

Francisco Odécio Sales  
Karine Moreira Gomes Sales  
(Organizadores)

# Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

Francisco Odécio Sales  
Karine Moreira Gomes Sales  
(Organizadores)

# Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2021 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2021 Os autores

Copyright da edição © 2021 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 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.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná

Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia

Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná



Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
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. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra

**Diagramação:** Daphynny Pamplona  
**Correção:** Yaidy Paola Martinez  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizadores:** Francisco Odécio Sales  
Karine Moreira Gomes Sales

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

C968 Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra / Organizadores Francisco Odécio Sales, Karine Moreira Gomes Sales. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-756-4

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.564212012>

1. Ciências exatas e da terra. I. Sales, Francisco Odécio (Organizador). II. Sales, Karine Moreira Gomes (Organizadora). III. Título.

CDD 507

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



**Atena**  
Editora  
Ano 2021

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

A coleção “Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra” é uma obra que objetiva uma profunda discussão técnico-científica fomentada por diversos trabalhos dispostos em meio aos seus 17 capítulos. Esse 1º volume abordará de forma categorizada e interdisciplinar trabalhos, pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que nos transitam vários caminhos das Ciências exatas e da Terra, bem como suas reverberações e impactos econômicos e sociais a luz da epistemologia.

Tal obra objetiva publicizar de forma objetiva e categorizada estudos e pesquisas realizadas em diversas instituições de ensino e pesquisa nacionais e internacionais. Em todos os capítulos aqui expostos a linha condutora é o aspecto relacionado às Ciências Naturais, tecnologia da informação, ensino de ciências e áreas afins correlatos ao locus cultural.

Temas diversos e interessantes são deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres e todos aqueles que de alguma forma se interessam por inovação, tecnologia, ensino de ciências e demais temas. Possuir um material que demonstre evolução de diferentes campos da engenharia, ciência e ensino de forma temporal com dados geográficos, físicos, econômicos e sociais de regiões específicas do país é de suma importância, bem como abordar temas atuais e de interesse direto da sociedade.

Deste modo a obra Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra apresenta uma profunda e sólida fundamentação teórica bem com resultados práticos obtidos pelos diversos professores e acadêmicos que desenvolvem seu trabalho de forma séria e comprometida, apresentados aqui de maneira didática e articulada com as demandas atuais. 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.

Francisco Odécio Sales  
Karine Moreira Gomes Sales

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### A SHORT NOTE ON THE ELECTRON-POSITRON PAIR CREATION

Eduardo De Paiva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120121>

### **CAPÍTULO 2..... 9**

#### BREVES COMENTÁRIOS ACERCA DA GEOQUÍMICA DAS TERRAS PRETAS DE ÍNDIO (TPI's) NA AMAZÔNIA

Matheus Cavalcante Silva

Bianca Soares Costa

Fernanda Ravana da Conceição Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120122>

### **CAPÍTULO 3..... 15**

#### APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS NO CONTEXTO AROMAS: UMA PROPOSTA DE MATERIAL PARADIDÁTICO PARA O ENSINO DE FUNÇÕES ORGÂNICAS

Fernando Vasconcelos de Oliveira

Vanessa Candito

Mara Elisa Fortes Braibante

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120123>

### **CAPÍTULO 4..... 27**

#### CAPTAÇÃO E ARMAZENAMENTO DA ÁGUA DA CHUVA EM ESCOLA DO CAMPO SITUADA NA REGIÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO JAURU-MT, ATRAVÉS DE PROJETO SUSTENTÁVEL - CISTERNA

Luiz Cláudio Almeida Martins

Rosiane Alexsandra dos Santos Costa

Solange Aparecida Arrolho da Silva

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120124>

### **CAPÍTULO 5..... 41**

#### CARACTERIZAÇÃO DA ÁGUA DO MAR NO ENTORNO DE FAZENDA MARINHA NA ENSEADA DO BANANAL, ILHA GRANDE, ANGRA DOS REIS, RIO DE JANEIRO

Vanessa de Magalhães Ferreira

Tatiana Ribeiro Briglia

Bruno Saliba Souza Almeida

Gabriel Soares Cruz

Camila de Leon Lousada Borges

Gleici Natali Montanini dos Santos

Marcos Bastos Pereira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120125>

### **CAPÍTULO 6..... 69**

#### LICENCIAMENTO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS MINERÁRIOS EM ÁREAS

## CÁRSTICAS NO MUNICÍPIO DE OUROLÂNDIA NO PERÍODO DE 2007 A 2014

Antonieta Antenora Italia Candia

Arlene Lula Moreira De Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120126>

### **CAPÍTULO 7..... 81**

#### **EVAPOTRANSPIRAÇÃO E OS COEFICIENTES DE CULTURA DO CAUPI NO NORDESTE PARAENSE, BRASIL**

Vivian Dielly da Silva Farias

Marcos José Alves de Lima

Hildo Giuseppe Garcia Caldas Nunes

Deborah Luciany Pires Costa

Denis de Pinho Sousa

Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza

Vandeilson Belfort Moura

Sandra Andréa Santos da Silva

José Farias Costa

Maysa Lorrane Medeiros de Araújo

Dayse Drielly Souza Santana Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120127>

