

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

2

Sabrina Passoni Maravieski  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2021

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

2

Sabrina Passoni Maravieski  
(Organizadora)

**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  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Daniel Richard Sant’Ana – Universidade de Brasília  
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia  
Profª Drª Dilma Antunes Silva – Universidade Federal de São Paulo  
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Farias – Universidade Estácio de Sá  
Prof. Dr. Elson Ferreira Costa – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Elói Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima  
Prof. Dr. Gustavo Henrique Cepolini Ferreira – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionale delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Prof. Dr. Jadson Correia de Oliveira – Universidade Católica do Salvador  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Prof. Dr. Luis Ricardo Fernandes da Costa – Universidade Estadual de Montes Claros  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Pontifícia Universidade Católica de Campinas  
Profª Drª Maria Luzia da Silva Santana – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Pablo Ricardo de Lima Falcão – Universidade de Pernambuco  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador  
Prof. Dr. Saulo Cerqueira de Aguiar Soares – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Ribeiro Simon Cavalcanti – Universidade Católica do Salvador  
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. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará  
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás  
Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados  
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia  
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste  
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Profª Drª Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará  
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

## **Ciências Biológicas e da Saúde**

Prof. Dr. André Ribeiro da Silva – Universidade de Brasília  
Profª Drª Anelise Levay Murari – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Daniela Reis Joaquim de Freitas – Universidade Federal do Piauí  
Profª Drª 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  
Profª Drª Elizabeth Cordeiro Fernandes – Faculdade Integrada Medicina  
Profª Drª Eleuza Rodrigues Machado – Faculdade Anhanguera de Brasília  
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina  
Profª Drª Eysler Gonçalves Maia Brasil – Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira  
Prof. Dr. Ferlando Lima Santos – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Fernanda Miguel de Andrade – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Dr. Fernando Mendes – Instituto Politécnico de Coimbra – Escola Superior de Saúde de Coimbra  
Profª Drª 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  
Profª Drª 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  
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande  
Prof. Dr. Marcus Fernando da Silva Praxedes – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Maria Tatiane Gonçalves Sá – Universidade do Estado do Pará  
Profª Drª Mylena Andréa Oliveira Torres – Universidade Ceuma  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federacl 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  
Profª Drª Regiane Luz Carvalho – Centro Universitário das Faculdades Associadas de Ensino  
Profª Drª Renata Mendes de Freitas – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Welma Emidio da Silva – Universidade Federal Rural de Pernambuco

## **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 Gonçalves de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

#### **Linguística, Letras e Artes**

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

#### **Conselho Técnico Científico**

Prof. Me. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo  
Prof. Me. Adalberto Zorzo – Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza  
Prof. 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  
Profª Ma. Adriana Regina Vettorazzi Schmitt – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Dr. Alex Luis dos Santos – Universidade Federal de Minas Gerais  
Prof. Me. Alexsandro Teixeira Ribeiro – Centro Universitário Internacional  
Profª Ma. Aline Ferreira Antunes – Universidade Federal de Goiás  
Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras  
Prof. Me. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão  
Profª Ma. Andréa Cristina Marques de Araújo – Universidade Fernando Pessoa  
Profª Drª Andrezza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico  
Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Faculdade da Amazônia  
Profª Ma. Anelisa Mota Gregoleti – Universidade Estadual de Maringá  
Profª Ma. Anne Karynne da Silva Barbosa – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Antonio Hot Pereira de Faria – Polícia Militar de Minas Gerais  
Prof. Me. Armando Dias Duarte – Universidade Federal de Pernambuco  
Profª Ma. Bianca Camargo Martins – UniCesumar  
Profª Ma. Carolina Shimomura Nanya – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Prof. Me. Carlos Augusto Zilli – Instituto Federal de Santa Catarina  
Prof. Me. Christopher Smith Bignardi Neves – Universidade Federal do Paraná  
Profª Drª 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. Edson Ribeiro de Britto de Almeida Junior – Universidade Estadual de Maringá  
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  
Prof. Me. Francisco Sérgio Lopes Vasconcelos Filho – Universidade Federal do Cariri  
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/UFGA  
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 Fenomenología & Subjetividade/UFPR  
Prof. Me. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Ma. Lilian Coelho de Freitas – Instituto Federal do Pará  
Profª Ma. Lilian de Souza – Faculdade de Tecnologia de Itu  
Profª Ma. Liliani Aparecida Sereno Fontes de Medeiros – Consórcio CEDERJ  
Profª Drª Lúvia 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  
Profª Ma. Luana Ferreira dos Santos – Universidade Estadual de Santa Cruz  
Profª Ma. Luana Vieira Toledo – Universidade Federal de Viçosa  
Prof. Me. Luis Henrique Almeida Castro – Universidade Federal da Grande Dourados  
Prof. Me. Luiz Renato da Silva Rocha – Faculdade de Música do Espírito Santo  
Profª 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  
Profª Ma. Maria Elanny Damasceno Silva – Universidade Federal do Ceará  
Profª Ma. Marileila Marques Toledo – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri  
Prof. Dr. Pedro Henrique Abreu Moura – Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais  
Prof. Me. Pedro Panhoca da Silva – Universidade Presbiteriana Mackenzie  
Profª Drª Poliana Arruda Fajardo – Universidade Federal de São Carlos  
Prof. Me. Rafael Cunha Ferro – Universidade Anhembi Morumbi  
Prof. Me. Ricardo Sérgio da Silva – Universidade Federal de Pernambuco  
Prof. Me. Renan Monteiro do Nascimento – Universidade de Brasília  
Prof. Me. Renato Faria da Gama – Instituto Gama – Medicina Personalizada e Integrativa  
Profª Ma. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal  
Prof. Me. Robson Lucas Soares da Silva – Universidade Federal da Paraíba  
Prof. Me. Sebastião André Barbosa Junior – Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Profª Ma. Silene Ribeiro Miranda Barbosa – Consultoria Brasileira de Ensino, Pesquisa e Extensão  
Profª Ma. Solange Aparecida de Souza Monteiro – Instituto Federal de São Paulo  
Profª Ma. Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Prof. Me. Tallys Newton Fernandes de Matos – Faculdade Regional Jaguaribana  
Profª Ma. Thatianny Jasmine Castro Martins de Carvalho – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Me. Tiago Silvio Dedoné – Colégio ECEL Positivo  
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista



## Física: o universo e os fenômenos naturais 2

**Bibliotecária:** Janaina Ramos  
**Diagramação:** Luiza Alves Batista  
**Correção:** Mariane Aparecida Freitas  
**Edição de Arte:** Luiza Alves Batista  
**Revisão:** Os Autores  
**Organizadora:** Sabrina Passoni Maravieski

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

F537 Física: o universo e os fenômenos naturais 2 / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2021.

