

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# Física:

## O Universo e os Fenômenos Naturais

Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

**Editora Chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Assistentes Editoriais**

Natalia Oliveira

Bruno Oliveira

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto Gráfico e Diagramação**

Natália Sandrini de Azevedo

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Maria Alice Pinheiro

**Imagens da Capa**

Shutterstock

**Edição de Arte**

Luiza Alves Batista

**Revisão**

Os Autores

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.



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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 Humanas e Sociais Aplicadas**

Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná

Prof. Dr. Américo Junior Nunes da Silva – Universidade do Estado da Bahia

Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Carlos Antonio de Souza Moraes – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Crisóstomo Lima do Nascimento – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Ivone Goulart Lopes – Instituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. William Cleber Domingues Silva – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### **Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfnas

### **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Débora Luana Ribeiro Pessoa – Universidade Federal do Maranhão

Prof. Dr. Douglas Siqueira de Almeida Chaves – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro

Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Gabriela Vieira do Amaral – Universidade de Vassouras

Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Helio Franklin Rodrigues de Almeida – Universidade Federal de Rondônia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Iara Lúcia Tescarollo – Universidade São Francisco

Prof. Dr. Igor Luiz Vieira de Lima Santos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Jefferson Thiago Souza – Universidade Estadual do Ceará

Prof. Dr. Jesus Rodrigues Lemos – Universidade Federal do Piauí

Prof. Dr. Jônatas de França Barros – Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Prof. Dr. Luís Paulo Souza e Souza – Universidade Federal do Amazonas

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande

Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte

Prof. Dr. Paulo Inada – Universidade Estadual de Maringá

Prof. Dr. Rafael Henrique Silva – Hospital Universitário da Universidade Federal da Grande Dourados

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

### **Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

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

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

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> 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  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

### **Linguística, Letras e Artes**

Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Angeli Rose do Nascimento – Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Carolina Fernandes da Silva Mandaji – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Denise Rocha – Universidade Federal do Ceará  
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia

### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba  
Prof. Dr. Adilson Tadeu Basquerote Silva – Universidade para o Desenvolvimento do Alto Vale do Itajaí  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Aleksandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar

Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Prof. Ma. Cláudia de Araújo Marques – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª Drª Cláudia Taís Siqueira Cagliari – Centro Universitário Dinâmica das Cataratas  
Prof. Me. Clécio Danilo Dias da Silva – Universidade Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Me. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará  
Profª Ma. Daniela da Silva Rodrigues – Universidade de Brasília  
Profª Ma. Daniela Remião de Macedo – Universidade de Lisboa  
Profª Ma. Dayane de Melo Barros – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Douglas Santos Mezacas – Universidade Estadual de Goiás  
Prof. Me. Edevaldo de Castro Monteiro – Embrapa Agrobiologia  
Prof. Me. Eduardo Gomes de Oliveira – Faculdades Unificadas Doctum de Cataguases  
Prof. Me. Eduardo Henrique Ferreira – Faculdade Pitágoras de Londrina  
Prof. Dr. Edwaldo Costa – Marinha do Brasil  
Prof. Me. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita  
Prof. Me. Ernane Rosa Martins – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Me. Euvaldo de Sousa Costa Junior – Prefeitura Municipal de São João do Piauí  
Prof. Dr. Everaldo dos Santos Mendes – Instituto Edith Theresa Hedwing Stein  
Prof. Me. Ezequiel Martins Ferreira – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Fabiana Coelho Couto Rocha Corrêa – Centro Universitário Estácio Juiz de Fora  
Prof. Me. Fabiano Eloy Atilio Batista – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Felipe da Costa Negrão – Universidade Federal do Amazonas  
Prof. Me. Francisco Odécio Sales – Instituto Federal do Ceará  
Profª Drª Germana Ponce de Leon Ramírez – Centro Universitário Adventista de São Paulo  
Prof. Me. Gevair Campos – Instituto Mineiro de Agropecuária  
Prof. Me. Givanildo de Oliveira Santos – Secretaria da Educação de Goiás  
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Me. Gustavo Krahl – Universidade do Oeste de Santa Catarina  
Prof. Me. Helton Rangel Coutinho Junior – Tribunal de Justiça do Estado do Rio de Janeiro  
Profª Ma. Isabelle Cerqueira Sousa – Universidade de Fortaleza  
Profª Ma. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia  
Prof. Me. Javier Antonio Albornoz – University of Miami and Miami Dade College  
Prof. Me. Jhonatan da Silva Lima – Universidade Federal do Pará  
Prof. Dr. José Carlos da Silva Mendes – Instituto de Psicologia Cognitiva, Desenvolvimento Humano e Social  
Prof. Me. Jose Elyton Batista dos Santos – Universidade Federal de Sergipe  
Prof. Me. José Luiz Leonardo de Araujo Pimenta – Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria Uruguay  
Prof. Me. José Messias Ribeiro Júnior – Instituto Federal de Educação Tecnológica de Pernambuco  
Profª Drª Juliana Santana de Curcio – Universidade Federal de Goiás  
Profª Ma. Juliana Thaisa Rodrigues Pacheco – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Kamilly Souza do Vale – Núcleo de Pesquisas Fenomenológicas/UFPA  
Prof. Dr. Kárpio Márcio de Siqueira – Universidade do Estado da Bahia  
Profª Drª Karina de Araújo Dias – Prefeitura Municipal de Florianópolis  
Prof. Dr. Lázaro Castro Silva Nascimento – Laboratório de Fenomenologia & Subjetividade/UFPR

Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lillian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Lilians Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Lívia do Carmo Silva – Universidade Federal de Goiás  
Prof. Dr. Lucio Marques Vieira Souza – Secretaria de Estado da Educação, do Esporte e da Cultura de Sergipe  
Prof. Dr. Luan Vinicius Bernardelli – Universidade Estadual do Paraná  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Luma Sarai de Oliveira – Universidade Estadual de Campinas  
Prof. Dr. Michel da Costa – Universidade Metropolitana de Santos  
Prof. Me. Marcelo da Fonseca Ferreira da Silva – Governo do Estado do Espírito Santo  
Prof. Dr. Marcelo Máximo Purificação – Fundação Integrada Municipal de Ensino Superior  
Prof. Me. Marcos Aurelio Alves e Silva – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Prof<sup>ª</sup> Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Física: o universo e os fenômenos naturais

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira  
**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Maria Alice Pinheiro  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizador:** Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

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

F537 Física: o universo e os fenômenos naturais / Organizador Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5706-903-5

DOI 10.22533/at.ed.035211903

1. Física. I. Almeida Junior, Edson Ribeiro de Britto de (Organizador). II. Título.

CDD 530

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



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.

## APRESENTAÇÃO

A coletânea “Física: O Universo e os Fenômenos Naturais” é uma obra que tem como foco principal a discussão científica por intermédio dos trabalhos que compõem seus capítulos. O volume abordará, de forma categorizada e interdisciplinar, resultados de pesquisas, relatos de casos e/ou revisões que transitam no pluralismo conceitual e epistemológico da Física e seu ensino.

O objetivo central do livro é apresentar, de forma categorizada e clara, estudos desenvolvidos em diversas instituições de ensino e pesquisa do Brasil. A Física é uma ciência natural baseada em experimentos, medições e análises matemáticas com o propósito de encontrar leis físicas quantitativas para tudo, desde o nano mundo do microcosmo aos planetas, sistemas solares e galáxias que ocupam o macrocosmo. Temas diversos e interessantes são, deste modo, discutidos aqui com a proposta de fundamentar o conhecimento de acadêmicos, mestres, doutores e todos aqueles que de alguma forma se interessam pela Física e seus processos de ensino e de aprendizagem.

Os autores do primeiro capítulo da obra, por meio dos parâmetros estruturais de um poço quântico de GaAs com barreiras de AlGaAs, simularam os níveis de energia, funções de onda e densidade de probabilidade, por meio de uma solução numérica da Equação de Schrödinger, independente do tempo, para um poço finito. Com os resultados da interação elétron-buraco para os diferentes níveis energéticos do poço, o referido trabalho apresenta um exemplo direto e simples na solução de poços de potenciais quânticos reais. O segundo capítulo apresenta um trabalho experimental, no qual os autores utilizaram um termômetro de infravermelho de baixo custo para estimar a água precipitável na região de Florianópolis-SC. Fundamentado na dinâmica molecular clássica, os autores do terceiro capítulo discutem as propriedades termodinâmicas em sistemas binários e ternários compostos por óleo leve, CO<sub>2</sub> e salmoura para aplicações envolvendo recuperação aprimorada de petróleo. O quarto capítulo apresenta resultados de um estudo dos movimentos orbitais de detritos espaciais na vizinhança da Estação Espacial Internacional com o intuito de rastreá-los, visando evitar colisões entre eles e satélites artificiais operacionais.

