



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

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

| | |
|--|-----------|
| CAPÍTULO 1 | 1 |
| DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS | |
| <i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928031 | |
| CAPÍTULO 2 | 12 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928032 | |
| CAPÍTULO 3 | 29 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928033 | |
| CAPÍTULO 4 | 39 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928034 | |
| CAPÍTULO 5 | 49 |
| AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA | |
| <i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928035 | |
| CAPÍTULO 6 | 59 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928036 | |

| | |
|--|------------|
| CAPÍTULO 7 | 68 |
| CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS | |
| <i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928037 | |
| CAPÍTULO 8 | 78 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928038 | |
| CAPÍTULO 9 | 86 |
| MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS | |
| <i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.0981928039 | |
| CAPÍTULO 10 | 99 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280310 | |
| CAPÍTULO 11 | 109 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280311 | |
| CAPÍTULO 12 | 117 |
| USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO | |
| <i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280312 | |

| | |
|---|------------|
| CAPÍTULO 13 | 126 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280313 | |
| CAPÍTULO 14 | 135 |
| CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS | |
| <i>Arthur Alexandre Magalhães</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280314 | |
| CAPÍTULO 15 | 154 |
| EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO | |
| <i>Alfredo Sotto Fernandes Jr</i> | |
| <i>Miguel Arcanjo-Filho</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280315 | |
| CAPÍTULO 16 | 163 |
| MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE | |
| <i>Alcides Goya</i> | |
| <i>Patrícia Beneti de Oliveira</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280316 | |
| CAPÍTULO 17 | 173 |
| O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA | |
| <i>Geziane dos Santos Pereira</i> | |
| <i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280317 | |
| CAPÍTULO 18 | 191 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280318 | |
| CAPÍTULO 19 | 201 |
| 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> | |
| DOI 10.22533/at.ed.09819280319 | |
| SOBRE A ORGANIZADORA | 215 |

CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS

Natalia Talita Corcetti

UFSCar, Departamento de Ciências da Natureza,
Matemática e Educação, DCNME, Araras - São
Paulo, ncorcetti@hotmail.com

Estéfano Vizconde Veraszto

UFSCar Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências e Matemática, Araras -
São Paulo,
estefanovv@ufscar.br

RESUMO: Este trabalho apresenta uma proposta para o ensino de Física, apoiando-se na História, na Filosofia e Epistemologia da Ciência. Focando na contribuição de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico, e relacionando o conhecimento físico com as atividades proveniente do desenvolvimento social e cultural humano, a intenção é de não tratar a física como um corpo de conhecimento teórico e matemática acabado. Neste sentido, busca-se também mostrar como o pensamento mecânico evoluiu ao longo da história e como usá-lo como ferramenta para o ensino de Física. A metodologia é centrada em pesquisa bibliográfica e histórica, buscando contato direto com obras, artigos ou documentos que abordam o tema em questão. Desta forma, foi possível fazer análise das implicações das pesquisas realizadas na área e que já são

reconhecidamente do domínio científico. Neste sentido, a pesquisa consulta fontes que contém informações relevantes sobre a vida e a obra do cientista, bem como o contexto histórico em que viveu. Com isso, buscamos mostrar como o modelo geocêntrico de Ptolomeu ainda sobrevive na atualidade, já que suas contribuições foram fundamentais para o desenvolvimento cultural da humanidade e amadurecimento intelectual da ciência. O intuito final da proposta é ensinar e divulgar a ciência, despertando em nossos alunos o interesse pelo saber e a gana em descobrir. Para tanto, lançamos mão neste trabalho de um modelo consagrado, buscando fazer proposições para o Ensino de Física.

PALAVRAS-CHAVE: História da Ciência, Ptolomeu, Ensino de Física, Cosmologia, Filosofia Antiga.

ABSTRACT: This paper presents a proposal for the teaching of Physics, relying on History, Philosophy and Epistemology of Science. Focusing on Ptolemy's contribution to the evolution of the geocentric model and relating physical knowledge to the activities of human social and cultural development, the intention is not to treat physics as a body of finished theoretical and mathematical knowledge. In this sense, it is also sought to show how mechanical thinking has evolved throughout history and how to use it as a tool for teaching physics.