Formato: PDF  
Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader  
Modo de acesso: World Wide Web  
Inclui bibliografia  
ISBN 978-65-5983-118-0  
DOI 10.22533/at.ed.180212805

1. Física. I. Maravieski, Sabrina Passoni (Organizadora).  
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](mailto:contato@atenaeditora.com.br)

## 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 obra “Física: O Universo e os Fenômenos Naturais 2” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 2º volume, composto de 6 capítulos, apresenta alguns estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física desde o Ensino Fundamental até a formação docentes.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física 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.

Por outro lado, na formação de docentes as práticas discursivas do Ensino de Física podem trazer uma ressignificação ao ato de transpor o conhecimento, de forma socialmente transformadora, em prol de uma educação autoemancipadora em todas as dimensões sociais da vida.

A Física estuda os fenômenos naturais e suas mais diversificadas manifestações na natureza, e nesta obra são apresentados algumas ações e reflexões acerca da compreensão humana nesta área em específico, pois a maneira de se abordar um conteúdo da grade curricular pode ser abordado de diversas maneiras.

Alguns conteúdos da grade curricular da disciplina de física são mais complexos de serem inseridos no ensino-aprendizagem desta, pois acredita-se que ainda hoje, o nosso pensamento seja do tipo Aristotélico na compreensão dos fenômenos. Para o rompimento desta forma de pensar, novos conceitos como relatividade, caos, não linearidade dos fenômenos, devem ser introduzidos, mas de uma forma que contribua a sua efetiva compreensão.

Nos últimos anos, a inserção das tecnologias no Ensino de Física proporcionou inúmeras possibilidades de inovação e melhoria no ensino-aprendizagem desta disciplina, tanto no Ensino Médio, como no Ensino Superior. O computador se tornou um recurso muito útil e os softwares são ferramentas que oferecem um leque de aplicações para o Ensino de Física.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais.

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.

Dentro desta perspectiva, no capítulo 1 desta obra, apresentamos um trabalho sobre o estudo do movimento de um corpo sob a ação da gravidade e da resistência do ar, utilizando a captura em vídeo desses movimentos. As imagens foram analisadas através do *software Tracker*, um software de livre acesso e disponível na rede. A pesquisa conclui que tal recurso tecnológico possui grande potencial pedagógico de vídeos como educacional e a função das tecnologias no auxílio tanto na pesquisa quanto no processo de ensino aprendizagem.

O capítulo 2, são apresentados os conceitos básicos relacionados à dinâmica não-linear e caos por meio de uma revisão histórica do estudo do caos seguida de uma discussão do sistema da Roda d'água caótica. Aborda-se a montagem experimental desse sistema juntamente com o modelo teórico que explica a física envolvida, bem como, o uso de uma simples simulação que ajuda na compreensão do tópico central discutido. Por último, os autores, destacam a importância da não linearidade em várias áreas do conhecimento.

No capítulo 3, os autores propõem a construção de uma sequência didática investigativa, que permita o ensino da Gravidade através de atividades cujo tema integrador são os buracos negros. Na sequência didática investigativa são abordados: o modelo planetário, órbitas dos satélites, velocidade de escape, cama elástica, buracos negros, raio de Schwarzschild e a "Espaguetificação da astronauta".

No capítulo 4, é apresentado um contexto histórico e teórico, por meio de obras de divulgação científica, sobre alguns conceitos da Teoria da Relatividade Especial juntamente com a utilização de mapas conceituais, os quais, segundo os autores, podem auxiliar no ensino e aprendizagem dessa teoria no ensino médio.

Os dois últimos capítulos são abordadas questões sociais como afetividade e inclusão. No entanto o público alvo é bem diferentes, pois a afetividade é discutida nas séries finais do ensino fundamental (capítulo 5) e a inclusão, bem como outros fatores de ensino-aprendizagem utilizando uma análise crítica de discurso utilizando práticas discursivas, são trabalhadas com docentes do Ensino de Física no Curso de Licenciatura Plena em Ciências Naturais.

Para o primeiro caso, a autora declara que a afetividade é mostrada a partir da análise da participação de uma professora de língua portuguesa do ensino fundamental; onde o amor, a empatia, o carinho e a valorização da comunidade foram características encontradas nas ações da professora na forma de afetividade, que fez com que aumentasse

o interesse e a participação dos alunos nas atividades e se ampliassem as possibilidades de aprendizagem.

Já no quinto capítulo, o estudo se inspira em um referencial teórico que dá suporte a análise crítica de discurso (ACD), cujo embasamento teórico apresenta uma análise dialetizante e historicizada do discurso no interior de seu contexto social, histórico, político e social, sem perder de vista, as condições materiais de existência dos sujeitos sociais diretamente envolvidos nas práticas discursivas estudadas. No entanto, os resultados apresentados pelos autores revelam-se contraditórios e excludores socialmente estando em parcial desacordo do referencial teórico utilizado.

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.

Sabrina Passoni Maravieski



## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

**VIDEOANÁLISE COMO FERRAMENTA DE ENSINO: O USO DO TRACKER EM UM EXPERIMENTO DE QUEDA-LIVRE**

Giovani Luz Andrade  
Jorge Anderson Paiva Ramos  
Luizdarcy de Matos Castro

**DOI 10.22533/at.ed.1802128051**

### **CAPÍTULO 2..... 10**

**FÍSICA DO FENÔMENO NATURAL: RODA D'ÁGUA CAÓTICA DO PONTO DE VISTA DA DINÂMICA NÃO LINEAR**

Wellington Martins Filho  
Alessandra Carla Furlanetti

**DOI 10.22533/at.ed.1802128052**

### **CAPÍTULO 3..... 21**

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ENSINO DA GRAVITAÇÃO COM FOCO EM BURACOS NEGROS**

José Izaias Moreira Scherrer Neto  
Lucas Antonio Xavier  
Chirlei de Fátima Rodrigues  
Wanessa Santos Santana  
Tatiane Lemos Perdigão

**DOI 10.22533/at.ed.1802128053**

### **CAPÍTULO 4..... 29**

**A TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL E SEUS CONCEITOS: UM OLHAR SOB AS LENTES DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA**