Os demais trabalhos apresentam instrumentos e metodologias para o ensino de Física. O quinto capítulo, por exemplo, usam a abordagem da modelagem científica de Bunge, adotando um objeto-modelo experimental e o incorporando na teoria da Mecânica Newtoniana para o desenvolvimento de um modelo teórico-prático validado empiricamente. Seguindo a perspectiva de propostas experimentais para o ensino de Física, o sexto capítulo discute a possibilidade de demonstração do efeito magnético de um ímã em um solenoide por meio da construção de um Trem Magnético. O sétimo capítulo parte da grade comum dos conteúdos ensinados no curso de graduação em Física relacionados à dinâmica de rotações, para explicar o funcionamento do giroscópio, pião, tip-top e spinner, os quais, apesar de serem normalmente utilizados para recreação, possuem também aplicações

educacionais e outras utilidades muito interessantes de serem exploradas na área de Ensino de Física.

Além de práticas experimentais “manuais”, alguns trabalhos contemplam propostas para a ludicidade do ensino de Física. O oitavo trabalho incorporou o estudo de trajetórias bidimensionais de forma integrada, aliando a confecção de uma catapulta caseira em escala, no estilo Trebuchet, à realização de um estudo incisivo dos conceitos físicos necessários para descrição de seu funcionamento. A constituição de dados experimentais e simulações das trajetórias, foram obtidas por intermédio do software livre Tracker. O nono e último trabalho apresenta a potencialidade de recursos, como jogos educativos, como ferramenta de inclusão de alunos surdos, no que diz respeito aos processos de ensino e de aprendizagem de Física I.

Deste modo, essa leitura proporcionará um repertório de trabalhos bem fundamentados e com resultados práticos, obtidos por diversos professores e acadêmicos que arduamente desenvolveram seus trabalhos que aqui serão apresentados de maneira concisa e didática. 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.

Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

#### **ANALISE ÓPTICA E SIMULAÇÃO NUMÉRICA DA INTERAÇÃO ELÉTRON-BURACO EM POÇO QUÂNTICO DE GAS COM BARREIRAS DE ALGAS**

João Vitor de Souza Paz  
Jesus Maria Herazo Warnes  
Marcio Daldin Teodoro  
Rômulo Ronan Oliveira de Moraes  
Leonardo Dias de Souza

**DOI 10.22533/at.ed.0352119031**

### **CAPÍTULO 2..... 12**

#### **ESTIMATIVAS DA ÁGUA PRECIPITÁVEL ATMOSFÉRICA A PARTIR DE UM TERMÔMETRO DE INFRAVERMELHO**

Renato Ramos da Silva  
Joana Zanette Crema  
Rubinei Dorneles Machado

**DOI 10.22533/at.ed.0352119032**

### **CAPÍTULO 3..... 23**

#### **MOLHABILIDADE EM INTERFACES BINÁRIAS E TERNÁRIAS COMPOSTAS DE CO<sub>2</sub>, SALMOURA E ÓLEO, VIA DINÂMICA MOLECULAR CLÁSSICA**

Lucas S. de Lara  
Danilo V. dos Santos  
Derik W. Gryczak  
Taiza A.S. do Carmo  
Alexandre C. Junior  
Andressa Novatski

**DOI 10.22533/at.ed.0352119033**

### **CAPÍTULO 4..... 44**

#### **REENTRY AND COLLISION RISK OF SPACE DEBRIS IN LEO REGION**

Jarbas Cordeiro Sampaio  
Ewerton Felipe Barbosa Paim dos Santos

**DOI 10.22533/at.ed.0352119034**

### **CAPÍTULO 5..... 58**

#### **MODELAGEM CIENTÍFICA: CONSTRUÇÃO DE MODELO TEÓRICO DE DUAS MOLAS ASSOCIADAS EM SERIE E EM PARALELO SOB A ABORDAGEM ENERGÉTICA**

Ricardo Robinson Campomanes Santana  
Vitória Luiza Fernandes Frare  
Jean Reinildes Pinheiro