The methodology is centered on bibliographical and historical research, seeking direct contact with works, articles or documents that approach the subject in question. In this way, it was possible to analyze the implications of research in the area and which are already recognized in the scientific field. In this sense, the search query sources that contains relevant information about the life and work of the scientist, as well as the historical context in which it lived. With this, we seek to show how Ptolemy's geocentric model still survives today, since their contributions were fundamental for the cultural development of mankind and intellectual maturation of science. The final aim of the proposal is to teach and disseminate science, awakening in our students the interest in knowledge and the desire to discover. To this end, we have used this work as a model, seeking to make propositions for the Teaching of Physics.

KEYWORDS: History of Science, Ptolemy, Teaching Physics, Cosmology, Ancient Philosophy.

1 | INTRODUÇÃO

É comum os currículos de ciências estarem centrados demasiadamente em conteúdos conceituais e matemáticos e não processuais. A lógica interna do processo de construção da ciência geralmente é esquecida e relegada a segundo plano (ACEVEDO et al., 2005a, 2005b). Tal fato justifica-se principalmente porque a natureza da ciência é um tema controverso e longe de despertar opiniões unânimes (PRAIA; GIL-PÉREZ; VILCHES, 2007). O conhecimento físico da natureza é complexo e parte da dificuldade de se ensinar essa disciplina é proveniente do fato de que essa complexidade não é reconhecida e considerada em toda sua extensão. Muitas vezes, isso faz com que a física se torne ininteligível aos estudantes (ROBILOTTA, 1988). Enquanto processo, o desenvolvimento do conhecimento físico também é bastante complexo. Quase sempre livros didáticos e apostilas não deixam transparecer toda a teia intrincada de formação e consolidação do arcabouço conceitual da física e das ciências de maneira geral. A pretensa objetividade que transparece nos livros didáticos faz com que a beleza da descoberta do trabalho científico seja relegada à segundo plano. Por outro lado, concebendo a ideia de que Física é Cultura, conforme proposta por Zanetic (1989), ensinar física seria também ensinar uma visão de mundo. E para que isso seja feito, o apoio na História, na Filosofia e Epistemologia da Ciência é ajuda relacionar o conhecimento físico com outras atividades provenientes do desenvolvimento social e cultural da humanidade (PESSOA JR, 1996). Neste sentido, este trabalho buscará mostrar as contribuições de Ptolomeu para a evolução científica da concepção de universo.

Antes de prosseguir é importante apontar que este trabalho faz parte de um projeto de iniciação científica, ainda em andamento, que busca apresentar a contribuição de cientistas importantes para a construção e compreensão dos conceitos de mecânica. Todavia, para este evento científico, o trabalho mostrará resultados iniciais da pesquisa

a partir do estudo da vida e obra de Ptolomeu.

2 | OBJETIVOS

Considerando as breves notas introdutórias, este trabalho tem como objetivo principal a busca de aspectos da história da ciência a partir da apresentação de contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico, mostrando que sua concepção de universo trouxe grandes modificações e repercussões científicas. Para tanto, o trabalho busca focar o contexto social no qual estava inserido, para depois sugerir transposição do conteúdo para a área de Ensino de Física.

3 | METODOLOGIA

A metodologia adotada será de revisão bibliográfica e histórica. Será apresentado de forma fechada, buscando apresentar a biografia e as contribuições científicas de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico. De forma complementar, também foi realizada uma análise do panorama social das épocas que cada personagem viveu. Para cumprir os objetivos investigativos, a pesquisa consultou fontes para buscar informações relevantes sobre a vida e a obra do cientista, bem como o contexto histórico em que estava inserido. Todavia, fontes não falam por si. Por isso, para levá-las ao encontro dos objetivos deste trabalho, os procedimentos teórico-metodológicos adotados seguem abaixo apresentados. Assim, o contato direto com obras, artigos ou documentos que abordam o tema em questão, permite fazer análise das implicações das pesquisas realizadas na área e que já são reconhecidamente do domínio científico (OLIVEIRA, 2007).

4 | ASPECTOS HISTÓRICOS E BIOGRÁFICOS

Claudio Ptolomeu viveu entre o século I e II da era cristã, nasceu em Ptolemaida, no Egito. Foi geógrafo, astrônomo e Matemático, pelas anotações de seus trabalhos, alguns foram desenvolvidos em Alexandria, no Egito, entre os anos de 127 e 150. Viveu na época do Imperador Marco Aurélio, Egito era província do Império Romano que passava por um período conhecido como “Pax romana”, onde a população passava por uma certa dominação política. Era adotada então a política do *pão e circo*, época da paz romana pelo controle de conflitos civis. Grandes construções foram feitas para entretenimento da plebe e da nobreza, como a construção do coliseu, teatros e bibliotecas.