Ian Lima Santana  
Ramon Alves dos Santos  
Gabriel Fonseca Guimarães  
Carlos Takiya

**DOI 10.22533/at.ed.1802128054**

### **CAPÍTULO 5..... 42**

**EM BUSCA DE SOLUÇÕES PARA O ENSINO DE FÍSICA NOS ANOS FINAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL: ALGUMAS CONSIDERAÇÕES SOBRE O PAPEL DA INTERDISCIPLINARIDADE E DA AFETIVIDADE**

Adriano Marcus Stuchi

**DOI 10.22533/at.ed.1802128055**

### **CAPÍTULO 6..... 59**

**UMA ANÁLISE DO DISCURSO DOS ALUNOS CONCLUINTE DO CURSO DE LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS NATURAIS DA UEPA SOBRE O ENSINO DE FÍSICA**

Maria Josevett Almeida Miranda

Maria Lúcia Gomes Figueira de Melo

**DOI 10.22533/at.ed.1802128056**

<b>SOBRE A ORGANIZADORA.....</b>	<b>71</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>72</b>

# CAPÍTULO 4

## A TEORIA DA RELATIVIDADE ESPECIAL E SEUS CONCEITOS: UM OLHAR SOB AS LENTES DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

*Data de aceite: 26/05/2021*

*Data de submissão: 01/03/2021*

### Ian Lima Santana

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Vitória da Conquista – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6242705621816622>

### Ramon Alves dos Santos

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Vitória da Conquista – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/0276668901800344>

### Gabriel Fonseca Guimarães

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Vitória da Conquista – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6850946554302469>

### Carlos Takiya

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Vitória da Conquista – Bahia  
<http://lattes.cnpq.br/6591206454491954>

**RESUMO:** A Física busca estudar os fenômenos naturais e suas mais diversificadas manifestações na natureza, tal estudo se baseia na compreensão humana e existem várias teorias para explicar um mesmo ou diferentes fenômenos

existentes. Neste trabalho apresentamos um contexto histórico e teórico, por meio de obras de divulgação científica, sobre alguns conceitos da Teoria da Relatividade Especial e, em seguida, apontamos que tais obras, juntamente com a utilização de mapas conceituais, podem auxiliar no ensino e aprendizagem dessa teoria no ensino médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Divulgação Científica, Ensino Médio, Relatividade Especial.

### THE THEORY OF SPECIAL RELATIVITY AND ITS CONCEPTS: A LOOK THROUGH THE LENS OF SCIENTIFIC DIVULGATION

**ABSTRACT:** Physics seeks to study natural phenomena and their most diverse manifestations in nature, such a study is based on human understanding and there are several theories to explain the same or different existing phenomena. In this work, we present a historical and theoretical context, through scientific dissemination works, about some concepts of the Theory of Special Relativity and, next, we point out that such works together with the use of conceptual maps can help in the teaching and learning of this theory in high school.

**KEYWORDS:** Scientific divulgation, High school, Special Relativity.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em um contexto sócio-histórico, é fato que os conteúdos abordados durante a modalidade regular de ensino dão ênfase, quase que exclusiva, aos fenômenos descritos pela

Física Clássica e especialmente pela mecânica newtoniana. Tal concepção está atrelada ao pressuposto de que os fenômenos tratados por essas teorias estão mais próximos do cotidiano. Dessa forma, o ensino limita-se ao tradicionalismo científico, de modo que prevaleça seu caráter determinista para a descrição da realidade subjacente.

Nesse contexto, é dado um grande enfoque na análise quantitativa dos fatos, ao relegar os aspectos filosóficos de uma teoria científica e o contexto histórico em que ela foi desenvolvida. Tais aspectos permitem que o estudante possa compreender a Ciência como um produto sociocultural e que este arcabouço teórico, tal como se apresenta, não é algo rígido, e tampouco estático. O conhecimento científico adquire uma forma mais robusta com o decorrer do tempo e suas concepções modificam, de forma substancial, os paradigmas anteriores. Sobre esse aspecto, Almeida (2004) argumenta que:

Numa perspectiva de mediação cultural, as finalidades para se ensinar ciência podem assumir um espectro bastante abrangente, podendo-se esperar desse ensino que ele possibilite ao estudante, entre outros objetivos: a internalização de conceitos e leis previamente selecionados; o reconhecimento das condições sociais em que determinadas leis da natureza e certos conceitos foram produzidos, bem como o entendimento de suas influências sobre a sociedade; a compreensão de modos de produção da ciência; a possibilidade de crítica em relação a aplicações e implicações sociais da instituição científica; a aquisição de habilidades e atitudes pertinentes ao fazer científico; o incremento da auto-estima pela inserção em questões próprias do seu tempo. Evidentemente, esses e outros possíveis objetivos não são mutuamente excludentes (ALMEIDA, 2004, p. 96).

Dessa forma, acreditamos que essa visão de que Física e Filosofia são ramos que não devem se misturar não pode ser aplicada no contexto atual, pois os conhecimentos físicos não são mais vistos como algo determinístico e inquestionável. Para Einstein (1936) o físico deve fazer uma análise crítica dos fundamentos da Física, realizando, assim, uma reflexão questionadora tanto dos fundamentos quanto do próprio “senso comum”. Isso é de fundamental importância na Ciência atual, porque quando chegamos na Ciência Moderna, com ramos como a Teoria da Relatividade Especial e a Geral, percebemos que os conhecimentos científicos não são necessariamente intuitivos e justamente por isso precisamos analisar o mundo ao nosso redor de forma crítica e até mesmo filosófica.

Por exemplo, a Teoria da Relatividade Especial ou Teoria Especial da Relatividade, alterou profundamente as estruturas firmadas pela Mecânica Clássica ao apresentar conceitos revolucionários para a época e também para os dias atuais, e constituiu, de fato, uma verdadeira revolução científica. O caráter estético da relatividade, apesar de abolir os conceitos clássicos sobre tempo e espaço, é fascinante. Suas ideias constituem um marco para a Ciência e, apesar de serem simples e sutis, possuem profundas implicações subjacentes. Conforme descreve Randall (2013):

A procura pela verdade científica subjacente costuma envolver a busca por elementos simples com os quais podemos construir os fenômenos ricos e complexos que observamos. Em geral ela envolve tentar identificar padrões significativos ou princípios ordenadores. A maioria dos cientistas só considera uma proposta potencialmente correta se ela acompanhar uma realização concisa de ideias simples e elegantes [...] (RANDALL, 2013, p. 359).

