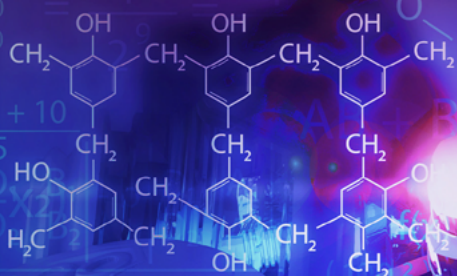
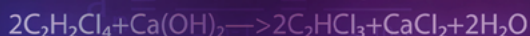
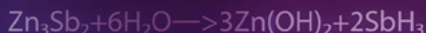
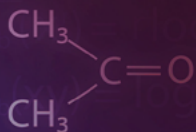


## ORGANIZADORES

Marco Antonio Sanches Anastacio

Marcos Rincon Voelzke

$$M = \frac{0,046765 \text{ mol}}{3 \text{ 0L}} = 0,016 \text{ M}$$



$$f = \frac{R}{2}$$

$$(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$$

$$\frac{a}{b} \cdot \frac{c}{d} = \frac{ad}{bc}$$

$$\frac{a-b}{c-d} = \frac{b-a}{d-c}$$

$$\frac{a+b}{c} = \frac{a}{c} + \frac{b}{c}$$

$$\frac{ab+ac}{a} = \frac{ab}{a} + \frac{ac}{a}, a \neq 0$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) \cdot \left(\frac{c}{d}\right) = \frac{ad}{bc}$$

$$ab+ac = a(b+c)$$

$$\frac{a\left(\frac{b}{c}\right)}{\frac{b}{c}} = \frac{ab}{c}$$

$$\frac{\left(\frac{a}{b}\right)}{\frac{c}{d}} = \frac{ad}{bc}$$

$$\frac{a}{\frac{b}{c}} = \frac{ac}{b}$$

# INTEGRANDO SABERES

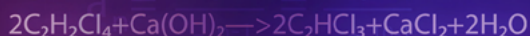
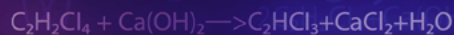
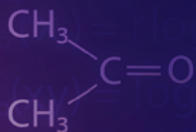
pesquisas e reflexões  
no Ensino de Ciências

## ORGANIZADORES

Marco Antonio Sanches Anastacio

Marcos Rincon Voelzke

$$M = \frac{0,046765 \text{ mol}}{3 \text{ OL}} = 0,015588 \text{ mol/L}$$



# INTEGRANDO SABERES

pesquisas e reflexões  
no Ensino de Ciências



Universidade

Cruzeiro do Sul

|

São Paulo

|

2026

|



pimenta  
cultural

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)

l61

Integrando saberes: pesquisas e reflexões no Ensino de Ciências / Organização Marco Antonio Sanches Anastacio, Marcos Rincon Voelzke. – São Paulo: Pimenta Cultural, 2026.

Livro em PDF

ISBN 978-85-7221-518-3

DOI 10.31560/pimentacultural/978-85-7221-518-3

1. Ensino de Ciências por investigação. 2. Tecnologias educacionais e Inteligência Artificial no ensino de Ciências. 3. Educação ambiental. 4. Ensino de Astronomia. 5. Alfabetização científico-tecnológica. I. Anastacio, Marco Antonio Sanches (Org.). II. Voelzke, Marcos Rincon (Org.). III. Título.

CDD 507

Índice para catálogo sistemático:

I. Ciências – Ensino e pesquisa

Simone Sales • Bibliotecária • CRB: ES-000814/0

Copyright © Pimenta Cultural, alguns direitos reservados.

Copyright do texto © 2026 os autores e as autoras.

Copyright da edição © 2026 Pimenta Cultural.

Esta obra é licenciada por uma Licença Creative Commons:

*Atribuição-NãoComercial-SemDerivações 4.0 Internacional - (CC BY-NC-ND 4.0).*

Os termos desta licença estão disponíveis em:

[<https://creativecommons.org/licenses/>](https://creativecommons.org/licenses/).

Direitos para esta edição cedidos à Pimenta Cultural.