Ptolomeu, diferentemente de Euclides, reconheceu as realizações de seus antecessores generosa e precisamente, de maneira que nosso conhecimento sobre astronomia pré-ptolomaica é rico e mais firme do que a matemática pré-euclidiana. As contribuições de Ptolomeu para ciência foram muitas, nas quais se destacam

seu trabalho mais importante, o tratado “Almagestos”, que expõe seu estudo sobre astronomia. Suas ideias dominaram por mais 1400 anos.

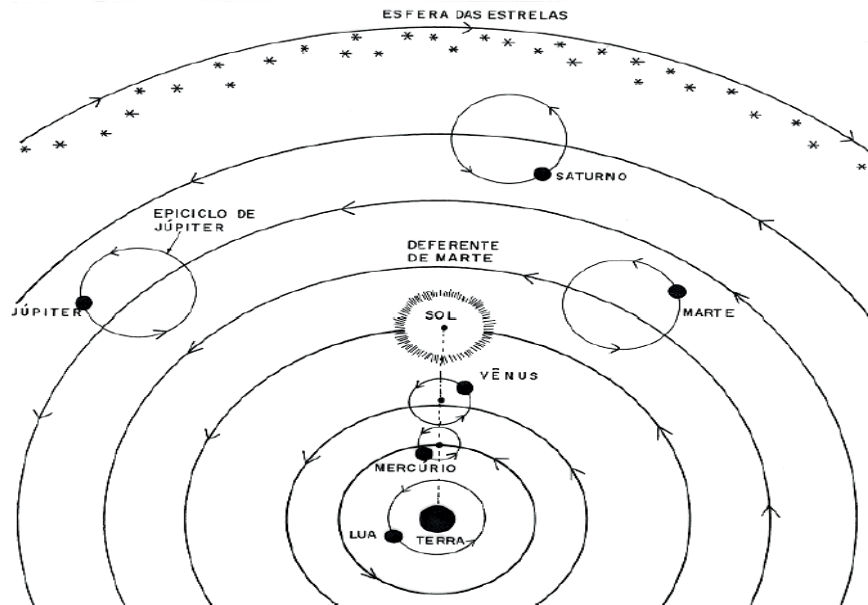


Figura 1: Sistema Geocêntrico. Fonte: Canalle, 1998.

É importante notar que do ponto de vista matemático não há nenhum problema intrínseco com a teoria dos epiciclos, na verdade essa teoria nada mais é do que uma representação em série das funções circulares (seno e cosseno) da posição dos planetas. [...] O problema da teoria de Ptolomeu estava na interpretação física. O fato dos planetas girarem em séries de epiciclo em torno de nada não tem sentido fisicamente. [...] Por outro lado havia o problema de que seguindo os princípios gregos (e sustentados fervorosamente pela igreja católica medieval) o círculo era a única forma geométrica perfeita e os epiciclos só poderiam ser compostos de círculos (e não elipse, por exemplo) e o movimento em cada epiciclo deveria ser uniforme. Além disto, a Terra, como obra divina, só poderia estar no centro do Universo, e não perambulando por aí. Foram estes vínculos que, durante séculos, obrigavam Ptolomeu e seus seguidores a complicar a teoria dos epiciclos a cada novo avanço das observações para poder explicá-las (LIMA NETO, 2011, p.83-84)

Podemos ver neste trecho acima, que mesmo tendo conhecimento amplos, os cientistas não podiam se manifestar como queriam, pois o poder da época era dado à igreja. Qualquer um que ousasse ir contra essas regras sofreria drásticas consequências. Segundo Silva (2013), Ptolomeu representou geometricamente o primeiro sistema planetário geocêntrico em ciclos e epiciclos, descrevendo movimento de planetas com razoável precisão. Modelo este usado até o século XVI.