### **CAPÍTULO 8..... 94**

#### **DIAGNÓSTICO ENÉRGICO: UM ESTUDO DE CASO SOBRE O SISTEMA DE ILUMINAÇÃO NA FATEC FRANCO DA ROCHA**

Carlos Eduardo Oliveira Santos

José Eduardo Soares de Almeida

Leonardo Augusto dos Santos

Matheus Lira de Almeida

Silvia Maria Farani Costa

Augusto de Toledo Cruz Junior

Valquiria Pereira Alcantara

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120128>

### **CAPÍTULO 9..... 110**

#### **FORMAÇÃO INICIAL DOCENTE EM GEOGRAFIA: A IMPORTÂNCIA DE SITUAR A ALFABETIZAÇÃO CARTOGRÁFICA NO CONTEXTO DA ALFABETIZAÇÃO ESPACIAL**

Ronaldo Goulart Duarte

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.5642120129>

### **CAPÍTULO 10..... 121**

#### **MATERIAL DE APOIO PARA ABORDAGEM DAS TRÊS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO**

Gabriel Luiz Nalon Macedo

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201210>

### **CAPÍTULO 11..... 130**

#### **IMPACTO DO USO DA DINÂMICA DE FLUIDOS COMPUTACIONAL NO PROCESSO**

## ENSINO-APRENDIZAGEM APLICADO À FENÔMENOS DE TRANSPORTE

Vitor Pancieri Pinheiro  
Carlos Friedrich Loeffler Neto  
Natan Sian das Neves  
Roger da Silva Rodrigues

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201211>

### **CAPÍTULO 12..... 139**

#### METODOLOGÍA SUPERFICIE DE RESPUESTA: TRES APLICACIONES A CONJUNTOS DE DATOS REALES

René Castro Montoya  
José Vidal Jiménez Ramírez  
Mario Castro Flores  
Ana Gabriela Osuna Páez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201212>

### **CAPÍTULO 13..... 154**

#### PERCEÇÃO DO TURISTA SOBRE HOSPITALIDADE: UM ESTUDO NA ROTA ECOLÓGICA ALAGOANA

Gildo Rafael de Almeida Santanata  
Marielle Cristina Silva Mendonça  
Ademar da Silva Paulino  
Uilliane Faustino de Lima

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201213>

### **CAPÍTULO 14..... 163**

#### REAÇÕES DE CETONAS E POLIÁLCOOIS PARTE 1:AUTO-ALDOLIZAÇÃO E CETALIZAÇÃO PROMOVIDAS PELO CATALIZADOR HIDROFÍLICO E AMORFO $\text{SiO}_2\text{-SO}_3\text{H}$ , SOB IRRADIAÇÃO DE MICRO-ONDAS

Sandro Luiz Barbosa dos Santos  
Stanlei Ivair Klein  
Myrlene de Oliveira Ottone  
Milton de Souza Freitas  
Maria Luiza Pereira e Oliveira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201214>

### **CAPÍTULO 15..... 172**

#### SIMULAÇÃO DE COMPLEXOS FE(III) E CR(III) POR SIDERÓFOROS

Leonardo Konopaski Andreani  
Sérgio Ricardo de Lázaro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201215>

### **CAPÍTULO 16..... 181**

#### PERCEPCIÓN DE LOS SINALOENSES EN LAS ELECCIONES DEL ESTADO DE SINALOA PARA GOBENADOR, DIPUTADOS FEDERALES Y PRESIDENTES MUNICIPALES EN 2015