O conteúdo publicado não representa a posição oficial da Pimenta Cultural.

---

Direção editorial	Patrícia Biegging Raul Inácio Busarello
Editora executiva	Patrícia Biegging
Gerente editorial	Landressa Rita Schiefelbein
Assistente editorial	Ana Flávia Pivisan Kobata Júlia Marra Torres
Diretor de criação	Raul Inácio Busarello
Assistente de arte	Naiara Von Groll
Edição eletrônica	Stela Tiemi Hashimoto Kanada
Imagens da capa	saicle, Phonlamaistudio, baivector - Freepik.com
Tipografias	Acumin, Agenda One, Magno Serif Variable
Revisão	Helena Simões Miranda
Organizadores	Marco Antonio Sanches Anastacio Marcos Rincon Voelzke

---

**PIMENTA CULTURAL**

São Paulo • SP

+55 (11) 96766 2200

[livro@pimentacultural.com](mailto:livro@pimentacultural.com)

[www.pimentacultural.com](http://www.pimentacultural.com)



2 0 2 6

# CONSELHO EDITORIAL CIENTÍFICO

## Doutores e Doutoradas

**Adilson Cristiano Habowski**

*Universidade La Salle, Brasil*

**Adriana Flávia Neu**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Adriana Regina Vettorazzi Schmitt**

*Instituto Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Aguimario Pimentel Silva**

*Instituto Federal de Alagoas, Brasil*

**Alaim Passos Bispo**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil*

**Alaim Souza Neto**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Alessandra Knoll**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Alessandra Regina Müller Germani**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Aline Corso**

*Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil*

**Aline Wendpap Nunes de Siqueira**

*Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil*

**Ana Rosangela Colares Lavand**

*Universidade Estadual do Norte do Paraná, Brasil*

**André Gobbo**

*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

**André Tanus Cesário de Souza**

*Faculdade Anhanguera, Brasil*

**Andressa Antunes**

*Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil*

**Andressa Wiebusch**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Andreza Regina Lopes da Silva**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Angela Maria Farah**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Anísio Batista Pereira**

*Universidade do Estado do Amapá, Brasil*

**Antonio Edson Alves da Silva**

*Universidade Estadual do Ceará, Brasil*

**Antonio Henrique Coutelo de Moraes**

*Universidade Federal de Rondonópolis, Brasil*

**Arthur Vianna Ferreira**

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Ary Albuquerque Cavalcanti Junior**

*Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil*

**Asterlindo Bandeira de Oliveira Júnior**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Bárbara Amaral da Silva**

*Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*

**Bernadette Beber**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Bruna Carolina de Lima Siqueira dos Santos**

*Universidade do Vale do Itajaí, Brasil*

**Bruno Rafael Silva Nogueira Barbosa**

*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

**Caio Cesar Portella Santos**

*Instituto Municipal de Ensino Superior de São Manuel, Brasil*

**Carla Wanessa do Amaral Caffagni**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Carlos Adriano Martins**

*Universidade Cruzeiro do Sul, Brasil*

**Carlos Jordan Lapa Alves**

*Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil*

**Caroline Chioquetta Lorenset**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Cassia Cordeiro Furtado**

*Universidade Federal do Maranhão, Brasil*

**Cássio Michel dos Santos Camargo**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

**Cecilia Machado Henriques**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Christiano Martino Otero Avila**

*Universidade Federal de Pelotas, Brasil*

**Cláudia Samuel Kessler**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

**Cristiana Barcelos da Silva**

*Universidade do Estado de Minas Gerais, Brasil*

**Cristiane Silva Fontes**

*Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil*

**Daniela Susana Segre Guertzenstein**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Daniele Cristine Rodrigues**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Dayse Centurion da Silva**

*Universidade Anhanguera, Brasil*

**Dayse Sampaio Lopes Borges**

*Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil*

**Deilson do Carmo Trindade**

*Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Brasil*

**Diego Pizarro**

*Instituto Federal de Brasília, Brasil*

**Dorama de Miranda Carvalho**

*Escola Superior de Propaganda e Marketing, Brasil*

**Edilson de Araújo dos Santos**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Edson da Silva**

*Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Brasil*

**Elena Maria Mallmann**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Eleonora das Neves Simões**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

