização dos conceitos (terceiro momento). Percebemos, através desta aplicação, a importância de termos aulas de Física que contenham cada uma das partes citadas pois a aprendizagem dos conceitos torna-se facilitada quando nos sustentamos no tripé história-experimentação-matematização.

**PALAVRAS-CHAVE:** Aprendizagem; Metodologia; Aeroplanos; Mecânica clássica.

**ABSTRACT:** One of the most debated and questioned processes around an efficient teaching methodology is the use of classroom experimentation. High school students, especially from public schools, hardly have access to materials or even spaces for experimental activities. In this work, we present a workshop proposal as a methodological alternative to teach Classical Mechanics through the use of airplanes. Healing deficiencies in learning concepts and applying them is the main objective of the authors of this article. This workshop was aimed at undergraduate students from the Undergraduate Degree in Natural Sciences, Physics and Mathematics Degree from the Center for Social Sciences and Education (CCSE) of the University of the State of Pará (UEPA). The workshop was divided into three parts: historiography of aeromodelism

(first moment), assembly of an aerial model (second moment) and mathematization of concepts (third moment). We perceive, through this application, the importance of having physics classes that contain each one of the cited parts because the learning of concepts becomes easier when we stand on the tripod history-experimentation-mathematization.

**KEYWORDS:** Teaching; Methodology; Airplanes; Classic mechanics.

## 1 | INTRODUÇÃO

A dificuldade para a compreensão de conceitos relacionados a Mecânica newtoniana é um dos principais problemas para o ensino de Física, já que vários destes conceitos serão de suma importância para o aprendizado de outras áreas da desta disciplina e nota-se a deficiência na introdução deste conteúdo por parte dos professores, portanto houve o crescimento na busca por metodologias que facilitem o processo de ensino-aprendizagem que tem se tornado incansável para estudantes e professores de graduação em Física e sem contar também com o aumento da associação de experimentos com aulas teóricas e aplicações ao cotidiano muitas vezes tem sido o caminho mais escolhido.

Uma parte da Mecânica clássica pouco explorada em cursos de graduação é a que trata de voos, muito rica para a utilização de diversos conceitos, desde os inicialmente estudados como velocidade e aceleração até a mecânica dos fluidos. Partindo de tais pressupostos, tornou-se interessante desenvolver um estudo físico a cerca deste tema, objetivando explicar o voo através das leis de Newton, de forma simples e interativa. É surpreendente como a descrição do voo não é usada intensamente em livros didáticos e na sala de aula para demonstrar, em todos os níveis de escolaridade, a aplicação de princípios básicos da Física em exemplos atraentes (STUDART & DAHMEN, 2006). A descrição do voo não é algo simples, devido a descrição das forças atuantes no sistema e, muitas vezes, professores passam “por cima” de um conteúdo como este pela dificuldade metodológica de se ensinar. Quando trabalham, por exemplo, mecânica dos fluidos, conceitos abstratos são ensinados de forma trivial e, ao invés de tornar a física mais instigante para o aluno, torna-se mais cansativo devido à falta de aplicações e experimentação.

Não há nada contra as roldanas, os planos inclinados e outros exemplos ideais, que ainda são importantes como maneira de se treinar a abstração e reduzir problemas a seus elementos fundamentais, entretanto, um exemplo prático de um dia-a-dia cada vez mais próximo das pessoas desempenha sem dúvida um papel essencial ao mostrar para os alunos uma física presente na sua vida. (STUDART & DAHMEN, 2006).

O objetivo da oficina, a priori, era montar uma proposta de ensino em que os alunos utilizassem artifícios, sugeridos pelo professor, para elaborar o conceito

estudado através de uma aprendizagem lúdica experimental, porém resultou em um material descritivo em forma de roteiro objetivando toda a oficina. A maneira clássica de utilizar um experimento é aquela em que o aluno não tem que discutir, ele aprende como “se servir” de um material, de um método, a manipular uma lei física, fazendo variar os parâmetros e a observar um fenômeno (SÉRE, 2003). Optamos pela montagem de modelos aeroplanos, com a finalidade de trazer a experimentação em física para a realidade dos alunos e através disso verificar as deficiências conceituais trazida pelos mesmos e de que maneira as atividades propostas poderiam diminuir tais deficiências.

## 2 I METODOLOGIA, DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DAS PROPOSTAS

### 2.1 Público alvo

A oficina foi aplicada durante a XIX Semana Acadêmica do Centro de Ciências Sociais e Educação (CCSE) da UEPA entre os dias 20 e 22 de maio de 2014. O público contemplava alunos de Licenciatura em Ciências Naturais, habilitação em Física e Licenciatura em Matemática.