**DOI 10.22533/at.ed.0352119035**

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>72</b>
<b>UMA PROPOSTA EXPERIMENTAL NO ESTUDO DO ELETROMAGNETISMO: TREM MAGNÉTICO SIMPLES</b>	
José Tiago de Sousa	
Isaiane Rocha Bezerra	
Bento Bruno de Sousa	
Gilson Mauriz Gomes	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352119036</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>79</b>
<b>PIÕES, SPINERS E GIROSCÓPIOS, BRINQUEDOS E APLICAÇÕES FÍSICAS</b>	
Gabrielly Maria Camargo de Jesus	
João Marcos Fávoro Lopes	
Leandro Morais Azevedo	
Luiz Felipe Demétrio	
Pedro Haerter Pinto	
Marcos Cesar Danhoni Neves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352119037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>88</b>
<b>TREBUCHET: EFEITO DA RESISTÊNCIA DO AR NO MOVIMENTO DE PROJÉTEIS</b>	
José Flávio Marcelino Borges	
Ráfaga Wiecheteck Vurobi	
Lucas Stori de Lara	
Fabiana Cristina Nascimento Borges (Em memória)	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352119038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>100</b>
<b>JOGOS EDUCATIVOS ADAPTADOS COMO RECURSO DE APRENDIZAGEM DE FÍSICA I PARA DISCENTES SURDOS NO INSTITUTO FEDERAL DO AMAZONAS-IFAM/CMC</b>	
Carla Caroline Melgueira Silva	
Allaiza Thaisa Maia Menezes	
Fabrício de Oliveira Farias	
Klinsley Silva Rosas	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0352119039</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>116</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO</b> .....	<b>117</b>

## PIÕES, SPINERS E GIROSCÓPIOS, BRINQUEDOS E APLICAÇÕES FÍSICAS

Data de aceite: 01/03/2021

**Gabrielly Maria Camargo de Jesus**  
UEM

**João Marcos Fávaro Lopes**  
UEM

**Leandro Moraes Azevedo**  
UEM

**Luiz Felipe Demétrio**  
UEM

**Pedro Haerter Pinto**  
UEM

**Marcos Cesar Danhoni Neves**  
UEM

**RESUMO:** Partindo dos conteúdos ensinados no curso de graduação em Física relacionados à dinâmica de rotações, o trabalho explica o funcionamento do giroscópio, pião, tip-top e spinner, os quais, apesar de serem normalmente utilizados para recreação, possuem também aplicações educacionais e outras utilidades muito interessantes de serem exploradas na área de Ensino de Física.

**PALAVRAS - CHAVE:** Brinquedos. Rotação. Ensino de Física.

**ABSTRACT:** The first magnets that humanity knew was in antiquity. Magnetic phenomena are all the interactions observed between magnets,

so the term magnetism has come to be used to study the phenomena and properties that surround magnets. A solenoid, when traversed by an electric current, creates a magnetic field inside and outside, the experiment set up for the construction of this work was called Magnetic Train, where the main idea was to demonstrate the magnetic effect of a magnet on a solenoid, the assembly is made with materials of relative access. The experiment was built and presented by students of the Electromagnetism Laboratory discipline of the Physics Degree course.

**KEYWORDS:** Experiment, Electromagnetism, Magnetic Fields.

### 1 | INTRODUÇÃO

Platão já estudava os movimentos celestes, partindo de uma concepção de geocentrismo, considerando estes movimentos como circulares e harmônicos. Surgiu, assim, um grande interesse em estudar objetos que rotacionassem ou que apresentavam ciclos. Com Newton, no século XVII, toda a Mecânica foi revolucionada, uma vez surgiram foram cunhados os conceitos de Força, Torque, Momento Angular e Linear, utilizando estas ferramentas matemáticas que tomariam a forma, posteriormente, de notação vetorial. Com esta matematização da natureza, foi possível estudar com precisão os movimentos e ações descritos por objetos em rotação.

## 2 | FIDGET SPINNERS

Os chamados *fidget spinners* ou *hand spinners* tiveram origem em 1996 quando Catherine Hettinger teve a ideia de criar um brinquedo para crianças com distúrbios de ansiedade. Porém, não conseguindo lançar o produto em grande escala, em 2005 ela desistiu da patente. No início do ano de 2017 um brinquedo muito similar ao projetado por Catherine foi lançado e se espalhou em grande escala por todo o mundo, passando a ser fabricado por diversas marcas de brinquedos infantis.

Basicamente o fidget spinner é um brinquedo em forma de hélice (imagem 1) que tem geralmente de duas a três pás (braços). No centro há um rolamento e na extremidade de cada braço há um elemento metálico que torna a massa da estrutura do spinner, geralmente plástica, desprezível.

Para utilizar o brinquedo, geralmente segura-se o rolamento utilizando os dedos polegar e indicador de uma mão e, com a outra, aplica-se uma força em um dos braços do spinner, fazendo-o girar. Com essa rotação surgirá um momento angular no sentido do torque e, ao movimentar o spinner, o momento é sentido como uma força resistente ao movimento da translação do brinquedo.