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo abordar um breve contexto histórico e teórico sobre a Teoria da Relatividade Especial e apresentar uma metodologia alternativa aplicável ao âmbito do ensino médio, tendo como principal respaldo teórico as obras de divulgação científica. Nessa perspectiva, tais obras podem ser utilizadas em conjunto com outras ferramentas didáticas-conceituais que distem do tradicionalismo escolar, tendo em vista a dinâmica e os mecanismos subjacentes ao modelo de ensino vigente.

## 2 | JUSTIFICATIVA

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) estabelecem que o ensino em Física não deve limitar-se somente à uma representação simbólica dos fenômenos através de uma linguagem matemática, mas deve incorporar, também, os aspectos teóricos-conceituais que regem tais fenômenos. Nesse contexto, a Física enquanto Ciência representa a capacidade humana de compreender a realidade, e possibilita aos estudantes uma interpretação mais completa dos fatos:

Incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, esse conhecimento tornou-se indispensável à formação da cidadania contemporânea. Espera-se que o ensino de Física, na escola média, contribua para a formação de uma cultura científica efetiva, que permita ao indivíduo a interpretação dos fatos, fenômenos e processos naturais, situando e dimensionando a interação do ser humano com a natureza como parte da própria natureza em transformação. Para tanto, é essencial que o conhecimento físico seja explicitado como um processo histórico, objeto de contínua transformação e associado às outras formas de expressão e produção humanas [...] (BRASIL, 2000, p. 22).

Todavia, grande parte das escolas públicas têm adotado um ensino de Física mecânico e defasado, baseado quase completamente na reprodução de equações matemáticas, fazendo disso uma mecanização do ensino. Essa matemática, tal como se apresenta, é vazia de significados e não possui nenhuma relação com o contexto social dos estudantes. Dessa forma, a Física deve ser vista como um campo científico em constante desenvolvimento e que não se limita somente à uma descrição quantitativa dos fenômenos, conforme relata Hawking (2018):

[...] As escolas, no entanto, oferecem apenas uma estrutura elementar onde às vezes a rotina de decoreba, equações e provas pode indispor os jovens contra a ciência. A maioria das pessoas responde a uma compreensão qualitativa,



e não quantitativa, sem a necessidade de equações complicadas. Livros de divulgação científica e artigos sobre ciência também ajudam a explicar ideias sobre o modo como vivemos. Entretanto, apenas uma pequena parcela da população lê até mesmo o best-seller do momento. Documentários e filmes de ciência atingem um público imenso, mas não passam de comunicação de mão única (HAWKING, 2018, p. 228).

Dessa forma, é de extrema importância que o estudante possa compreender que a Ciência é concebida como um produto humano e como tal, não é algo absoluto e imutável, mas um arcabouço teórico e descritivo que está em constante progresso. Sob um certo contexto sócio-histórico, a Ciência vista como um construto social sofre grandes influências da época em que foi produzida. Cabe ao professor ressaltar a devida importância dos aspectos sociais e filosóficos subjacentes à Teoria da Relatividade, conforme expõe Peduzzi (2011):

A linearidade com que usualmente os conteúdos de física são veiculados pelos livros didáticos confere uma ênfase quase que exclusiva aos produtos do conhecimento científico, ignorando os processos de sua construção [...] a descontextualização histórica [...] fragmenta o conhecimento científico, tornando qualquer sequência didática artificial (PEDUZZI, 2011, p. 6).

A justificativa do presente trabalho insere-se na discussão sobre os principais conceitos da Relatividade Especial. Nesse contexto, são apresentadas algumas estratégias didáticas que podem potencializar a discussão sobre os conceitos relativísticos com base em referências pertinentes à área, com o objetivo de tornar o ato de fazer e ensinar Ciência mais dialógico e interacional no ensino médio.

### 3 | OS CONCEITOS DA RELATIVIDADE ESPECIAL

De fato, as leis de Newton constituem um arcabouço sólido e consistente para o estudo do movimento. Tais ferramentas possibilitaram a análise dos fenômenos celestes e terrestres por meio de uma única estrutura teórica, ao equacionar de forma sistemática as forças que atuam sob um corpo ou sistema de corpos. Nesse contexto, conhecida a posição de um objeto num certo tempo, é factível determinar sua velocidade, ou outra grandeza relacionada ao movimento, em um instante anterior ou posterior. Sob essa perspectiva, Brennan (1998) relata que:

A mecânica newtoniana tornou-se o alicerce da estrutura sobre a qual se erguem todas as camadas das ciências físicas e da tecnologia. A física newtoniana foi, acima de tudo, um triunfo do reducionismo – o ato de tornar um fenômeno complexo, neste caso, o cosmo, e explicá-lo mediante a análise dos mecanismos físicos mais simples, mais básicos que estão em operação durante o fenômeno [...] (BRENNAN, 1998, p. 36).

Newton considerou que o espaço e tempo são descritos como estruturas rígidas e imutáveis, às quais possibilitaram um teatro cósmico para os desdobramentos dos fenômenos no universo. Einstein modificou as estruturas armadas pela Mecânica Clássica com a formulação da Teoria da Relatividade Especial e, anos mais tarde, com o desenvolvimento da Teoria da Relatividade Geral. Ambas teorias culminaram em profundas implicações para a comunidade científica da época e seu grau de veracidade perpetua-se até nos dias atuais.

A Relatividade Especial (RE) foi publicada em 1905<sup>1</sup> e faz jus ao nome, pois ela configura-se como uma teoria que descreve, especificamente, os referenciais inerciais. Sob essa perspectiva, pode-se definir um referencial inercial como um sistema de referência que desloca-se com velocidade constante em relação a outros referenciais. Os conceitos da Mecânica Clássica são imprescindíveis para a definição de tal sistema e o próprio Einstein reconhece sua importância:

Sabemos que o princípio da inércia, uma lei básica da mecânica galileana e newtoniana, afirma que um corpo afastado o bastante de outros corpos permanece em repouso ou em movimento linear uniforme. Este princípio fala não apenas do movimento dos corpos, mas também da admissibilidade do referencial (ou sistema de coordenadas) usado na descrição do movimento [...] um sistema de coordenadas cujo estado de movimento é tal que o princípio da inércia se aplica a ele é chamado de sistema de coordenadas galileano. Apenas para tais sistemas é que se pode esperar que tenham validade as leis da mecânica galileana e newtoniana (apud LEVY, 2020, p. 24).