As aulas foram ministradas no laboratório de Física do CCSE tiveram duração de 2 horas cada dia realizado, totalizando 6 horas de oficina. Em cada aula, os participantes inscritos receberam materiais referentes aos conteúdos que seriam ministrados. O material estava pré-pronto no início da oficina, mas era revisto para cada dia a seguir. A intenção era atender as expectativas dos participantes e tornar o material o mais significativo possível para o bom andamento do processo ensino-aprendizagem almejado.

No primeiro dia de oficina, foi proposto aos alunos uma breve contextualização história com intuito de mostrar a importância do estudo do aeromodelismo e tentamos enfatizar a própria história do aeromodelismo na região Amazônica, utilizando artigos de professores locais. Após essa breve introdução que consideramos de suma importância, também houve o início do formalismo matemático introdutório e necessário, que utilizaríamos para descrever nosso modelo. No segundo dia, de forma clássica, ensinamos os alunos o formalismo matemático ainda sem muito significado habitualmente ensinado e já no decorrer dos últimos trinta minutos de oficina do segundo dia, começamos a levantar questões em como podíamos utilizar aquele cálculo, como poderíamos trazer para um plano real. No último dia de oficina, demos os moldes pré-testados anteriormente, porém sempre indagando onde cada fórmula matemática anteriormente seria utilizado em cada processo de montagem do modelo planador que findaríamos. Ao final da oficina, fizemos os lançamentos, as considerações teóricas acerca do evento acontecido e tentamos incluir aquele modelo real ao modelo matemático visto em sala, incluindo assim um significado físico experimental ao nosso modelo teórico.

## 2.2 Contextualização histórica

As aulas de física costumam ter sempre o mesmo começo: a “matematização” do conteúdo, muitas vezes sem a devida preocupação com aplicações ao cotidiano do aprendiz e, menos ainda, com a contextualização histórica do momento da descoberta das fórmulas físico-matemáticas.

Não é necessário fazer uma análise profunda sobre o ensino de ciências no Brasil para verificar a distância entre as propostas inovadoras, fruto de investigações na área de ensino e as ações desenvolvidas em sala de aula dos cursos de nível médio (GATTI & et.al, 2004). O intuito da primeira fase da oficina era mostrar a historiografia aérea e optamos pelo trabalho feito por Júlio Cezar Ribeiro de Souza, inventor paraense precursor na dirigibilidade aérea (AMARAL & CRISPINO, 2003). O foco foi ensinar conceitos físicos utilizando a história do aeromodelismo e a necessidade de incluir o regionalismo, principalmente paraense, dando ênfase ao cientificismo local.

A historiografia dos processos de aviação, focada na história do aeromodelismo no estado do Pará, descrevendo os conceitos físicos dos modelos propostos na época, foi a motivação inicial para os primeiros momentos. O rebuscamento matemático da mecânica clássica foi inicialmente evitado. Buscou-se, a seguir, através de estudos introdutórios sobre aeromodelismo, debater conceitos físicos da dinâmica dos corpos rígidos e da mecânica dos fluidos. Conceitos como empuxo, sustentação, arrasto, tração e outros foram apresentados e debatidos, sem serem mostrados em formas matemáticas.

Ribeiro de Souza apresentou sua teoria sobre navegação aérea baseada no voo dos pássaros planadores (CRISPINO, 2005), e como o foco da oficina era em demonstrar conceitualmente e matematicamente o funcionamento de planadores, utilizamos os artigos e trabalhos produzidos pelo mesmo. Em 1880 (ano de publicação dos trabalhos de Ribeiro de Souza), haviam duas correntes: aviação e balonismo, entretanto, a aviação não era aconselhável, uma vez que na teoria já se sabiam a necessidade de motores potentes, enquanto que no balonismo a ascensão não era o problema, mas sim a ausência de dirigibilidade dos aeróstatos.

Procuramos focar nos erros e acertos de Ribeiro de Souza em relação as suas tentativas de alcançar o céu, onde sua principal característica em seu primeiro trabalho consistia na diferença de diâmetro: o maior diâmetro na parte dianteira (proa), e menor diâmetro na parte traseira (popa), onde se assemelhava ao formato aerodinâmico de pássaros planadores (CRISPINO, 2005). Juntamente com essa descrição de seu trabalho, buscamos analisar conceitualmente o que poderia ocorrer nesse modelo aéreo.