**Eliane Silva Souza**

*Universidade do Estado da Bahia, Brasil*

**Elvira Rodrigues de Santana**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Estevão Schultz Campos**

*Centro Universitário Adventista de São Paulo, Brasil*

**Éverly Pegoraro**

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*

**Fábio Santos de Andrade**

*Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil*

**Fabrcia Lopes Pinheiro**

*Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Fauston Negreiros**

*Universidade de Brasília, Brasil*

**Felipe Henrique Monteiro Oliveira**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Fernando Vieira da Cruz**

*Universidade Estadual de Campinas, Brasil*

**Flávia Fernanda Santos Silva**

*Universidade Federal do Amazonas, Brasil*

**Gabriela Moysés Pereira**

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*

**Gabriella Eldereti Machado**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Germano Ehlert Pollnow**

*Universidade Federal de Pelotas, Brasil*

**Geuciane Felipe Guerim Fernandes**

*Universidade Federal do Pará, Brasil*

**Geymeesson Brito da Silva**

*Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*

**Giovanna Ofretorio de Oliveira Martin Franchi**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Handherson Leylton Costa Damasceno**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Hebert Elias Lobo Sosa**

*Universidad de Los Andes, Venezuela*

**Helciclever Barros da Silva Sales**

*Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, Brasil*

**Helena Azevedo Paulo de Almeida**

*Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil*

**Hendy Barbosa Santos**

*Faculdade de Artes do Paraná, Brasil*

**Humberto Costa**

*Universidade Federal do Paraná, Brasil*

**Igor Alexandre Barcelos Graciano Borges**

*Universidade de Brasília, Brasil*

**Inara Antunes Vieira Willerding**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Jaziel Vasconcelos Dorneles**

*Universidade de Coimbra, Portugal*

**Jean Carlos Gonçalves**

*Universidade Federal do Paraná, Brasil*

**Joao Adalberto Campato Junior**

*Universidade Brasil, Brasil*

**Jocimara Rodrigues de Sousa**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Joelson Alves Onofre**

*Universidade Estadual de Santa Cruz, Brasil*

**Jónata Ferreira de Moura**

*Universidade São Francisco, Brasil*

**Jonathan Machado Domingues**

*Universidade Federal de São Paulo, Brasil*

**Jorge Eschriqui Vieira Pinto**

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil*

**Jorge Luís de Oliveira Pinto Filho**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil*

**Juliana de Oliveira Vicentini**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Juliano Milton Kruger**

*Instituto Federal do Amazonas, Brasil*

**Juliano Pizzano Ayoub**

*Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil*

**Julierme Sebastião Morais Souza**

*Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

**Junior César Ferreira de Castro**

*Universidade de Brasília, Brasil*

**Katia Bruginski Mulik**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Laionel Vieira da Silva**

*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

**Lauro Sérgio Machado Pereira**

*Instituto Federal do Norte de Minas Gerais, Brasil*

**Leonardo Freire Marino**

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Leonardo Pinheiro Mozdzenski**

*Universidade Federal de Pernambuco, Brasil*

**Letícia Cristina Alcântara Rodrigues**

*Faculdade de Artes do Paraná, Brasil*

**Lucila Romano Tragtenberg**

*Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil*

**Lucimara Rett**

*Universidade Metodista de São Paulo, Brasil*

**Luiz Eduardo Neves dos Santos**

*Universidade Federal do Maranhão, Brasil*

**Maikel Pons Giralt**

*Universidade de Santa Cruz do Sul, Brasil*

**Manoel Augusto Polastreli Barbosa**

*Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil*

**Marcelo Nicomedes dos Reis Silva Filho**

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil*

**Márcia Alves da Silva**

*Universidade Federal de Pelotas, Brasil*

**Marcio Bernardino Sirino**

*Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Marcos Pereira dos Santos**