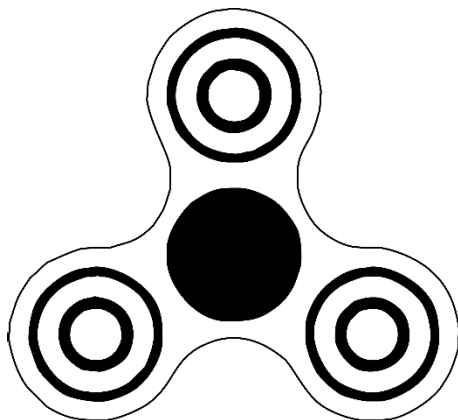


Imagem 1 - Modelo de *fidget spinner*.

Fonte: DEPOSITPHOTOS, 2017 (adaptado pelos autores)

### 2.1 Funcionamento

Uma das principais diferenças entre os spinners é a velocidade e o tempo de duração da rotação após aplicar o torque. Considerando um spinner (imagem 2) de massa  $k$  com  $n$  “braços” o seu momento de inércia  $I$  será:



$$I = M_1 r_1^2 + M_2 r_2^2 + \dots + M_n r_n^2$$

onde  $M$  é a massa do “braço” e  $r$  o seu comprimento. Em um caso onde todos os braços são iguais, tem-se que,

$$I = nMr^2,$$

onde  $I$  é o momento de inércia do spinner.

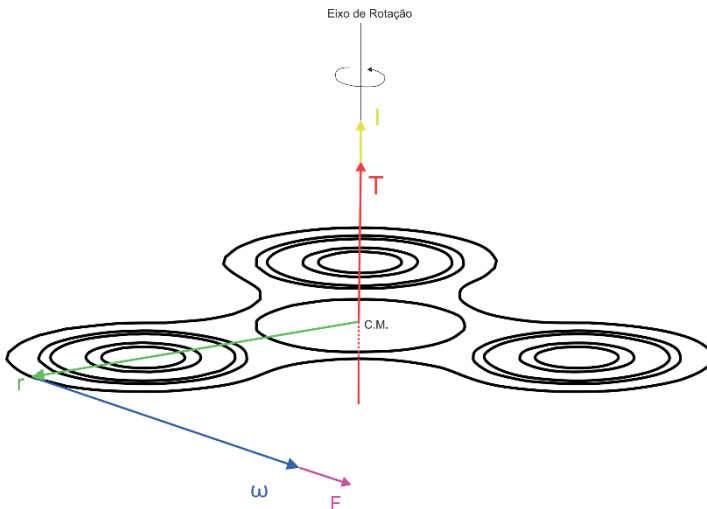


Imagem 2 - Grandezas presentes na rotação do spinner.

Fonte: DEPOSITPHOTOS (adaptado)

Vale ressaltar que quando o spinner está rotacionando de forma equilibrada no espaço, o sentido do torque e do momento angular são o do eixo de rotação do spinner, sendo que este eixo é o que passa pelo centro de massa e é normal ao plano do movimento de rotação do brinquedo.

### 3 | PIÕES

A origem do pião é incerta, entretanto existem evidências de que este existe desde o ano 4000 a.C. graças a registros arqueológicos na antiga Mesopotâmia. O pião foi trazido ao Brasil pelos portugueses e se espalhou rapidamente pelo território nacional, sendo muito popular até os dias hodiernos.

O pião consiste em um brinquedo normalmente feito de madeira, que remete à clássica e popular brincadeira de enrolar um cordão em sua ponta e puxar rapidamente

fazendo com que este entre em estado de rotação, ficando em pé até o fim do movimento. Apesar de seu simples funcionamento, possui uma grande importância para a mecânica clássica.

### 3.2 Funcionamento

O pião mantém-se em pé enquanto gira devido à conservação do momento angular ( $L$ ), que tem como direção o eixo de rotação do brinquedo. Para que a direção do momento angular mude, é necessário que haja um agente externo que faça mudar sua direção, nesse caso, um torque ( $T$ ).

Quando o movimento de rotação do pião se inicia (imagem 3), seu eixo e seu momento angular têm direção vertical. Conforme continua a girar, este perde velocidade devido ao atrito com o chão. Essa queda na velocidade gera outro torque, que faz com que ele se incline, criando um certo ângulo  $\theta$  entre o chão e o eixo de rotação. Esse movimento é chamado de *precessão do pião*. Neste instante, o momento angular sofre a mesma inclinação que o eixo de rotação, fazendo com que ele e o torque se dissipem pelo atrito.