René Castro Montoya

José Vidal Jiménez Ramírez

Mario Castro Flores

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201216>

**CAPÍTULO 17..... 190**

TEAM BASED LEARNING: UMA ESTRATÉGIA DE AVALIAÇÃO COLABORATIVA

Telma Vinhas Cardoso

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.56421201217>

**SOBRE OS ORGANIZADORES ..... 206**

**ÍNDICE REMISSIVO..... 207**

# CAPÍTULO 10

## MATERIAL DE APOIO PARA ABORDAGEM DAS TRÊS LEIS DE KEPLER NO ENSINO MÉDIO

*Data de aceite: 01/11/2021*

*Data de Submissão: 27/08/2021*

**Gabriel Luiz Nalon Macedo**

Universidade Estadual de Maringá  
Maringá – Paraná

<http://lattes.cnpq.br/5084489836639078>

**RESUMO:** Pesquisas educacionais no Ensino de Ciência têm discutido durante as últimas décadas como alguns acontecimentos na História da Ciência podem ser abordados durante a educação científica. Nessa perspectiva, a presente pesquisa assume que a utilização da História da Ciência pode trazer benefícios para o Ensino de Física. O estudo buscou apresentar uma perspectiva histórica para as três leis de Kepler, a fim de construir o pensamento científico, desfazer concepções alternativas e proporcionar discussões com os alunos, tornando assim o Ensino de Física algo não dogmático, no qual, apenas o professor é detentor do conhecimento. Nesse contexto, considerando a relevância que a física kepleriana tem para a Física e o seu ensino, desejou-se na presente pesquisa elaborar textos, elucidando o processo de desenvolvimento das três leis do movimento planetário e, posteriormente, organizar propostas de aulas, com base nesses textos. A pesquisa foi dividida em duas etapas principais, a primeira foi a elaboração dos textos, retomando conceitos e pensamentos sobre alguns fenômenos físicos ao longo da história, partindo da concepção de

Universo na Grécia Antiga até a elaboração das três leis do movimento planetário por Johannes Kepler, a fim de compreender como se deu a sua formulação do movimento dos astros. A segunda etapa foi organizar propostas de aulas, com base nesses textos, para serem utilizadas por licenciandos e professores de Física do Ensino Médio. Para auxiliar nesse estudo de cunho qualitativo, utilizou-se alguns procedimentos metodológicos elencados na Análise Documental. Com base nessa análise, os resultados obtidos foram a construção de seis textos e a elaboração de sete propostas de aulas. Com a elaboração desses seis textos e sete propostas de aulas, foi possível construir o caminho histórico até as três leis do movimento planetário de Kepler, de forma concisa, instigadora, problematizada e contextualizada para serem utilizados no Ensino Médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, História da Física, Johannes Kepler, Movimento Planetário, Propostas de Aulas.

### SUPPORT MATERIAL FOR THE ADDRESSING OF KEPLER'S THREE LAWS IN HIGH SCHOOL

**ABSTRACT:** Educational researches in Science Teaching has discussed during the last decades how some events in the History of Science can be approached during science education. From this perspective, the present research assumes that the use of History of Science can bring benefits to the Physics Teaching. The study sought to present a historical perspective for Kepler's three laws, in order to set up scientific thinking, undo alternative conceptions and provide discussions

with students, thus making the Physics Teaching non-dogmatic, in which only the teacher holds of knowledge. In this context, considering the relevance that Keplerian physics has for Physics and its teaching, the aim of this research was to prepare texts, elucidating the development process of the three laws of planetary motion and, posteriorly, to organize class proposals based on these texts. The research was divided into two main stages, the first was the preparation of texts, resuming concepts and thoughts about some physical phenomena throughout history, from the conception of the Universe in Ancient Greece to the elaboration of the three laws of planetary motion by Johannes Kepler, in order to understand how his formulation of the movement of the celestial bodies came about. The second stage was to organize class proposals, based on these texts, to be used by high school physics undergraduates and teachers. In order to assist this qualitative study, some methodological procedures listed in the Document Analysis were used. Based on this analysis, the results obtained were the elaboration of six texts and the preparation of seven class proposals. Through the elaboration of these six texts and seven class proposals, it was possible to set up the historical path to Kepler's three laws of planetary motion, in a concise, instigating, problematized and contextualized way, to be used in High School.

**KEYWORDS:** Physics Teaching, History of Physics, Johannes Kepler, Planetary Motion, Class Proposals.

## 1 | INTRODUÇÃO

O Universo sempre fascinou e encantou os seres humanos, diversas sociedades como a grega, a babilônia, entre outras, buscavam entender, por exemplo, alguns mecanismos do funcionamento de nosso Sistema Solar. Como consequência, dessa observação atenta e questionadora, temos a divisão do dia terrestre em 24 horas; o ano formado por aproximadamente 365 dias e o detalhamento das especificidades de cada estação do ano, que é de suma importância para a agricultura.

Entre os filósofos gregos que se preocupavam em teorizar sobre o funcionamento do Universo, destaca-se Aristóteles (384 a.C. – 322 a.C.). O seu modelo cosmológico dividia o Universo em dois mundos (o “supralunar” e o “sublunar”), “[...] regradados por diferentes qualidades, no que concerne à natureza dos objetos e de seus movimentos” (ALBANESE; NEVES; VICENTINI, 2005, p. 66). Os corpos sublunares eram compostos de terra, água, ar e fogo, e os supralunares pelo éter. Para o estagirita, enquanto os movimentos dos corpos que habitam o mundo supralunar eram circulares e uniformes, pois eram perfeitos e incorruptíveis, os que se encontram no mundo sublunar dependiam da presença de terra, água, ar e fogo que compunham os objetos, havendo, desse modo, dois tipos de movimentos: o natural e o forçado ou violento (ÉVORA, 2005; ROCHA, 2015).