Outro sistema por ele aplicado consistia na aplicação de asas e leme horizontais articulados para auxiliar na dirigibilidade. Foi então que decidiu realizar ainda em Belém demonstrações públicas com protótipos de balões para tornar notória a aplicabilidade de sua teoria. A partir dessas informações do seu primeiro protótipo e, ao compararmos

com modelos atuais, procuramos analisar se ele conseguiria decolar com seu balão. Um segundo balão foi feito por Ribeiro de Souza (chamado *Victoria*), que havia tamanhos diferentes do seu primeiro esboço, segundo a imprensa parisiense na época, obteve pleno êxito. Os esboços do primeiro balão, que não foi testado, e o do segundo balão foram comparados e conceitualmente discutidos.

Ribeiro de Souza ainda teve outros trabalhos não tão bem sucedidos, entretanto, apenas esses dois primeiros foram levados em consideração durante a oficina.

### 2.3 Montagem do modelo aero planador

A terceira etapa foi a montagem de um modelo aero planador, previamente escolhido pelos ministrantes da oficina. Foi disponibilizado aos alunos um roteiro experimental, onde levava-se em conta a lista de materiais a serem utilizados e as medidas a serem respeitadas pelos participantes em suas construções do modelo.

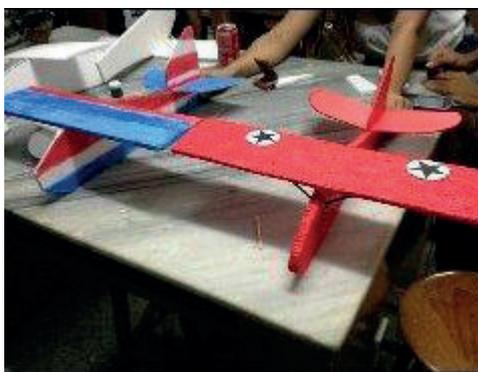


Figura 1: Foto do modelo já montado.

Levamos um modelo já montado, para servir de exemplo à montagem dos participantes.



Figura 2: Montagem do modelo planador.

Durante o processo de construção, os alunos foram auxiliados para que usassem as medidas corretas de tamanho, simetria e ângulo, sendo informados sobre o porquê da importância destas medidas. Durante o lançamento dos aeroplanos, os alunos notaram a diferença na sustentação de modelos com medidas diferentes e, ainda, que pequenas diferenças no ângulo da asa (ângulo de ataque), tornava a sustentação maior ou menor. Quanto menor a margem de erro no corte, melhor seu desempenho

durante o voo. Após o lançamento as discussões foram retomadas sobre o porquê alguns modelos tinham voos tão distintos uns dos outros e o que possivelmente interferia no voo.

### 3 | FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA DOS CONCEITOS FÍSICOS

Os modelos matemáticos exercem um papel relevante em todo o desenvolvimento da Física, uma vez que compõem uma tríade fundamental para esta área da Ciência: a Física, acima de tudo, apoia-se em formulação de teoria, elaboração de um modelo matemático compatível e experimentação. (Lozada, 2006, p.2)

Após o lançamento dos aeromodelos foi proporcionado uma discussão para que fosse proposto um modelo matemático para os sistemas planadores. Tentar descrever um fenômeno a partir de um formalismo matemático é corriqueiro dentro da física e áreas afins, no entanto, quando se cria um modelo matemático com o propósito de descrever determinado fenômeno, há certas preocupações por trás da problemática: preocupação com a análise do problema, aritmética, coerência físico-matemática e outros. Para o educador, coletar estas informações são muito importantes para compreensão de quanto seus alunos estão aprendendo ou dedicando seu tempo a estudar. Quando o aluno tenta descrever problemas fisicamente com um formalismo propriamente seu, a intrinsecamente informações dos conceitos que foram formados e do processo cognitivo da aprendizagem.

Proveniente dos debates, foi introduzido um formalismo que, segundo as concepções dos participantes da oficina, seria coerente para o movimento. A resolução foi feita via equações diferenciais, com o intuito de descrever o fenômeno segundo as leis de Newton. Com a participação dos alunos, podemos concluir que os conceitos de tração, arrasto em um meio fluido e sustentação ficaram fixos ao ponto de eles tentarem descrever o fenômeno a partir de alguns conceitos que já conheciam. Portanto, podemos concluir que houve uma adaptação do conhecimento prévio e como resultado obtivemos propostas de equacionar a problemática do voo.