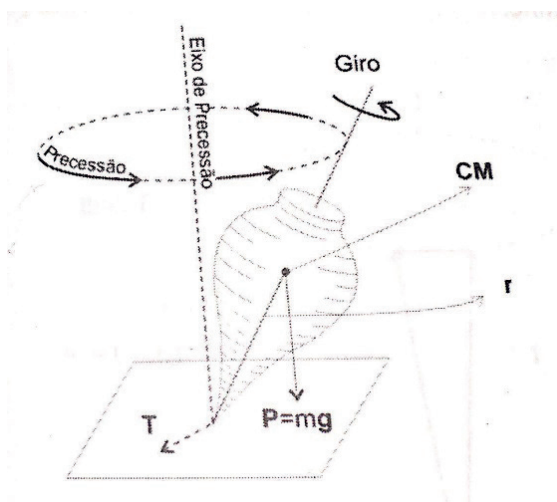


Imagem 3 - Esquema do movimento de precessão do pião.

Fonte: NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F., 2006, p. 91

O torque ( $T$ ) produzido é paralelo ao solo e perpendicular à força peso e ao momento angular. É importante ressaltar que ele não vai alterar a intensidade do momento angular, apenas a sua direção. O pião continua sob a ação do torque até que se deite no chão (fim do movimento). Por definição:

$$T = r \times m \cdot g \text{ ou seja } T = r \cdot m \cdot g \cdot \cos\theta$$

Ainda, considerando  $dt$  como um pequeno intervalo de tempo e  $dL$  um infinitésimo de  $L$ , tem-se:

$$T = \frac{dL}{dt} \rightarrow dL = T dt$$

Essa equação descreve um cone (imagem 4), o que explica o fato de a precessão do peão ocorrer nessa forma.

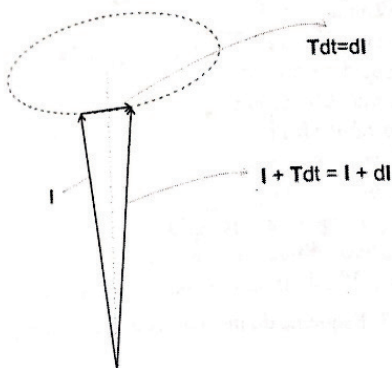


Imagem 4 - Esquema de ação do torque na precessão do pião.

Fonte: NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F., 2006, p. 92

### 3.3 Pião Tip-Top

Um outro tipo de pião bastante conhecido, além do tradicional, é o tip-top (Imagens 5 e 6). Por ter uma base arredondada ao invés de uma agulha, é mais fácil colocá-lo em rotação. Quando posto em rotação, devido ao atrito de sua base com o chão, o tip-top tende a se inverter.

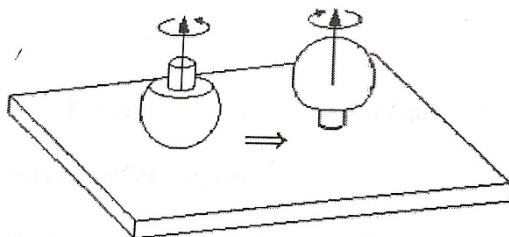


Imagem 5 - Tip-top em funcionamento.

Fonte: NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F., 2006, p. 94

Ao girar o tip-top, a força de atrito que surge é perpendicular ao plano em que está girando, exatamente em seu ponto de apoio. Desse ponto de apoio até seu centro de massa há um “braço de alavanca” que causa um torque que permite que o pião se inverta. Assim, quanto mais áspera a superfície, mais rápido o pião se inverterá.

É possível montar um pião tip-top utilizando 4 bolinhas de gude do mesmo tamanho e durepoxi. Basta colar três bolinhas juntas em um triângulo e adicionar a quarta no incentro da figura, formando uma pirâmide. Ao colocar o tip-top numa superfície apoiado na base triangular, deve-se rotacioná-lo pela bolinha restante. Após certo tempo o tip-top se inverterá e começará a rotacionar apoiado nesta.