Apesar do esforço de muitos outros importantes personagens, durante séculos, em contrapor essas ideias aristotélicas, a primeira grande unificação, bem-sucedida, da Física terrestre e celeste é atribuída à Isaac Newton (1642 – 1727). Cento e quarenta e quatro anos depois da publicação do *Das Revoluções dos Corpos Celestes* (Copérnico); cinquenta

e cinco anos depois da publicação do *Diálogo sobre os dois Principais Sistemas do Mundo, o Ptolomaico e o Copernicano* (Galileu); sessenta e seis anos depois da duplicação do *Epítome da Astronomia Copernicana* (Kepler) e quarenta e três anos depois da publicação dos *Princípios da Filosofia* (Descartes), Isaac Newton publicou, em 1687, a primeira edição dos *Princípios Matemáticos da Filosofia Natural*, mais conhecido como os *Principia* de Isaac Newton. Nessa obra, o britânico demonstrou, por exemplo, que a Lua está em um movimento de queda livre constante em torno da Terra. Em suas palavras, “Que a Lua gravita em direção à Terra e que é desviada continuamente de um movimento retilíneo e mantida em sua órbita pela força da gravidade” (NEWTON, 2012, p. 197).

Apoiando-se sobre os ombros de seus antecessores, Newton teve o caminho aberto para dar a sua contribuição para o desenvolvimento da Física, formulando assim a Lei da Gravitação Universal. Para Newton chegar a este grande feito no estudo da dinâmica, ele recorreu à Lei dos períodos, também conhecida como a 3ª Lei de Kepler. Os estudos de Kepler foram de suma importância para Newton concluir a Lei da Gravitação Universal.

Desta forma, o presente trabalho traz a elaboração de textos e propostas de aulas para iniciar o conteúdo de Gravitação no Ensino Médio, com base nas três leis do movimento planetário formulada por Kepler no século XVII. Pois, devido ao pouco tempo de hora-atividade que os professores têm nos dias de hoje, é difícil para os educadores terem que buscar materiais em diferentes meios para prepararem aulas que envolva um desenvolvimento das ideias a serem estudadas de forma ampla e contextualizada. Tornando, assim, as aulas lecionadas tradicionalistas.

Ao longo dos últimos anos, o ensino tradicional tem recebido críticas de diversos pesquisadores (CARVALHO, 1989; CARVALHO, 2010; MATTHEWS, 1995). Nesse modelo de ensino, “[...] a atividade de ensinar está centrada no professor, que expõe e interpreta a matéria [...]” (LIBÂNEO, 1994, p. 64), expressando a ideia de que o conhecimento é algo a ser transmitido, sendo o aluno um agente passivo do processo. Dessa forma, os alunos são sobrecarregados de conhecimentos que são apenas decorados sem questionamento. O ensino tem como objetivo somente a execução de exercícios repetitivos, que não passam de mera manipulação de equações, reduzindo-se a pura memorização.

Essa prática é reforçada pelos livros didáticos, que trazem uma ciência fragmentada, criada por “mentes brilhantes”, não havendo mais nada para ser inventado ou descoberto, pois se encontra pronta e acabada. Essa visão leva os alunos a concluírem que são incapazes de fazer ciência, aumentando seu desinteresse pelas aulas. Faz-se então necessário que o aluno compreenda que a ciência não é algo linear e fragmentado, da forma como é abordada tradicionalmente. Pelo contrário, sendo resultado da construção humana, não é imune a erros e está marcada por contradições e dúvidas (CARVALHO, 2016).

A utilização de forma adequada da história da ciência possibilita tornar o aluno um agente mais ativo e consciente da verdadeira natureza da ciência. Por consequência,

umentam as chances de um maior e mais eficaz desenvolvimento do pensamento crítico, tornando possível um entendimento mais integral e significativo dos conceitos estudados (MATTHEWS, 1995). Além disso, os textos históricos auxiliam o professor na compreensão da estrutura e desenvolvimento dos conteúdos que leciona, o que o capacita a compreender com mais profundidade as dificuldades e resistências dos discentes, pois o aluno precisa passar por um processo semelhante ao processo ocorrido no desenvolvimento histórico da ciência.

Assim, a pesquisa se justifica por propor a elaboração de textos sobre as três leis do movimento planetário de Johannes Kepler (1571 – 1630) e propostas de aulas, com base nesses textos. O estudo construído servirá como um material didático adequado para abordar historicamente os conceitos keplerianos do movimento planetário, sendo muito útil para licenciandos e professores de Física do Ensino Médio.

Nesse contexto, considerando a relevância que a física kepleriana tem para a Ciência e o seu ensino, o *objetivo principal* da pesquisa foi *elaborar textos apresentando o desenvolvimento das três leis do movimento planetário de Kepler e, com base nesses textos, organizar propostas de aulas.*

## 2 | METODOLOGIA

A pesquisa de cunho qualitativo, buscou alcançar de forma significativa o objetivo formulado, a partir do estudo de livros e artigos de especialistas em Kepler.