Desenvolvendo o modelo, Ptolomeu percebeu que se os corpos se movem em órbitas circulares ao redor da Terra, um observador sempre veria os planetas se movendo na mesma direção e isto não concorda com as observações, porque os planetas, em certas épocas, parecem parar e se mover na direção oposta (laçada). Para explicar esta laçada, Ptolomeu colocou cada planeta movendo-se num pequeno círculo (epiciclo), cujo centro C move-se ao longo de uma circunferência maior (círculo condutor ou deferente) com seu centro na figura abaixo. O centro do epiciclo move-se com velocidade constante ao redor do ponto Q, o qual é colocado sobre o lado oposto ao centro do círculo condutor (deferente) em relação à Terra.

O movimento retrógrado é produzido quando o planeta está dentro da deferente. Ptolomeu reproduziu o movimento observado dos planetas e forneceu meios de se prever a posição futura deles, “facilmente”. (CANALLE, 1998).

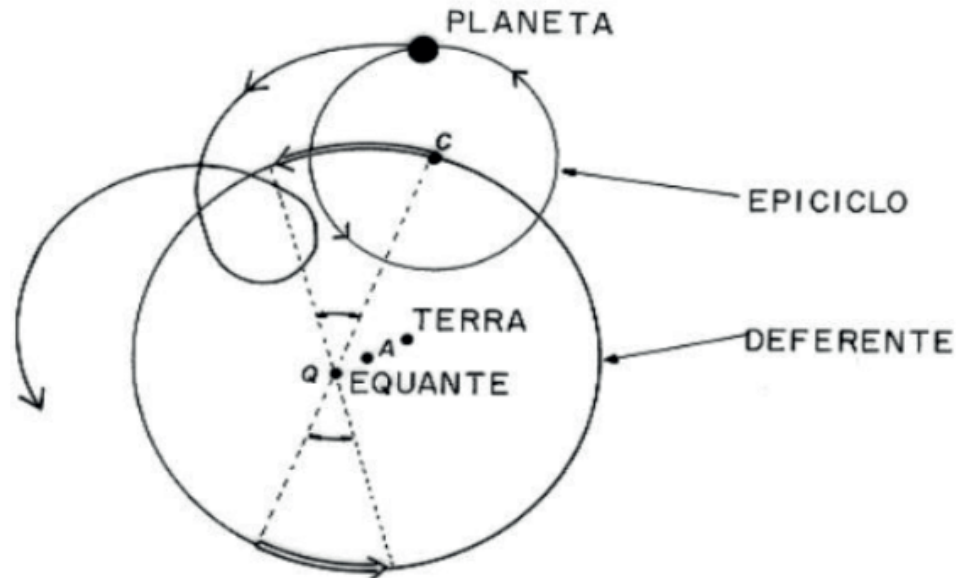


Figura 2: Modelo dos Epiciclos. Fonte: Canalle, 1998.

Atraves de observações, Ptolomeu reproduziu os movimentos dos planetas e desenvolveu forma de prever a posição futura deles. Mesmo que para nós esses modelos pareçam estranhos, um dia já foi o que havia de mais requintado e com ele Copernico pôde dar início ao seus estudos e investigar modelo alternativo para o sistema solar heliocêntrico, onde não mais a terra seria o centro do universo, mas sim o Sol. Um modelo que gerou grandes conflitos, que serão tratados em trabalhos futuros.

Ptolomeu chega à conclusão, partindo de fatos observáveis, que o céu e a Terra são esféricos, estando esta imóvel no centro geométrico do céu; e admite serem os corpos celestes esferas sólidas homogêneas compostas de éter que se movem circular e regularmente, pois, “naturalmente, os matemáticos que faziam astronomia estavam submetidos a certos princípios físicos que não eram de sua competência questioná-los. Estes princípios tão só delimitavam o marco no qual se desenvolvia a investigação astronômica. No início do livro Sintaxe Mathematica, mais conhecido como Almagesto, Ptolomeu apresenta a divisão do saber teórico, de tradição aristotélica, em três ramos: o teológico, que se preocupa com as coisas imateriais, o físico, que trata das coisas sujeitas à geração e a corrupção; e o matemático, que investiga a natureza das formas e dos movimentos que possuem os corpos materiais. Sendo este, do qual faz parte a astronomia ao se ocupar das coisas divinas e celestes ao investigar o que não sofre mudança, intermediário entre os outros ramos, pois participa de qualidades que os outros possuem. Para descrever os movimentos dos astros celestes, desenvolve modelos geométricos, detalhadamente apresentados abaixo, cuja atual compreensão é dificultada pelo uso numérico de base sexagesimal 2 e pela diferença existente entre as modernas funções trigonométricas e o uso de cordas da antiga trigonometria plana empregada. (BARROS-PEREIRA, 2011, p.2602-4).