*Universidad Internacional Iberoamericana del Mexico, México*

**Marcos Uzel Pereira da Silva**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Marcus Fernando da Silva Praxedes**

*Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Brasil*

**Maria Aparecida da Silva Santandel**

*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*

**Maria Cristina Giorgi**

*Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Brasil*

**Maria Edith Maroca de Avelar**

*Universidade Federal de Ouro Preto, Brasil*

**Marina Bezerra da Silva**

*Instituto Federal do Piauí, Brasil*

**Marines Rute de Oliveira**

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil*

**Maurício José de Souza Neto**

*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Michele Marcelo Silva Bortolai**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Mônica Tavares Orsini**

*Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil*

**Nara Oliveira Salles**

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Neide Araujo Castilho Teno**

*Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Brasil*

**Neli Maria Mengalli**

*Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, Brasil*

**Patricia Bieging**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Patricia Flavia Mota**

*Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Brasil*

**Patrícia Helena dos Santos Carneiro**

*Universidade Federal de Rondônia, Brasil*

**Rainei Rodrigues Jadejiski**

*Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil*

**Raul Inácio Busarello**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Raymundo Carlos Machado Ferreira Filho**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

**Ricardo Luiz de Bittencourt**

*Universidade do Extremo Sul Catarinense, Brasil*

**Roberta Rodrigues Ponciano**

*Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

**Robson Teles Gomes**

*Universidade Católica de Pernambuco, Brasil*

**Rodiney Marcelo Braga dos Santos**

*Universidade Federal de Roraima, Brasil*

**Rodrigo Amancio de Assis**

*Universidade Federal de Mato Grosso, Brasil*

**Rodrigo Sarruge Molina**

*Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil*

**Rogério Rauber**

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil*

**Rosane de Fatima Antunes Obregon**

*Universidade Federal do Maranhão, Brasil*

**Samuel André Pompeo**

*Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Brasil*

**Sebastião Silva Soares**

*Universidade Federal do Tocantins, Brasil*

**Silmar José Spinardi Franchi**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Simone Alves de Carvalho**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Simoni Urnau Bonfiglio**

*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

**Stela Maris Vaucher Farias**

*Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil*

**Tadeu João Ribeiro Baptista**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil*

**Taiane Aparecida Ribeiro Nepomoceno**

*Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Brasil*

**Taíza da Silva Gama**

*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Tania Micheline Miorando**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Tarcísio Vanzin**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Tascieli Feltrin**