O trabalho foi dividido em duas etapas principais, na primeira fez-se uso de alguns procedimentos metodológicos elencados na Análise Documental, pois neste tipo de pesquisa, busca-se em documentos as informações que se necessitam (ROSA, 2013). A Análise Documental é utilizada como técnica de coleta de registros para um trabalho de pesquisa baseado na interpretação de documentos, segundo Rosa (2013):

“[...] a análise documental é utilizada para que o pesquisador tenha noção do estado da arte no seu campo de pesquisa: o que já foi realizado? Quais os principais resultados que já foram obtidos por outros pesquisadores? Que metodologias já foram utilizadas para estudar este assunto? [...]”.

Dessa forma, a primeira etapa elencou as seguintes fontes secundárias para serem utilizadas como documentos na análise: *O homem e o Universo* (KOESTLER, 1989), *Astronomia Nova: a história da guerra contra Marte como exposição do método astronômico de Kepler* (ITOKAZU, 2006), *A Força que Move os Planetas: Da noção de Species Immateriata na Astronomia de Johannes Kepler* (ITOKAZU, 2006), *A descoberta das Leis do Movimento Planetário* (MOURÃO, 2003), *The Music of Heavens: Kepler's Harmonic Astronomy* (STEPHESON, 1994), *O método da Astronomia segundo Kepler* (TOSSATO, 2010), *Apenas um lado do jogo: Kepler condicionado por seu tempo?* (TOSSATO, 2006), *Carta de Tycho Brahe a Johannes Kepler em Graz* (TOSSATO, 2004), *Copernicanismo e realismo: rumo à unificação entre astronomia e cosmologia* (TOSSATO, 2003), *Discussão*

*cosmológica e renovação metodológica na carta de 9 de dezembro de 1599 de Brahe a Kepler* (TOSSATO, 2004) e *Mysterium Cosmographicum: Os Antecedentes das Duas Primeiras Leis Keplerianas dos Movimentos Planetários* (TOSSATO, 1999).

A partir da análise desses documentos, foram elaborados textos, realizando uma retomada de conceitos e pensamentos sobre alguns fenômenos físicos ao longo da história, partindo da concepção de Universo na Grécia Antiga até a elaboração das três leis do movimento planetário por Johannes Kepler, a fim de compreender como se deu a sua formulação do movimento dos astros.

Por fim, na segunda etapa, foram construídas propostas de aulas, embasadas nos textos elaborados. As propostas de aulas foram estruturadas a fim de englobar a participação ativa do estudante e a utilização de temas geradores, simuladores, construção de maquete e júri/simulado para o desenvolvimento das aulas, visando romper com o ensino tradicional e dogmático.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados obtidos com a pesquisa na primeira etapa foram a construção de seis textos e, na segunda etapa, a elaboração de sete propostas de aulas embasadas nos textos.

Os textos elencam as principais ideias e conceitos que antecederam as três leis do movimento planetário e o desenvolvimento das três leis propriamente dito. Os seis escritos construídos foram intitulados da seguinte forma: *As influências milenares, O começo da mudança, O pai da Astronomia moderna: Johannes Kepler, A precisão nos dados de Tycho Brahe: Caminho às leis do movimento planetário, A reinterpretação das órbitas dos planetas e A música kepleriana.*

O primeiro texto, *As influências milenares*, aborda os principais pensamentos e conceitos físicos e astronômicos elaborados por Pitágoras, Platão e Aristóteles e traz as principais ideias do modelo ptolomaico. As principais características desse texto são: apresentar o pensamento pitagórico sobre a matemática ser a base de tudo o que existe e a harmonia dos astros; expor a ideia platônica sobre o mundo sensível e o mundo inteligível, a fim de alcançar o dogma da circularidade de Platão; mostrar a concepção de universo aristotélica e enunciar os mecanismos do modelo geostático de Ptolomeu.

Dando continuidade à linha histórica, o segundo texto, *O começo da mudança*, apresenta os principais mecanismos e fundamentos do modelo heliostático de Copérnico. Em seguida, o terceiro escrito elaborado, *O pai da Astronomia moderna: Johannes Kepler*, traz um pouco sobre a vida de Kepler e apresenta a sua primeira obra *Mysterium Cosmographicum* de 1596, elencando os pensamentos essenciais da obra, como o modelo planetário kepleriano embasado nos sólidos platônicos.

O quarto texto, *A precisão nos dados de Tycho Brahe: Caminho às leis do movimento*

*planetário*, traz a importância dos dados de Tycho Brahe, o maior astrônomo observacional da era pré-telescópica, para Kepler construir as três leis. Em seguida, no mesmo texto, é abordado a obra *Astronomia Nova* de 1609 e o desenvolvimento da lei das áreas ou, como é conhecida atualmente, a Segunda Lei de Kepler, elaborada três anos antes da Primeira Lei, conforme consta nos registros da *Astronomia Nova*.