A RE tem seu respaldo em duas estruturas conceituais simples e sutis, às quais resultam em profundas implicações para descrição do movimento relativo. Tais afirmações são denominadas postulados e, em primeira instância, não carecem de demonstração matemática. O primeiro postulado denomina-se Princípio de Relatividade e considera que todas as leis da Física, sem nenhuma exceção, não variam sob a mudança de um referencial inercial para outro.

O primeiro postulado da RE é mais geral e abrangente do que o princípio estabelecido por Galileu para o estudo da Mecânica, pois trata as leis que regem todos os fenômenos físicos (sejam eles mecânicos, ópticos, eletromagnéticos, etc.) sob um mesmo pé de igualdade. Se as leis físicas não tivessem uma única forma para os fenômenos analisados em lugares distintos, as regras que regem seu comportamento não teriam qualquer fundamento. Nesse contexto, o Princípio de Relatividade está associado à universalidade das leis físicas e aos aspectos simétricos das mesmas, conforme argumenta Greene (2005, p. 231):

Uma das lições mais amplas que aprendemos nos últimos cem anos é a de que as leis físicas que conhecemos associam-se aos princípios da simetria. A relatividade especial baseia-se na simetria incorporada no princípio da

---

1. Alguns autores costumam adotar que nesse ano a Teoria da Relatividade Especial foi publicada.

relatividade – a simetria entre todos os referenciais com velocidade constante. A força gravitacional, tal como equacionada pela teoria da relatividade geral, baseia-se no princípio da equivalência – extensão do princípio da relatividade que abarca todos os pontos de vista possíveis, independentemente da complexidade do estado de movimento em que se encontrem [...].

O segundo postulado denomina-se Princípio da Constância da Luz e trata sobre suas propriedades específicas, ao considerar que a velocidade da luz é constante para todos os referenciais inerciais e independe do estado de movimento da fonte que a emite. Esse princípio possui implicações consideráveis, como a dilatação temporal e a contração do comprimento, além de impor que a velocidade da luz é a velocidade limite do universo. Para corpos que deslocam-se com velocidades próximas à da luz, o tempo passa de maneira mais vagarosa e esses mesmos objetos experimentam uma diminuição em seu comprimento natural. Tyson (2016) traz uma abordagem bem dinâmica para esse postulado, conforme é descrito a seguir:

Incluindo a estação espacial e o Super-Homem, poucas coisas na vida viajam mais rápido que uma bala. Mas nada pode se mover mais rápido que a velocidade da luz no vácuo. Nada. Por mais rápido que se mova a luz, sua velocidade não é definitivamente infinita. Como a luz tem uma velocidade, os astrofísicos sabem que olhar para o espaço é o mesmo que olhar para trás no tempo [...] (TYSON, 2016, p. 117).

No âmbito da Mecânica Clássica, as equações desenvolvidas por Galileu e Newton descrevem, com uma precisão fascinante, o movimento dos corpos. Contudo, essa descrição do movimento restringe-se às condições de baixas velocidades. Sob o ponto de vista relativístico, os feitos mencionados só se tornam perceptíveis para velocidades próximas à da luz. Einstein modificou as equações obtidas por Galileu ao introduzir o fator de Lorentz, e formulou seus postulados, com o objetivo de solucionar algumas inconsistências presentes na teoria clássica.

Ainda de acordo com a Mecânica, desde que uma força resultante não-nula atue, por tempo indeterminado, no mesmo sentido em que um objeto qualquer se desloca, este poderá adquirir uma velocidade e, conseqüentemente, energia cinética infinitas. Todavia, o segundo postulado da relatividade consegue resolver essa incoerência, ao considerar que a velocidade da luz é a velocidade limite do universo. Nesse contexto, Hawking (2001, p. 9) relata que:

O postulado de Einstein de que a velocidade da luz deve ser a mesma para qualquer espectador implica que nada pode mover-se com velocidade maior que ela. O que ocorre é que se utilizarmos energia para acelerar algo, seja uma partícula ou uma espaçonave, sua massa aumenta, tornando-se mais difícil segui-la acelerando. Acelerar uma partícula até a velocidade da luz seria impossível, porque exigiria uma quantidade infinita de energia [...].

Para objetos fixos em relação a um referencial, seu movimento dá-se, em sua totalidade, nas dimensões temporais. Ao deslocar-se com uma velocidade bem próxima à da luz, parte do movimento na dimensão temporal é “transferido” para a dimensão espacial. Esse aspecto um tanto curioso justifica o fato de que, para objetos que se movem a velocidades extremas, a medida temporal dos eventos ocorre de forma mais vagarosa, conforme argumenta Greene (1999, p. 40):

[...] a repartição do movimento entre as diferentes dimensões implica que o objeto viajará mais devagar através do tempo do que objetos estacionários, uma vez que parte do seu movimento está sendo usada na viagem através do espaço. Ou seja, o relógio desse objeto anda mais devagar se ele se move através do espaço [...] o tempo passa mais devagar quando um objeto se move com relação a nós porque isso converte uma parte do seu movimento através do tempo em movimento através do espaço. Assim, a velocidade de um objeto através do espaço é simplesmente um reflexo da proporção em que esse movimento através do tempo é desviado.

A constância da luz implica que o espaço e o tempo não são descritos como estruturas rígidas e inflexíveis, e tampouco invariáveis, conforme pregava a Mecânica Clássica. A Relatividade Especial aboliu tais conceitos, até então universais no âmbito da Física, e os substituiu por conceitos mais sofisticados. Sob as lentes da RE, o espaço e o tempo passaram a ser descritos como estruturas dinâmicas e mutáveis. Dessa forma, observadores situados em referenciais distintos não estarão em concordância quanto aos valores dessas grandezas, haja vista o caráter relativo do movimento. Nesse contexto, Greene (1999, p. 38) afirma que:

A constância da velocidade resulta na substituição da visão tradicional do espaço e do tempo como estruturas rígidas e objetivas por um novo conceito no qual ambos dependem intimamente do movimento relativo entre observador e a coisa observada [...]. A relatividade especial proporciona, porém, uma perspectiva unificada e mais profunda que engloba todos esses fenômenos.