*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Tatiana da Costa Jansen**

*Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil*

**Tayson Ribeiro Teles**

*Universidade Federal do Acre, Brasil*

**Thiago Barbosa Soares**

*Universidade Federal do Tocantins, Brasil*

**Thiago Camargo Iwamoto**

*Universidade Estadual de Goiás, Brasil*

**Thiago Medeiros Barros**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil*

**Tiago Mendes de Oliveira**

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Brasil*

**Vanessa de Sales Marruche**

*Universidade Federal do Amazonas, Brasil*

**Vanessa Elisabete Raue Rodrigues**

*Universidade Estadual do Centro Oeste, Brasil*

**Vania Ribas Ulbricht**

*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

**Vinicius da Silva Freitas**

*Centro Universitário Vale do Cricaré, Brasil*

**Wellington Furtado Ramos**  
*Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Brasil*

**Wellton da Silva de Fatima**  
*Instituto Federal de Alagoas, Brasil*

**Wenis Vargas de Carvalho**  
*Universidade Federal da Grande Dourados, Brasil*

**Yan Masetto Nicolai**  
*Universidade Federal de São Carlos, Brasil*

## PARECERISTAS E REVISORES(AS) POR PARES

### Avaliadores e avaliadoras Ad-Hoc

**Alcidinei Dias Alves**  
*Logos University International, Estados Unidos*

**Alessandra Figueiró Thornton**  
*Universidade Luterana do Brasil, Brasil*

**Alexandre João Appio**  
*Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil*

**Artur Pires de Camargos Júnior**  
*Universidade do Vale do Sapucaí, Brasil*

**Bianka de Abreu Severo**  
*Universidade Federal de Santa Maria, Brasil*

**Carlos Eduardo B. Alves**  
*Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Brasil*

**Carlos Eduardo Damian Leite**  
*Universidade de São Paulo, Brasil*

**Catarina Prestes de Carvalho**  
*Instituto Federal Sul-Rio-Grandense, Brasil*

**Davi Fernandes Costa**  
*Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, Brasil*

**Denilson Marques dos Santos**  
*Universidade do Estado do Pará, Brasil*

**Domingos Aparecido dos Reis**  
*Must University, Estados Unidos*

**Edson Vieira da Silva de Camargos**  
*Logos University International, Estados Unidos*

**Edwins de Moura Ramires**  
*Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil*

**Elisiane Borges Leal**  
*Universidade Federal do Piauí, Brasil*

**Elizabete de Paula Pacheco**  
*Universidade Federal de Uberlândia, Brasil*

**Elton Simomukay**  
*Universidade Estadual de Ponta Grossa, Brasil*

**Francisco Geová Goveia Silva Júnior**  
*Universidade Potiguar, Brasil*

**Indiamaris Pereira**  
*Universidade do Vale do Itajaí, Brasil*

**Jacqueline de Castro Rimá**  
*Universidade Federal da Paraíba, Brasil*

**Jonas Lacchini**  
*Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Brasil*

**Lucimar Romeu Fernandes**  
*Instituto Politécnico de Bragança, Brasil*

**Marcos de Souza Machado**  
*Universidade Federal da Bahia, Brasil*

**Michele de Oliveira Sampaio**  
*Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil*

**Nívea Consuêlo Carvalho dos Santos**  
*Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil*

**Pedro Augusto Paula do Carmo**  
*Universidade Paulista, Brasil*

**Rayner do Nascimento Souza**  
*Serviço Nacional de Aprendizagem Comercial, Brasil*

**Samara Castro da Silva**  
*Universidade de Caxias do Sul, Brasil*

**Sidney Pereira Da Silva**  
*Stockholm University, Suécia*

**Suêlen Rodrigues de Freitas Costa**  
*Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil*

**Thais Karina Souza do Nascimento**  
*Instituto de Ciências das Artes, Brasil*

**Viviane Gil da Silva Oliveira**  
*Universidade Federal do Amazonas, Brasil*

**Walmir Fernandes Pereira**  
*Miami University of Science and Technology, Estados Unidos*

**Weyber Rodrigues de Souza**  
*Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Brasil*

**William Roslindo Paranhos**  
*Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil*

### Parecer e revisão por pares

Os textos que compõem esta obra foram submetidos para avaliação do Conselho Editorial da Pimenta Cultural, bem como revisados por pares, sendo indicados para a publicação.

# SUMÁRIO

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

*Marcos Rincon Voelzke*

**Apresentação .....14**

## CAPÍTULO 1

*Pablo José da Silva*

*Marcos Rincon Voelzke*

**Aplicação de quadrinhos de Astronomia como objeto de aprendizagem e estratégia motivacional para o ensino de Física .....18**