O quinto escrito, *A reinterpretación das órbitas dos planetas*, mostra, ainda no livro *Astronomia Nova*, o dificultoso trabalho de Kepler para chegar à lei das órbitas, em que estabelece que as órbitas dos planetas são elípticas em torno do Sol. Por fim, o sexto texto, *A música kepleriana*, apresenta a obra *Harmonice Mundi* de 1619 e a construção da terceira lei do movimento planetário de Kepler, destacando a forte influência pitagórica sobre a harmonia dos astros.

As sete propostas de aulas elaboradas, proveniente dos textos, são estruturadas da seguinte forma. Para a contextualização dos alunos, a proposta de aula para o primeiro texto deve ser uma aula de introdução às ideias que influenciaram Kepler no desenvolvimento das três leis do movimento planetário. O tema da aula deve abordar as ideias de concepção de Universo desenvolvidas por alguns dos grandes estudiosos antigos. O objetivo principal dessa primeira aula é construir com os alunos as ideias e concepções que predominaram antes de Kepler para contextualizar o aluno, deixando claro a ideia da harmonia dos astros de Pitágoras, o dogma da circularidade de Platão, a divisão de mundo de Aristóteles e a essência do modelo geostático de Ptolomeu.

A proposta de aula para o segundo texto, caracteriza-se por ter a possibilidade de ser abordada de duas maneiras distintas. A primeira de forma expositiva, debatendo com os alunos o conteúdo para atingir o objetivo da aula que é apresentar o modelo heliostático de Copérnico e deixar evidente a rejeição por parte da comunidade da época. Para o auxílio dessas discussões sobre os fenômenos questionáveis do modelo copernicano, o professor pode utilizar simuladores do modelo geostático e heliostático que mostram, por exemplo, a explicação do movimento retrógrado dos planetas. A segunda opção seria o professor organizar uma espécie de tribunal, um júri simulado, para julgar o modelo heliostático e geostático.

A proposta de aula para o terceiro texto apresenta o seguinte objetivo geral: introduzir aos alunos o modelo dos sólidos platônicos apresentado por Kepler na obra *Mysterium Cosmographicum*. Para que os alunos não fiquem passivos na aula, propomos que para iniciá-la o professor faça uma pergunta aos alunos na qual a mesma servirá como um tema gerador da aula. Assim como Kepler se perguntou o porquê o Universo era formado por precisamente seis planetas, a pergunta a ser feita aos alunos seria o porquê nosso sistema solar é formado por oito planetas e não mais ou menos do que isso. Conforme as respostas dos alunos é papel do professor construir a dinâmica da aula com base nas respostas, a fim de direcionar o caminho da aula aos objetivos.

O texto quatro apresenta duas propostas de aula. A primeira proposta é apresentar

aos alunos a história de Tycho Brahe, a fim de justificar a sua devoção à astronomia e de como obteve dados observacionais excelentes antes mesmo da invenção do telescópio. E descrever a relação entre Kepler e Tycho Brahe, que levará Kepler a ter acesso aos dados de Brahe e assim desenvolver as leis do movimento planetário. A segunda proposta é mostrar o caminho e as ideias que levaram Kepler a determinar a lei das áreas. Optou-se por apresentar a Segunda Lei de Kepler antes da Primeira Lei para respeitar a ordem cronológica de desenvolvimento e mostrar aos alunos que o desenvolvimento científico não acontece de forma linear como é mostrado geralmente. O professor poderá utilizar o simulador Planetary Orbit Simulator, para desenvolver os conceitos da lei com os alunos e avaliá-los de forma formativa.

A proposta de aula para o quinto texto é caracterizada por demonstrar o processo kepleriano para a obtenção da órbita elíptica de Marte. Em seguida, é proposto para o professor trabalhar algumas propriedades matemáticas da elipse e explicar a ocorrência das estações do ano na Terra, visto que é uma concepção alternativa pensar que a órbita elíptica da Terra é a responsável por esse fenômeno. Sugere-se também, a utilização de simuladores para trabalhar com a questão das excentricidades das órbitas. Por fim, é proposto a elaboração de um trabalho em que os alunos deverão construir uma maquete que represente a órbita de alguns corpos celestes do sistema solar.

A última proposta de aula elaborada está relacionada com o sexto texto. O professor poderá iniciar a aula questionando os alunos sobre a possibilidade de relacionar o movimento dos planetas em torno do Sol com a música, de forma a elucidar a ideia metafísica que está por trás da terceira lei. Após promover o debate, é proposto enunciar o caminho que Kepler percorreu para elaborar a lei da harmonia. Ao fim, o professor poderá estar mostrando o vídeo Giovanni Keplero – Harmonices Mundi, em que, através dos dados obtidos por Kepler, é composta a melodia de cada planeta devido ao seu movimento em torno do Sol.

Por meio dos textos e das propostas de aulas apresentadas acredita-se que, o conteúdo das três leis de Kepler, pode ser abordado com a inserção da história da física. Porém, é claro que há diversas realidades dentro de uma sala de aula em todo o Brasil, portanto, essas propostas de aulas elaboradas podem ser adaptadas conforme a necessidade do professor, a fim de atingir o objetivo principal dessa obra que é a construção histórica das três leis do movimento planetário de Kepler.