Einstein constatou que a matéria e a energia são duas grandezas fundamentais que estão vinculadas através da memorável equação . Tal equação se aplica aos processos de fusão nuclear que ocorrem no interior do Sol e quantifica também a energia das partículas subatômicas, tais como o próton e o elétron, pois esses constituintes deslocam-se com velocidades próximas à luz, conforme relata Kaku (1994, p. 97):

Einstein calculou precisamente como a energia deveria mudar se o princípio da relatividade estivesse correto e descobriu a relação  $E=mc^2$ . Como a velocidade da luz ao quadrado ( $c^2$ ) é um número astronômico grande, uma pequena quantidade de matéria pode liberar uma vasta quantidade de energia. Preso dentro das menores partículas de matéria, há um depósito de energia mais de um milhão de vezes maior que aquela liberada numa explosão química. A matéria, em certo sentido, pode ser vista como um depósito quase inesgotável de energia; isto é, matéria é energia condensada.

O Princípio de Relatividade, discutido anteriormente, possui uma aceção ainda mais ampla: munido de um caráter simétrico, este princípio não só estabelece uma descrição igualitária para as leis físicas – visto que estas possuem a mesma forma sob a mudança de um referencial inercial para outro – mas também aplica-se às leis de conservação. Nesse contexto, a RE também leva em consideração a conservação da energia ao descrever processos mecânicos, conforme relata o próprio Einstein:

O princípio da relatividade exige que a lei da conservação da energia valha não apenas em um sistema de coordenadas  $K$ , mas sim em qualquer sistema de coordenadas  $K'$  que esteja em movimento de translação uniforme com relação a  $K$  – em suma, em relação a qualquer sistema de coordenadas “galileano”. A passagem de tal sistema à outro é regida pela transformação de Galileu, em contraste com a mecânica clássica (apud LEVY, 2020, p. 60).

Uma das implicações subjacentes da RE é a descrição da Terra como um referencial que se move sob velocidade constante. Nesse contexto, todos os outros referenciais situados em nosso planeta também são tratados como referenciais inerciais. Todavia, a Terra é um referencial não-inercial, já que sua velocidade é variável para diferentes pontos em sua órbita em torno do Sol. Essa consideração teórica é apenas uma aproximação para descrever o movimento, pois, caso isso não fosse feito, a análise sobre o movimento relativo não teria qualquer fundamento.

Após um incessante trabalho, Einstein formulou a Relatividade Geral em 1915<sup>2</sup>. Essa teoria, como seu próprio nome indica, é mais abrangente que a Relatividade Especial, pois ela generaliza a descrição do movimento para corpos que possuem aceleração não-nula. Einstein desenvolveu uma descrição geométrica para a força gravitacional em termos de curvaturas e ondulações, e que explica com nítida precisão como o espaço-tempo se distorce perante a matéria e a energia, conforme relata Greene (2012):

Einstein passou anos desenvolvendo essa ideia em uma estrutura matemática rigorosa e as *Equações de Campo de Einstein*, que daí resultaram e que constituem o cerne da teoria da relatividade geral, nos dizem com precisão como o espaço e o tempo se curvam em função da presença de uma dada quantidade de matéria (mais precisamente, matéria e energia, de acordo com a equação einsteiniana  $E=mc^2$ , em que  $E$  é a energia e  $m$  é a massa, sendo ambas intercambiáveis uma pela outra). Com a mesma precisão, a teoria também diz como a curvatura do espaço-tempo afeta o movimento de todas as coisas — estrelas, planetas, cometas, a própria luz — que se movem através dele. Isso permite que os físicos façam previsões específicas dos movimentos no cosmo (GREENE, 2012, p. 20).

A Teoria da Relatividade, em um contexto geral, nos permite compreender o funcionamento do cosmo de forma ampla e abrangente, pois ela se aplica tanto à escala microscópica quanto às extensões mais longínquas do universo. Através da equação

---

2. Importante dizer que outros autores, como Janna (2016), consideram que a Teoria da Relatividade Geral foi publicada em 1916.



de Einstein, é possível calcular a energia das partículas elementares e compreender os mecanismos subjacentes aos processos nucleares e a formação dos elementos químicos; bem como prever e descrever a trajetória dos planetas em torno do Sol.

Dessa forma, a Teoria da Relatividade Especial modificou de forma radical as concepções sobre tempo e espaço adquiridas no cotidiano. Nesse ínterim, é imprescindível a busca por novos recursos e ferramentas didáticas para uma compreensão mais profunda dos conceitos subjacentes à RE. Conforme relata Hawking (2018), uma análise qualitativa de tais conceitos faz-se necessária, tendo como base metodologias de ensino alternativas e que estas, por sua vez, não se limitem ao uso exclusivo do livro didático como instrumento educacional.

#### 4 | ESTRATÉGIAS METODOLÓGICAS

Com o objetivo de apresentar ferramentas e recursos didáticos alternativos e que distem do tradicionalismo educacional, firmaremos nossa metodologia nos conceitos utilizados por Bueno (2009) sobre a devida importância das obras divulgação científica e Almeida (2006) sobre a utilização de mapas conceituais no processo de construção e significação do conhecimento.

O uso de livros de divulgação científica como material complementar para o ensino de Física é de grande importância, pois tais obras permitem que o professor possa introduzir, de forma lúdica e mais inovadora, temas pertinentes, tendo em vista a amplitude desse material na atualidade. As obras de divulgação possuem um amplo caráter exploratório ao tratar sobre vários temas e apresentar uma relação entre os mesmos, assim elas não se restringem somente à uma ferramenta, conforme relata Bueno (2009, p. 162):

Na prática, a divulgação científica não está restrita aos meios de comunicação de massa. Evidentemente, a expressão inclui não só os jornais, revistas, rádio, TV [televisão] ou mesmo o jornalismo on-line, mas também os livros didáticos, as palestras de ciências [...] abertas ao público leigo, o uso de histórias em quadrinhos ou de folhetos para veiculação de informações científicas (encontráveis com facilidade na área da saúde/Medicina), determinadas campanhas publicitárias ou de educação, espetáculos de teatro com a temática de ciência e tecnologia (relatando a vida de cientistas ilustres) e mesmo a literatura de cordel, amplamente difundida no Nordeste brasileiro.

Do recorte acima, é notório que existe uma ampla variedade de ferramentas didáticas, às quais podem ser aplicadas em sala de aula e utilizadas em conjunto com o livro de divulgação científica. A priori, o professor pode sugerir a leitura dos capítulos que tratam sobre RE numa das seguintes obras, a saber: O Universo Elegante (GREENE, 1999), O Universo Numa Casca de Noz (HAWKING, 2001) ou O Tecido do Cosmo (GREENE, 2005). Em seguida, os alunos irão dialogar entre si sobre os pontos mais pertinentes e mencionar suas principais dúvidas durante a leitura.