Ptolomeu indagava e fazia as pessoas de seu tempo refletirem sobre as coisas mundanas. A teoria geocêntrica de Ptolomeu durou cerca de 1400 anos. Ele aprimorou

um instrumento de medir os astros conhecido como astrolábio e conseguiu estimar a distância do Sol a Lua, assim como eclipses envolvendo os mesmos. Estudou o movimento do Sol e percebeu que estava relacionado com a duração do ano e dos meses e construiu um globo terrestre. Para estas descobertas, Ptolomeu usava como ferramenta a trigonometria de Euclides, usada na tábua de cordas (equivalente a tábua de seno trigonométrico), para descrever os movimentos dos planetas em torno da Terra. Sem as contribuições de Claudios Ptolomeu a ciência estaria retardada, levando em conta que nosso filosofo da natureza, questionou de forma ampla os enigmas do universo.

5 | SÍNTESE DAS CONTRIBUIÇÕES DE PTOLOMEU PARA O MODELO GEOCÊNTRICO: POSSÍVEIS IMPLICAÇÕES NO ENSINO DE FÍSICA

De certa forma, Ptolomeu atribui suas descobertas a seus antecessores, pois sem o conhecimento do passado nada se pode fazer no presente. Contribuições de Aristóteles, Aristarco e Hiparco foi fundamental e impulsionou a ciência de Ptolomeu. Sintetizando o material estudado e referenciado nos tópicos anteriores, a Tabela 1 apresenta de maneira resumida as contribuições de Ptolomeu para a evolução da mecânica e das ideias de Física.

| Ideias de Ptolomeu | Contribuições para evolução da física | Referência |
|--|--|-----------------|
| Sistema Geocêntrico: A Terra consolidara-se como o centro estático do universo: em torno dela giravam planetas e estrelas, fixos em imaginárias esferas giratórias de cristal. | Inquietações científicas e filosóficas a qual é a base do desenvolvimento de pensamentos e críticos. | Almagesto, 1998 |
| Movimento dos planetas: Quanto ao movimento dos astros, propôs uma explicação muito simplista para o problema do movimento aparente dos planetas: em determinados pontos de suas órbitas eles parecem deter-se, inverter seu movimento, deter-se novamente, finalmente mover-se na direção primitiva. Esses fenômenos devem-se, na realidade, ao fato de a Terra e os planetas moverem-se com velocidades diferentes em órbitas aproximadamente concêntricas de cristais e circulares. Todas essas esferas girariam com velocidades diferentes, o que explicava as diferentes velocidades médias com que se moviam os diversos planetas. | Despertou em seus contemporâneos o interesse por desvendar os mistérios do universo e alavancar uma verdadeira saga de futuros gênios. | Almagesto, 1998 |

| | | |
|---|---|----------------------|
| <p>Epíclis: Cada planeta se move num círculo pequeno (epíclis), cujo centro se move ao redor da Terra, a qual é estacionária e está no centro do Universo. Como Mercúrio e Vênus são vistos sempre perto do Sol, o centro de seus epíclis estava numa linha entre a Terra e o Sol, com o centro dos epíclis movendo-se ao redor da Terra, num círculo condutor (deferente).</p> | <p>Inspirou o desenvolvimento de instrumentos para observação do céu, tal como prazer pelo estudo dos astros.</p> | <p>Canalle, 1998</p> |
|---|---|----------------------|

Tabela 1: Contribuições de Ptolomeu. Fonte: elaborado pelos autores.

Os modelos do sistema geocêntrico, movimento de planetas e epíclis de Ptolomeu podem não ter se aprimorado pelo fato da influência negativa da igreja católica, mas para sua época essas ideias foram revolucionárias e serviu de incentivo para outros cientistas que resolveram trilhar o mesmo caminho de Ptolomeu; como Giordano Bruno e Galileu Galilei que tiveram sérios problemas nos tribunais da santa inquisição.