Assumindo que o aeroplano voa com velocidade de cruzeiro, usando a segunda Lei de Newton, temos:

$$F = \frac{d^2r}{dt^2} \quad (1)$$

Ao analisarmos o movimento no eixo x, encontramos:

$$T - f = m \frac{d^2x}{dt^2} \quad (2)$$

Para o movimento no eixo y, obtemos:

$$F_s = mg \quad (3)$$

onde a força de sustentação ( $F_s$ ) é dada pela expressão

$$F_s = \frac{1}{2} C_1 \rho A v^2 \quad (4)$$

$C_1$  é o coeficiente de sustentação,  $\rho$  é a densidade do ar,  $A$  é a área da asa do aero planador e  $v$  é a velocidade de voo. Podemos escrever a velocidade como

$$v^2 = \frac{2mg}{C_1 \rho A} \quad (5)$$

Devido o aero planador estar em velocidade de cruzeiro, podemos tratar a tração  $T$  como uma sustentação e, portanto,

$$T = \frac{1}{2} C_2 \rho A v^2 \quad (6)$$

Retomando a análise no eixo  $x$  e utilizando o resultado das equações anteriores:

$$\frac{1}{2} C_1 \rho A v^2 - bv = m \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (7)$$

$$\frac{1}{2} \frac{C_2 \rho A \left( \frac{2mg}{C_1 \rho A} \right) - 2bv}{m} = \frac{d^2 x}{dt^2} \quad (8)$$

Chamando  $k = \frac{C_2}{C_1} g$  e  $\omega^2 = \frac{b}{m}$ , obteremos a seguinte equação diferencial para o problema:

$$\frac{d^2 x}{dt^2} + \omega^2 \frac{dx}{dt} - k = 0 \quad (9)$$

que terá como solução, finalmente,

$$x(t) = \frac{1}{\omega^2} e^{\omega^2 t} + C_1 \frac{k}{\omega^2} t + C_2 \quad (10)$$

## 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de não ser um objetivo primordial da nossa atividade, mas houve a necessidade posteriormente em uma criação de um material didático sobre a mecânica de voos, contendo contextualização histórica, prática experimental e estudos teóricos sobre a Física dos voos, ou seja, o roteiro básico da nossa oficina.

Foi verificado durante a aplicação deste curso que nem todos os conceitos físicos são aprendidos de forma tradicional quando abordados de forma semelhante à apresentada pelos livros didáticos, e verificamos também as diversas observações e teorias criadas pelos alunos durante todo o processo.

Com a participação dos alunos, pudemos concluir que os conceitos de tração, arrasto em um meio fluido e sustentação ficariam fixos, ao ponto de eles tentarem descrever o fenômeno a partir de alguns conceitos que eles já conheciam. Por tanto, podemos concluir que houve uma adaptação do conhecimento prévio e como resultado

obtivemos propostas de equacionar a problemática do voo.

## REFERÊNCIAS

AMARAL, F. M. e Luís Carlos Bassalo Crispino, **Memórias sobre a Navegação Aérea**. Editora Universitária UFPA, Belém, 2003.

CRISPINO, Luís Carlos Bassalo. **Julio Cezar Ribeiro de Souza e a dirigibilidade aérea**. In: José Jerônimo de Alencar Alves (Org.). *Múltiplas Faces da História das Ciências na Amazônia*. 1º ed. v.1, Belém: EDUFPA, 2005.

CRUZ, G. K; DA SILVA, S. L. R. **Reflexões para a composição de uma metodologia para o Ensino de Física**. R.B.E.C.T., v. 2, n. 1, jan. 2009

LOZADA, C. O.; MAGALHÃES, N.S. **A importância da modelagem matemática na formação de professores de Física**. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), 2009, Vitória (ES). *Anais do XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física*, 2009.

SÉRE, M. G.; COELHO, S. M.; NUNES, A. D. **O papel da experimentação no ensino da Física**. Cad. Bras. Ens. Fis., v.20, n.1, pp. 30-42, abr. 2003.

STUDART, N.; DAHMEN, S. R. **A Física do voo na sala de aula** Rev. Física na Escola, v. 7, n. 2, São Paulo, out. 2006.

SYMON, Keith, R. **Mecânica**. Editora Campus, Edição única.

TIPLER, Paul, A; MOSCA, Gene. **Física para cientistas e engenheiros**. Rio de Janeiro: LTC, vol. 1, 6º ed, pg. 447 – 455, 2012.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-209-8