A posteriori, os estudantes devem apresentar suas considerações sobre a RE e suas consequências ao professor. Em seguida, será feita uma discussão coletiva entre os estudantes e o professor, para que este possa corrigir eventuais interpretações equivocadas por parte dos discentes. Feito isso, o professor pode adotar um mapa para abordar em sua aula e depois apresentá-lo para seus estudantes, explicando cada parte colocada ali. Ademais, ele deverá solicitar que os estudantes formem duplas para construírem mapas conceituais sobre os principais aspectos e consequências da teoria estudada, considerando até quais pontos eles conseguiram entender e os que não conseguiram para ser esclarecidos depois.

Almeida (2006, p. 9) considera os mapas conceituais como:

[...] diagramas que indicam relações entre conceitos. Mais especificamente, podem ser interpretados como diagramas hierárquicos que procuram refletir a organização conceitual de um corpo de conhecimento ou de parte dele. Ou seja, sua existência deriva da estrutura conceitual de um conhecimento.

Os mapas conceituais possibilitam uma representação mais completa e abrangente sobre os conceitos analisados. O modelo que deve ser proposto para os estudantes deve tomar como base o princípio ausubeliano (Ausubel *et al.*, 1980) sobre a diferenciação conceitual progressiva. Em tal modelo, os conceitos mais abrangentes devem estar situados na parte superior. Em sequência, no sentido vertical de cima para baixo, os outros campos são preenchidos com conceitos que apresentam alguma relação com o conceito central. Por fim, chega-se à extremidade inferior do mapa, onde estão situados os conceitos mais específicos. Na Figura 1, apresentada a seguir, é mostrado uma proposta de modelo do mapa conceitual:

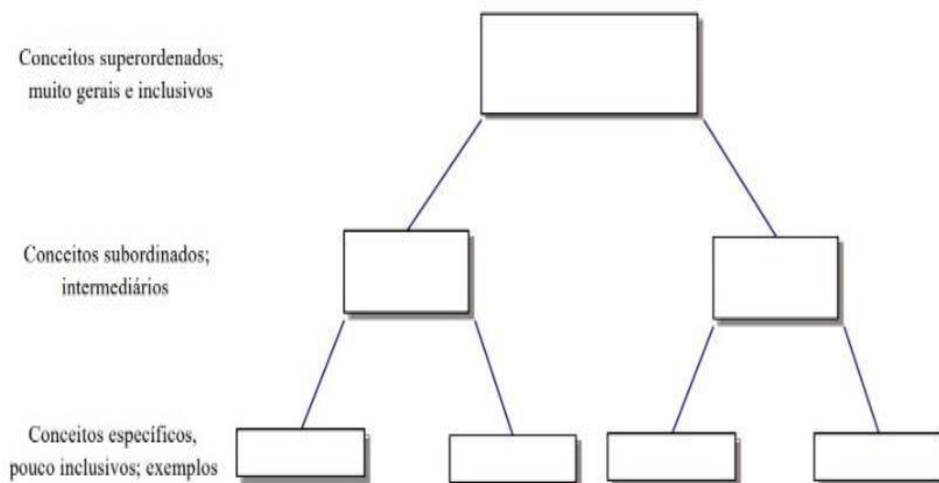


Figura 1: Modelo de Mapa Conceitual.

Fonte: Autoria própria.

Na Figura 2, apresentamos uma sugestão de mapa simplificado já construído, que contém os principais conceitos da RE, que pode ser usado pelo professor ao adotar a proposta deste artigo. Para sua construção, tomou-se como base o princípio ausubeliano (Ausubel *et al.*, 1980).

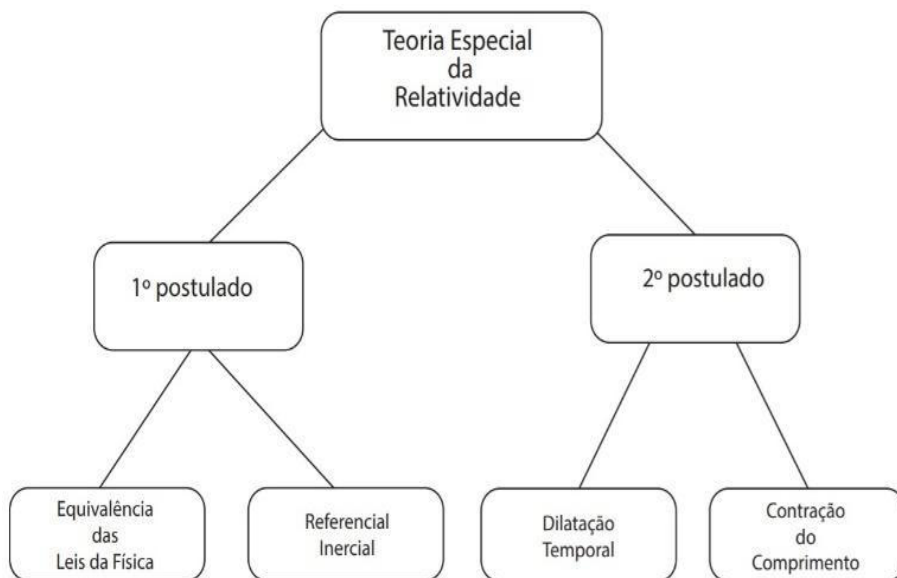


Figura 2: Sugestão de Mapa Conceitual.

Fonte: Autoria própria.

Na utilização deste mapa conceitual, o professor, a começar com o tema central, ele pode abordar um contexto histórico e teórico da Teoria Especial da Relatividade, focalizando nas transformações que esta teoria trouxe para a humanidade. Em seguida, lança o Primeiro Princípio da Relatividade, buscando deixar ganchos a definição e a importância de referencial inercial e para a equivalências das leis da Física. Por fim, trata do Segundo Postulado da RE, de forma clara e em seguida trata sobre dilatação temporal e contração do comprimento, dando exemplos e justificando-os.

Ademais, uma justificativa para a utilização de mapas conceituais, é pelo fato de a RE ter muitos pontos centrais de acordo os conceitos envolvidos, e com tal utilização fica mais fácil interligar esses pontos, além de possibilitar uma organização do entendimento da teoria de uma forma mais dinâmica.