Sobre esses aspectos, é possível apontar que Giordano Bruno, sofreu processo da Inquisição entre os anos de 1592 e 1600, e foi condenado à morte na fogueira, sob acusação de heresia por ter afrontado os dogmas impostos pela Igreja Católica. A heresia consistiu em simplesmente não concordar com os equívocos com a qual a igreja manipulava a população, por mostrar a verdade e divulgar o conhecimento; foi morto em nome de Deus. Já Galileu, diferentemente de Giordano Bruno, teve a sorte de não ter sido morto nas fogueiras da inquisição, mas passou toda sua vida atormentado pelas torturas em que foi submetido.

Quando Galileu começou a escrever *Diálogo sobre os principais sistemas do mundo* – o ptolomaico e o copernicano, publicado em 1632. Foi aclamado por toda a Europa, porém, sua mais nova obra não foi bem acolhida pela Itália. A Igreja entendeu que o livro continha tendências copernicanas e, em 1633, Galileu foi processado pela Inquisição. Sob ameaças de tortura, foi forçado a retratar-se publicamente de suas descobertas científicas e, seu livro, colocado no índice, onde permaneceu por dois séculos. Devido à sua idade avançada – 69 anos, e seu crítico estado de saúde foi condenado à prisão domiciliar. Morrendo em 1642 ainda sob vigilância da Inquisição (MARTINS, 2009).

Essas informações nos mostram que a história da ciência tem um papel preponderante para a compreensão da formação do pensamento científico. E isso é ponto que pode ser empregado com maior regularidade no Ensino de Física.

Assim, considerando os fatos apresentados neste trabalho, podemos inferir que, para ensinar a mecânica de Ptolomeu, não basta saber somente teoria científica e aplicações de fórmulas. É preciso contextualizar o conhecimento para mostrar ao aluno que a ciência não é obra de gênios isolados e que não foi construída linearmente do dia para a noite. O Ensino de Física ganha com a história da ciência, ao permitir que o aluno entenda o conteúdo a partir de suas relações com diferentes fatores sociais que

contribuíram para sua constituição atual. A Ciência faz parte da cultura da humanidade e precisa ser tratada como tal. Ao aluno deve ser relegada a oportunidade de entender o processo de intrincadas relações sociais que levaram à formação do conhecimento hoje tido como verdade. Mesmo que essa verdade seja parcial, incompleta. A natureza da ciência só será melhor compreendida a partir do momento que o ensino consiga mostrar suas conquistas históricas e suas falhas, despertando o senso crítico e contribuindo para reflexões que possam questionar diferentes aspectos da do processo de construção do conhecimento científico.

Diantes destas colocações e, levando em conta que a aceitação do modelo geocêntrico é plausível, o modelo Ptolomaico pode ser usado como contraponto no Ensino de Física, quando a intenção é mostrar aos alunos como o modelo heliocêntrico se constituiu e se consagrou. Se a intenção é ensinar modelos aceitos, o debate pode ser fomentado e possibilidades de questionamento do conhecimento tido como real devem ser respeitadas e, porque não, estimuladas, já que a evolução da Física passou por inúmeros processos semelhantes ao longo de sua história.

6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ptolomeu, através das contribuições de seus antepassados Aristóteles, Aristarco e Hiparco, descobriu um novo foco para se enxergar a natureza, buscando uma maneira de aprimorar e avançar o conhecimento medieval. Tal foi seu esforço que é que seus modelos planetários e teorias duraram mais de 1400 anos, sendo superadas apenas por novas proposições de Copérnico. Apesar de seu sistema geocêntrico não ser atual e seu modelo de epiciclos ser falho, sem ele não seria possível que seus contemporâneos pudessem fazer novos modelos e teoria.

Sabemos que a ciência é inacabada e, talvez digna de infinitas e inimagináveis possibilidades de pesquisa. A qualquer momento podemos descobrir teorias novas, derrubando crenças e paradigmas antigos (KUHN, 2010) . Não obstante, sem o conhecimento passado, não teríamos evolução das ideias e ainda estaríamos engatinhando nas sendas dos estudos da natureza.