#### **4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Por meio das propostas de aulas apresentadas acredita-se que o conteúdo de Gravitação, que é deixado em segundo plano e muitas vezes não é trabalhado pelo professor no Ensino Médio, pode ser iniciado com os estudos de Kepler sobre o movimento planetário, uma vez que esses estudos foram significativos para Isaac Newton concluir seu trabalho sobre a Gravitação Universal.

Devido ao pouco tempo de hora-atividade que os professores têm nos dias de hoje, é difícil terem que buscar materiais em diferentes meios para prepararem aulas que envolva um desenvolvimento das ideias a serem estudadas de forma ampla e contextualizada. Diante disso, apresenta-se no trabalho textos para que os professores possam se embasar e, assim, aplicar as propostas de aulas apresentadas no fim de cada texto, com a finalidade de terem como resultado final uma sequência histórica do desenvolvimento das três leis de Kepler.

Enfatizando o processo histórico de desenvolvimento das ideias keplerianas, apresenta-se aos alunos que a ciência não é construída de forma linear como na maioria das vezes é passado devido a aulas tradicionais. Pois, como por exemplo, diz o epistemólogo Thomas Kuhn, a ciência é formada por descontinuidades que ocorrem devido a revoluções científicas que rompe com algum paradigma científico.

Além do mais, ao apresentar visões alternativas de ideias para um mesmo fenômeno físico e como é construído argumentos racionais sobre o mesmo, desenvolve-se nos alunos um pensamento crítico que refletirá em todas as áreas do conhecimento.

Sendo assim, acredita-se que ao apresentar essa visão histórica aos alunos os mesmos desconstruirão o olhar conturbado de ciência que é passado para eles durante a vida escolar e, até mesmos, inspirara-os a terem ideias, desenvolverem raciocínios, buscar respostas por meio de argumentos e questionar as coisas ao se redor, ao invés de simplesmente aceitar o que é dito.

## REFERÊNCIAS

ALBANESE, A.; NEVES, M. C. D.; VICENTINI, M. **Concepções de estudantes sobre equilíbrio, atrito e dissipação**. In: NEVES, M. C. D.; SAVI, A. A. (Orgs.). De Experimentos, Paradigmas e Diversidades no Ensino de Física. Maringá, PR: Massoni, 2005. P. 65-84.

CARVALHO, A. M. P. **Física: proposta para um ensino construtivista**. São Paulo: EPU, 1989.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. **Abordagens histórico-filosóficas em sala de aula: questões e propostas**. In: CARVALHO, A. M. P. de (Coord.). Ensino de Física. São Paulo: Cengage Learning, 2010, p. 107-139.

CARVALHO, B. C. de. **Análise histórica do conceito de calor nos trabalhos de Joule e a Transposição Didática do equivalente mecânico do calor nos livros didáticos de Física**. 2016. 176. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência e a Matemática), Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR.

ÉVORA, F. R. R. **Natureza e Movimento: um estudo da física e da cosmologia aristotélicas**. Cad. Hist. Fil. Ci., v. 15, n. 1, p. 127-170, 2005.

ITOKAZU, A. G. **Astronomia Nova: a história da guerra contra Marte como exposição do método astronômico de Kepler**. 2006. 249. Tese (Doutorado em Filosofia), Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.

ITOKAZU, A. G. **A Força que Move os Planetas: Da noção de *Species Immateriata* na Astronomia de Johannes Kepler** / Anastasia Guidi Itokazu – Cad. Hist. Fil. Ci., Campinas, Série 3, v. 16, n. 2, p. 211-231, jul-dez. 2006.

KOESTLER, A. **O homem e o Universo**, São Paulo: IBRASA, 1989.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. São Paulo: Cortez, 1994.

MATTHEWS, M. R. **História, Filosofia e Ensino de Ciências: a Tendência Atual de Reaproximação**. Tradução: Cláudia Mesquita de Andrade. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v. 12, n. 3, p. 164-214, dez. 1995.

MOURÃO, R. R. de F. K. **A descoberta das Leis do Movimento Planetário** / Ronaldo Rogério de Freitas Mourão – São Paulo: Odysseus Editora, 2003.

NEWTON, I. **Principia: Princípios Matemáticos de Filosofia Natural – Livro II e III**. 1 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2012.

ROSA, P. R. da S. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**. Campo Grande: UFMS, 2013.

ROCHA, J. M. **A descoberta da Teoria da Gravitação Universal: Uma análise desde Aristóteles aos Principia**. 2015. 52f. Monografia (Licenciatura em Física) – Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro/RJ.

STEPHENSON, B. **The Music of Heavens: Kepler's Harmonic Astronomy** – Princeton University, 1994.