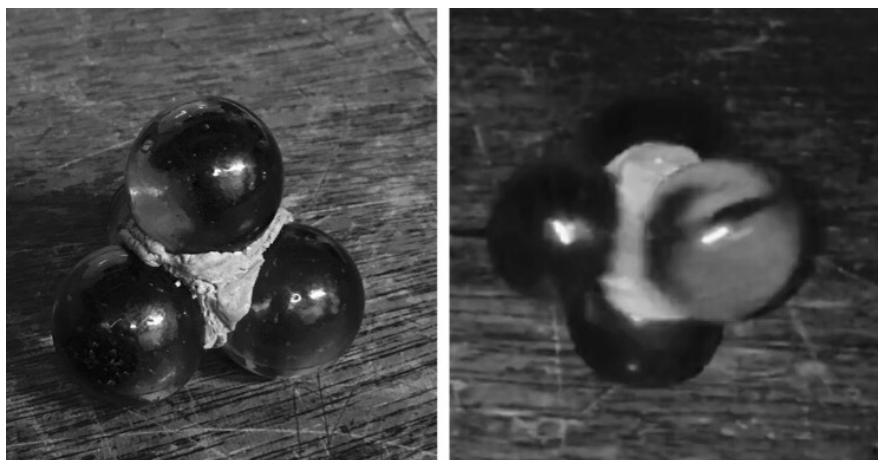


Imagem 6 - Tip-top feito com bolinhas de gude e em repouso em rotação.

Fonte: Elaborada pelo autor

## 4 | GIROSCÓPIO

O nome “giroscópio” (imagem 7) foi criado pelo físico francês Léon Foucault, o qual utilizou o princípio de conservação do momento angular para criar um experimento relativamente simples capaz de provar a existência do movimento de rotação da Terra.

Um giroscópio é essencialmente formado por um rotor perfeitamente balanceado que gira livremente entre seus eixos geométricos perpendiculares entre si que se interceptam no centro de massa do rotor. Quando posicionado numa suspensão é denominado de tipo *Cardan*. O giroscópio, quando em rotação, pode adquirir qualquer orientação, porém seu centro de massa deve estar sempre fixo no espaço.

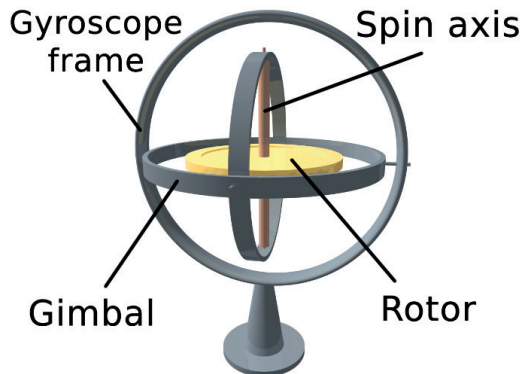


Imagem 7 - Giroscópio em suspensão Radan.

Fonte: WIKIMEDIA, 2017.

Devido à ação da inércia giroscópica, o rotor tende a conservar sua direção no espaço, independentemente dos movimentos aplicados no mesmo. Ou seja, a inércia giroscópica é uma propriedade que o giroscópio tem em manter seu centro de massa na mesma posição.

Para entendermos a experiência de Foucault imaginemos um giroscópio na posição A (imagem 8) da figura, com eixo do volante apontando para a horizontal, e cuja direção deve permanecer constante durante todo o movimento. Se a Terra não girasse, este deveria permanecer sempre na horizontal, porém, o observado é que, após algumas horas, quando o objeto estiver em B, a direção do eixo agora é a vertical, comprovando a rotação de nosso planeta.

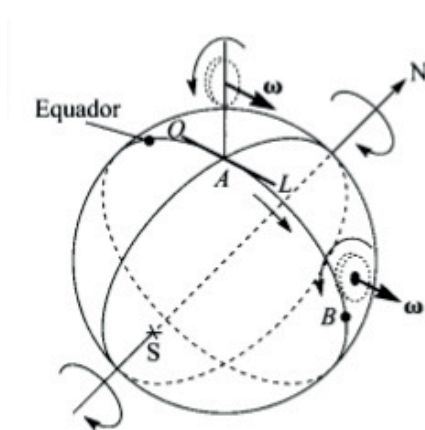


Imagem 8 - Experimento esquematizado de Foucault.

Fonte: NUSSENZVEIG, 2002, p.276

O experimento original ocorreu em Paris no ano de 1851. Foucault posicionou um giroscópio conhecido como Pêndulo de Foucault no Panthéon, cuja direção do eixo de rotação do volante variava de acordo com esperado para o movimento de rotação da Terra.