Vale ressaltar que o trabalho aqui apresentado, fruto de uma iniciação científica em andamento, não teve, nem jamais terá a intenção de esgotar o assunto investigado. As ideias de Ptolomeu e suas contribuições permitem estudos mais amplos do que os que aqui foram brevemente apresentados. Todavia, trata-se de um trabalho em andamento, cujos frutos começam a aparecer e os resultados preliminares podem servir de plano de fundo para pequenas discussões. A apresentação deste trabalho permite o contato com a área específica e poderá também colher novos resultados após sua apresentação. Além disso, as intervenções que poderão gerar no evento, com certeza ampliarão alcance dos resultados futuros e dos rumos que o trabalho poderá vir a tomar. Assim, é possível terminar dizendo que Ptolomeu contribuiu muito

para o avanço científico e tecnológico, deixando sua bíblia astronômica “Almagestos” como legado para nossas pesquisas. Neste sentido, podemos complementar nossos estudos e divulgar ciência através da educação, para que nossos alunos se interessem pelo saber e realizem descobertas que contribuam para evolução da humanidade, assim como fizeram nossos antepassados.

Por fim, podemos reforçar os argumentos já apresentados, enfatizando a importância da história da ciência para o Ensino de Física. O conhecimento histórico de fatos relacionados à construção do conhecimento científico pode despertar o interesse do aluno por questões sociais vinculadas a ciência da natureza. Os livros didáticos nem sempre abordam a contento aspectos da história da ciência. Por isso, cabe ao professor fazer essa ponte construtiva entre o conteúdo, a história e o ensino, de forma que a Ciência seja entendida como um processo e não como conceitos e fórmulas desprovidas de sentido. Neste sentido, ainda vale apontar que, a evolução das ideias da física mostra a extraordinária capacidade humana de refletir, compreender, dedicar, acreditar, desvendar e capturar a verdadeira essência da natureza, compartilhando com nossa geração um conhecimento infinito sobre a evolução das leis do universo. E esse trabalho não se deu de forma isolada, em laboratórios, nem desvinculada da realidade e do contexto social no qual diferentes teorias emergiram. A história é dinâmica, e sua compreensão pode ajudar encurtar distâncias entre o interesse pela ciência e o seu conteúdo curricular.

REFERÊNCIAS

ACEVEDO, J.A. *et. al.* **La naturaleza de la ciencia y la educación científica para la participación ciudadana: una revisión crítica.** Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias, Cádiz (Espanha), v.2, n.2, p.121-140, 2005a.

ACEVEDO, J.A. *et. al.* **Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino das ciências.** Ciência & Educação, Bauru, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005b.

BARRETO, R. M. **Do infinito, da magia e da inquisição: uma observação Histórico –Jurídica do processo de Giordano Bruno.** Direito e Arte: Reflexões e diálogos entre o Direito e o Cinema, 2011.

BARROS-PEREIRA, H.A. **Esferas de Aristóteles, círculos de Ptolomeu e instrumentalismo de Duhem.** Revista Brasileira de Ensino de Física, v.33, n.2, 2602. 2011.

CANALLE, J.B.G. **Oficina de Astronomia.** Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/oficina.pdf>>. Acesso em 19 de Agosto de 2016.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas.** 10.ed. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 2010.

LIMA NETO, G. B. **Astronomia de Posição.** Disponível em: <<http://www.astro.iag.usp.br/~gastao/astroposicao.html>>. Acesso em 19 de Agosto de 2016.

MARTINS, P.C. **Galileu e o telescópio.** XXIII Semana Acadêmica da Matemática. UFOP, Cascavel, PR, 2009.

OLIVEIRA, M.M. **Como fazer pesquisa qualitativa**. Petrópolis, Vozes, 2007.

PRAIA, J. *et. al.* **O papel da natureza na ciência para educação para cidadania**. *Ciência & Educação*, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

PESSOA JR, O. **Quando a Abordagem Histórica deve ser usada no Ensino de Ciências**. *Ciência & Ensino*, 1, 1996.

PTOLOMEU, C. **Almagestos**, G.J. Toomer (trad.). Princeton: Princeton University Press, 1998.

ROBILOTTA, M. R. **O cinza, o branco e o preto - da relevância da Histórica da Ciência no Ensino de Física**. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 5 (Número Especial): p. 7-22, jun. 1988.

SILVA, A. P. P. N. **Leituras de fontes antigas e a formação de um corpo interdisciplinar de conhecimento: Um exemplo a partir do Almagesto de Ptolomeu**. Dissertação de Mestrado. UFRN, 2013.

ZANETIC, J. **Física também é cultura**. Tese de doutorado. FEUSP. 1989.

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