TOSSATO, C. R. **Mysterium Cosmographicum: Os Antecedentes das Duas Primeiras Leis Keplerianas dos Movimentos Planetários** – Cadernos Espinosanos V, p. 35-63,1999.

TOSSATO, C. R. **Copernicanismo e realismo: rumo à unificação entre astronomia e cosmologia** – Scientiae studia, São Paulo, v. 1, n. 4, p. 553-564,2003.

TOSSATO, C. R. **Carta de Tycho Brahe a Johannes Kepler em Graz** – Scientiae studia, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 567-574,2004.

TOSSATO, C. R. **Discussão cosmológica e renovação metodológica na carta de 9 de dezembro de 1599 de Brahe a Kepler** – Scientiae studia, São Paulo, v. 2, n. 4, p. 537-565,2004.

TOSSATO, C. R. **Apenas um lado do jogo: Kepler condicionado por seu tempo?** – Scientiae studia, São Paulo, v. 4, n. 4, p. 627-640,2006.

TOSSATO, C. R.; MARICONDA, P. R. **O método da Astronomia segundo Kepler** – Scientiae studia, São Paulo, v. 8, n. 3, p. 339-366,2010.

## ÍNDICE REMISSIVO

### SÍMBOLOS

1-3 dioxolanas 163

#### A

Agricultura 12, 48, 66, 93, 108, 122, 149, 172

Alfabetização espacial 5, 110, 111, 115, 117, 118

Alfabetização geográfica 110, 112, 114, 115, 118

Amazônia 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 81, 83, 93

Aprendizagem baseada em problemas; 15

Aromas; 15, 16

Auto-aldolização 6, 163

Avaliação 7, 19, 29, 38, 82, 93, 109, 111, 156, 157, 159, 160, 190, 191, 194, 195, 198, 200, 201, 202, 204, 206

#### B

B3LYP 172, 174

#### C

Cetalização 6, 163, 166, 167

Cetonas protonadas 163

Cromo (III) 172

#### D

Década do oceano 42, 48

Demanda hídrica 82

DFT 172, 173

Diagnóstico energético 94, 96, 97, 98

Dinâmica de fluidos computacional 5, 130

Diseño y análisis de experimentos 139

#### E

Electron-positron pair 4, 1, 2, 5, 7

Ensino de Física 8, 121, 128, 129, 203

Ensino de química 15, 16, 23, 24, 25

Ensino e aprendizagem 130, 191

Estratificado 181, 184, 185, 187, 189

## **F**

Fenômenos de transporte 6, 130, 131, 138

Ferro (III) 172

## **G**

Geoquímica 4, 9, 12, 13

## **H**

Hidrólise de cetais 163

História da física 121, 127

Hospitalidade 6, 154, 156, 160, 161

## **I**

Iluminação artificial 94, 96

## **J**

Johannes Kepler 121, 122, 124, 125, 128, 129

## **L**

LED 94, 95, 96, 97, 101, 102, 103, 105, 107, 108, 109

Lisímetros 82, 83, 84, 85, 86, 93

## **M**

Malacocultura 42, 43, 45, 46, 47, 49

Meio ambiente 33, 34, 35, 36, 38, 51, 64, 69, 70, 71, 76, 78, 94, 95, 97, 101, 102, 106, 154, 161

Metodología 6, 139, 140, 141, 153, 189

Metodologia ativa 23, 25, 190, 193, 202

Modelos 32, 82, 83, 97, 132, 135, 138, 139, 141

Movimento planetário 121, 123, 124, 125, 126, 127, 129

Muestreo 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 189

## **O**

Oceanografia 41, 42

## **P**

Pair production 1, 2, 3, 6, 7, 8

Pensamento espacial 110, 111, 112, 114, 115, 117, 118, 119

Piscicultura marinha 42, 44, 47, 49, 63

Planejamento 27, 31, 95, 155, 161, 162, 192, 201, 206

Población 181, 183, 184, 185, 186, 187, 189

Posicionamento estratégico 154, 157

Propostas de aulas 121, 123, 124, 125, 126, 127, 128

## **Q**

Química computacional 172, 174

## **S**

Sideróforo 172, 173

Sílica sulfonada 163, 165

Superfície de resposta y pruebas de hipótesis 139

Sustentabilidade 10, 12, 13, 14, 27, 33, 34, 35, 38, 40, 42, 47, 48, 102, 155, 157, 159, 160

## **T**

Tamaño de muestra 181, 183, 184, 185, 186, 189

Team based learning 7, 190, 192, 202

Terras pretas 4, 9, 10, 11, 12, 13, 14

Triplet pair production 1, 3, 6, 7, 8

## **U**

Uso consciente 35

## **V**

Vigna unguiculata L 82, 87

## **W**

Walp. Penman-monteith 82

# Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



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

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

@atenaeditora 

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

Atena  
Editora

Ano 2021

# Cultura, epistemologia e educação em ciências exatas e da terra



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



[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



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



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



**Atena**  
Editora

Ano 2021