O fato de a direção do eixo de rotação do giroscópio se conservar permite utilizá-lo em diversas áreas. Pode ser usado em navegação marítima, aérea e espacial para evitar que o veículo se distancie de uma direção pré-estabelecida, tarefa que este efetua com grande precisão, uma vez que é minimamente afetado por perturbações eletromagnéticas ou pela inclinação lateral/longitudinal do transporte. Possui também aplicações militares, sendo utilizado para guiar mísseis teleguiados, além de seu emprego na orientação da perfuração de poços de petróleo.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo analisou o funcionamento de brinquedos envolvidos com a rotação com foco nos princípios físicos (velocidade e aceleração angular, centro de massa, momento de inércia, torque, momento angular e sua conservação) que explicam tal movimento.

O caráter experimental da Física torna necessárias demonstrações experimentais para facilitar o aprendizado, tarefa que não é possível ser realizada para todas as áreas dessa ciência, uma vez que, na maioria dos casos, faltam recursos para sua consecução. Além disso, os estudantes passam uma grande parte do tempo de estudo resolvendo problemas distantes de seu cotidiano. A utilização dos brinquedos em sala de aula para demonstrar os conceitos físicos previamente citados resolve parcialmente estes problemas, aproximando o dia-a-dia dos alunos do estudo da Física, tornando a experiência mais prazerosa e gerando resultados que podem consolidar o aprendizado.

## REFERÊNCIAS

CELSONO, L. S.; FREITAS, L. A.; COSTA, V. A. G.; *Estudo da dinâmica das rotações e aplicações automotivas como sistema de controle de estabilidade*. 43 f. Monografia – Curso de Eletrônica Automotiva, Faculdade de Tecnologia Santo André, Santo André, São Paulo, 2015.

DEPOSITPHOTOS. In: [https://st3.depositphotos.com/5740576/16042/v/450/depositphotos\\_160421678-stock-illustration-fidget-spinner-outline-technical-drawing.jpg](https://st3.depositphotos.com/5740576/16042/v/450/depositphotos_160421678-stock-illustration-fidget-spinner-outline-technical-drawing.jpg). Acesso em: 10 ago. 2017.

NEVES, M. C. D.; PEREIRA, R. F. *Divulgando a Ciência: de brinquedos, jogos e do voo humano*. Maringá: Massoni, 2006. 160 p.

NUSSENZVEIG, M. *Curso de Física Básica 1 – Mecânica*, 4ª Edição – São Paulo: Edgard Blücher, 2002.

FIDGET SPINNER. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017. Disponível em: <[https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Fidget\\_spinner&oldid=49650461](https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Fidget_spinner&oldid=49650461)>. Acesso em: 11 ago. 2017.

PIÃO. In: WIKIPÉDIA, a enciclopédia livre. Flórida: Wikimedia Foundation, 2017. Disponível em: <<https://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Pi%C3%A3o&oldid=49221450>>. Acesso em: 10 ago. 2017.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aplicações Físicas 8, 79

Aprendizagem de física 8, 100

### B

Brinquedos 8, 79, 80, 86

### D

Dinâmica Molecular 5, 7, 23, 26, 31, 39

Discentes surdos 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114

### E

Eletromagnetismo 8, 72, 74, 78

Elétron-Buraco 5, 7, 1, 8, 10

Ensino de Física 6, 11, 71, 78, 79, 99, 100, 104, 114, 115, 116

Ensino Tradicional 101

### F

Física I 6, 8, 71, 100, 101, 102, 104, 105

### G

Giroscópios 8, 79

### I

Inclusão 6, 95, 100, 101, 115

Instituto Federal do Amazonas 8, 100

Interfaces ternárias 28, 35, 38

International Space Station 45, 46, 49, 53, 56, 57

### J

Jogos educativos 6, 8, 100, 101, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 112, 113, 114, 115

### M

Modelagem Científica 5, 7, 58, 59, 60, 61, 70, 71

Modelo Teórico 5, 7, 58, 59, 60, 61, 64, 65, 68, 69, 70, 71

Molas associadas em série 61, 63, 64

Molhabilidade 7, 23



## **P**

Piões 8, 79, 81

Poço Quântico 5, 7, 1, 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10

Precipitável 5, 7, 12, 13, 21

Proposta Experimental 8, 72

## **R**

Resistência do ar 8, 88, 95

## **S**

Simulação Numérica 7, 1

space debris 44, 45, 46, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56

Space debris 7, 44, 52

Spinners 8, 79

Surdos 6, 8, 100, 102, 103, 104, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 114, 115

## **T**

Termômetro Infravermelho 14, 15, 16, 17, 20

Trebuchet 6, 8, 88, 89, 90, 91, 92, 94, 99

Trem Magnético 5, 8, 72, 74, 75, 76, 77, 78

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)  
[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br)



Ano 2021

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

[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)



Ano 2021