## CAPÍTULO 2

*Amauri José da Luz Pereira*

*Marcos Rincon Voelzke*

**Potencial aprendizagem significativa com um planetário ..... 37**

## CAPÍTULO 3

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

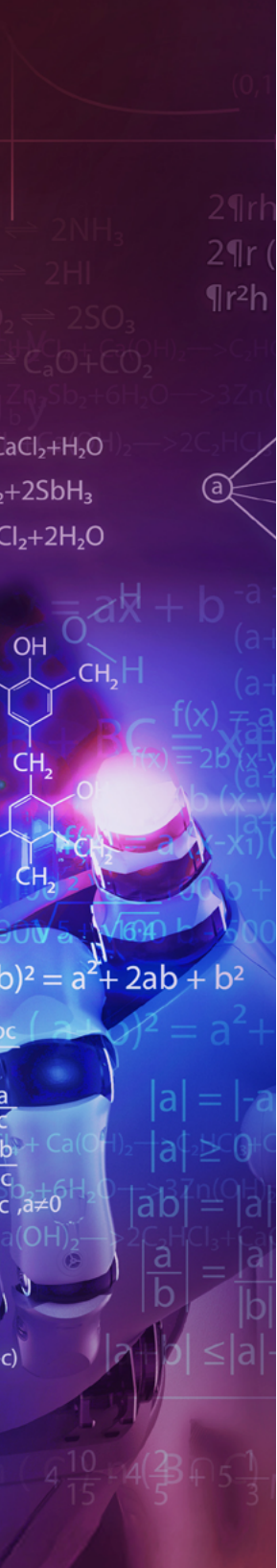
*Marcos Rincon Voelzke*

**Gamificação no ensino de Astronomia: uma proposta mediada por tecnologias digitais .....63**

## CAPÍTULO 4

*Marcos Rincon Voelzke*

**Cometas: das crendices à ciência .....83**



CAPÍTULO 5

*Antonio Maxuel Matos Silva*

*Marcos Rincon Voelzke*

**O uso da régua de cálculo para aulas de Física e Astronomia ..... 111**

CAPÍTULO 6

*José Eduardo Dobre Ferreira*

*Marcos Rincon Voelzke*

**A integração da Astronomia no ensino de Matemática: uma sequência didática baseada em metodologias ativas ..... 131**

CAPÍTULO 7

*Orlando Rodrigues Ferreira*

*Marcos Rincon Voelzke*

**A Inter e Transdisciplinaridade da Astronomia no Ensino Fundamental na Base Nacional Comum Curricular ..... 154**

CAPÍTULO 8

*Claudia Barcelos Giaquinto*

*Raphael Paixão Branco Teixeira*

*Rita de Cássia Frenedo*

**Entre plantas e colmeias: a criação de abelhas sem ferrão no alto das sacadas de apartamentos em áreas urbanas ..... 179**

CAPÍTULO 9

*Camila Ferreira Cavalheiro*

*Fabiana Aparecida Vilaça*

*Marcio Eugen K. L. dos Santos*

*Rita de Cássia Frenedo*

**Ensino de citologia oncológica: uma experiência por meio da resolução de problemas ..... 200**



CAPÍTULO 10

*Laura Luciane Gonçalves Formaggi*

*Raphael Paixão Branco Teixeira*

*Rita de Cássia Frenedo*

**Etogramas:**

ferramentas práticas para o ensino

e aprendizagem de Ciências..... 223

CAPÍTULO 11

*Karina Alves de Melo*

*Mauro Sérgio Teixeira da Araújo*

**A Iniciação Científica como  
potencializadora de inovações  
nas práticas docentes e no  
desenvolvimento de competências  
científicas e protagonismo estudantil  
no Ensino Médio .....**

**238**

CAPÍTULO 12

*Ivani Ramos do Carmo*

*Rita de Cássia Frenedo*

*Maria Delourdes Maciel*

**Saberes tradicionais  
e Ciência contemporânea:**

diálogos para a sustentabilidade..... 256

CAPÍTULO 13

*Marcia Helena Freitas Rodrigues*

*Jaime Sandro da Veiga*

*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

**Desenvolvimento do Pensamento Crítico  
e do entendimento de relações CTS  
por meio da leitura e discussão  
de textos científicos entre estudantes  
do Ensino Médio .....**

**275**



CAPÍTULO 14

*Jean Louis Landim Vilela*

*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

**Dificuldades enfrentadas  
por professores da Educação Básica  
para a promoção da Educação Inclusiva ..... 298**

CAPÍTULO 15

*Pablo José da Silva*

*Marcos Rincon Voelzke*

*Dorimar Tumenas*

**Física Moderna em quadrinhos  
no Ensino Médio:  
relatividade, gravidade e o paradoxo  
dos gêmeos sob a perspectiva da BNCC..... 325**