## 5 | CONCLUSÃO

No presente trabalho, apresentou-se a proposta da inserção dos livros de divulgação científica em sala de aula como material complementar. Tais ferramentas possuem um grande potencial para o ensino de Física e podem ser utilizadas em conjunto com outros recursos didáticos para a construção de um saber científico mais crítico, autônomo e significativo. Também se propôs a elaboração de um mapa conceitual sobre os principais aspectos da Teoria da Relatividade Especial com base na literatura de divulgação científica. Dessa forma, é possível que os estudantes, ao construírem seu próprio mapa, após a exposição do mapa elaborado pelo professor feito sob a luz do princípio ausubeliano apresentado anteriormente, possam internalizar e dar real significação aos conceitos e leis previamente selecionados, além de ser possível estimular com desenvoltura as habilidades e atitudes ao fazer científico.

Além disso, ao inserirmos uma abordagem do universo e dos fenômenos naturais presentes em teorias recentes e propormos que os estudantes realizem uma pesquisa, estamos estimulando o conhecimento crítico deles. Isso se dá, pois, eles poderiam perceber, com ajuda do professor, que mesmo os assuntos mais complexos e não intuitivos estão presentes em seu cotidiano.

Dado o exposto, é factível que o ato de ensinar Física seja mais dialógico e interacional, tomando como base as ferramentas didáticas mencionadas. Para além disso, é necessário que tanto o professor quanto o estudante assumam um papel central nesse contexto, de modo que aluno perceba a variedade de fenômenos ao seu redor e que este possa, com os conhecimentos recém-adquiridos, relacioná-los com suas experiências cotidianas e, assim, ter significação destes conhecimentos.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. J. P. M. **Discursos da Ciência e da Escola: Ideologia e Leituras Possíveis**. Campinas: Mercado das letras, 2004.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais** (Ensino Médio). Brasília: MEC, 2000.

BRENNAN, R. **Gigantes da Física: Uma história da Física Moderna através de oito biografias**. Rio de Janeiro: Zahar, 1998.

BUENO, W. C. **Jornalismo científico no Brasil: aspectos teóricos e práticos**. São Paulo: CJE/USP, 1988.

EINSTEIN, A. **A teoria da relatividade:** sobre a teoria da relatividade especial e geral: (para leigos)/ Albert Einstein; tradução de Silvio Levy. Porto Alegre-RS: L&PM POCKET, 2020.

\_\_\_\_\_. Physik und realität. **Jornal do Instituto Franklin**, v. 221, n. 3, p. 313-347, mar. 1936. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0016003236910451>>. Acesso em: 28 fev. 2021.

GREENE, B. **A Realidade Oculta:** Universos Paralelos e as Leis Profundas do Cosmo. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2012.

\_\_\_\_\_. **O tecido do cosmo:** o espaço, o tempo e a textura da realidade. 2. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

\_\_\_\_\_. **O Universo elegante:** supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria definitiva. São Paulo: Companhia das Letras, 1999.

HAWKING, S. **O Universo Numa Casca de Noz.** São Paulo: Mandarim, 2001.

JANNA, L. **A música do universo:** ondas gravitacionais e a maior descoberta dos últimos cem anos. 1. ed. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

KAKU, M. **HIPERESPAÇO:** Uma odisséia científica através de universos paralelos, empenamentos do tempo e a décima dimensão. São Paulo: Roccodigital, 1994.

PEDUZZI, L. O. Q. Física e filosofia: uma aproximação através de um texto na disciplina estrutura da matéria. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [S. l.], v. 3, n. 2, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4104>>. Acesso em: 31 jan. 2021.

RANDALL, L. **Batendo à Porta do Céu:** O bóson de Higgs e como a física moderna ilumina o universo. São Paulo: Companhia das Letras, 2013.

TYSON, N. D. **Morte no Buraco Negro:** e outros dilemas cósmicos. 1. ed. São Paulo: Planeta, 2016.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Afetividade 42, 43, 45, 50, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58

Anos Finais Ensino Fundamental 42

Aprendizagem 1, 21, 25, 27, 29, 42, 43, 44, 46, 48, 50, 54, 55, 60, 67, 71

Aulas 2, 8, 21, 22, 24, 44, 46, 49, 50, 54, 64, 65, 66, 68

### B

Buraco Negro 21, 41

### C

Caos 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 19, 20

Ciência 19, 22, 23, 25, 27, 30, 31, 32, 37, 40, 47, 48, 56, 58, 60, 63, 66, 67, 68

Ciências Naturais 21, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 68, 70

Concluintes 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70

Conhecimento 10, 12, 22, 30, 31, 32, 37, 38, 40, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 62, 63, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

### D

Desafios 22

Divulgação Científica 29, 31, 32, 37, 40

### E

Ensino 1, 2, 8, 21, 22, 26, 27, 29, 40, 42, 44, 57, 58, 59, 60, 64, 66, 71

Ensino de Física 1, 2, 8, 26, 27, 42, 48, 49, 52, 55, 57, 58, 59, 60, 63, 64, 66

Ensino Médio 24, 26, 27, 29, 31, 32, 40, 54, 64, 71

### F

Física 2, 1, 2, 8, 9, 10, 19, 21, 22, 23, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 35, 37, 39, 40, 41, 42, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71

### I

Interdisciplinar 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50, 51

Interdisciplinaridade 42, 43, 44, 45, 46, 47, 50, 56, 57, 58

Investigação 21, 22, 23, 24, 27, 49, 60, 61, 62

## **M**

Mecânica Clássica 1, 2, 8, 9, 30, 33, 34, 35, 36, 65

## **P**

Pesquisa 1, 3, 8, 19, 22, 24, 26, 40, 41, 45, 48, 53, 57, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 70, 71

Práticas Discursivas 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 69

Provas 31, 63, 66

## **Q**

Queda-Livre 1, 2, 7, 8

## **R**

Relatividade Especial 29, 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 40, 41

Resultados 1, 3, 4, 6, 7, 8, 24, 43, 50, 53, 54, 59, 60, 69

Roda d'Água 10, 12, 13, 15, 18, 19

## **S**

Sistemas 10, 19

Sistemas Caóticos 10, 11, 14

Sistemas Dinâmicos Não Lineares 10, 11

Software 1, 2, 3, 4, 7, 8, 9

## **T**

Tracker 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9

## **V**





Validação a Priori 21

Videoanálise 1, 3, 4, 6, 8

# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

2

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

**Atena**  
Editora





Ano 2021



# Física:

## Universo e os Fenômenos Naturais

2

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

**Atena**  
Editora

Ano 2021