CAPÍTULO 16

*Arlison Paganotti*

*Luís Eduardo Guimarães Dias Santos*

*Marcos Rincon Voelzke*

**Os estudantes da rede estadual  
mineira e algumas concepções  
sobre energia nuclear ..... 350**

CAPÍTULO 17

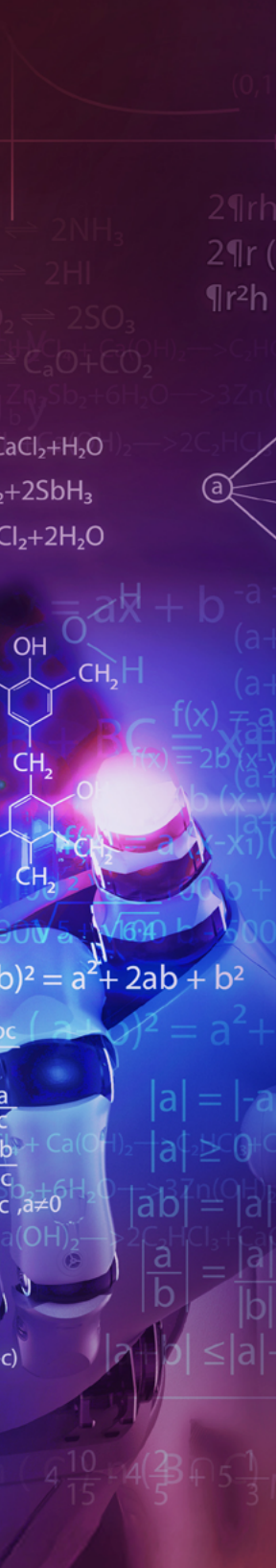
*Vinicius Alves Rodrigues*

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

*Marcos Rincon Voelzke*

**Fenômenos periódicos no cotidiano:  
uma proposta interdisciplinar mediada por Inteligência  
Artificial na Educação Científica .....367**



CAPÍTULO 18

*Lílian Márcia de Freitas*

*Carmem Lúcia Costa Amaral*

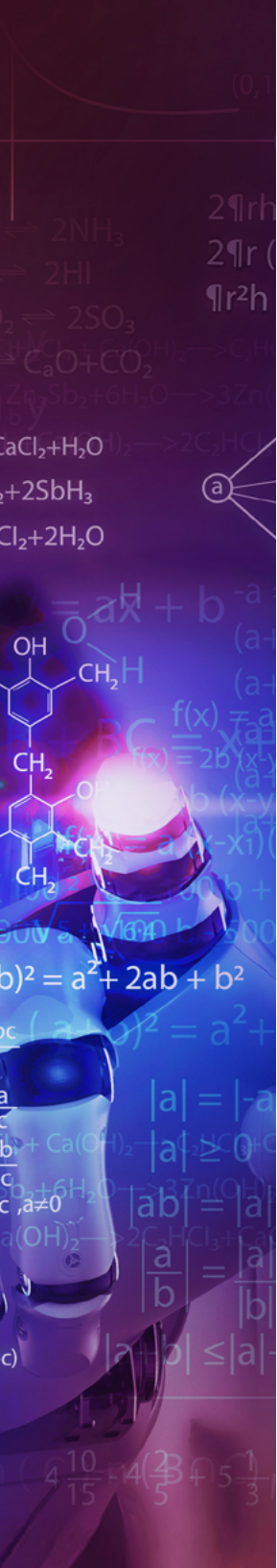
**A experimentação  
no ensino de Química:**

um mapeamento na Revista Química

nova na escola ..... 393

**Sobre os autores e as autoras..... 418**

**Índice remissivo.....424**



# APRESENTAÇÃO

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

*Marcos Rincon Voelzke*

O livro *Integrando saberes: pesquisas e reflexões no Ensino de Ciências* nasceu do desejo de promover um diálogo entre experiências inovadoras e investigações sobre os desafios de ensinar e aprender Ciências. A obra engloba trabalhos que exploram boas práticas, analisam obstáculos pedagógicos e discutem escolhas didáticas, com o propósito de explorar caminhos possíveis para a construção do conhecimento científico no chão da sala de aula.

Ao integrar perspectivas teóricas e relatos de experiências, busca-se evidenciar como a inovação pedagógica não se reduz apenas a recursos ou modismos, mas se consolida na intencionalidade didática, na mediação crítica e no compromisso com a aprendizagem significativa. A articulação entre fundamentos, metodologias e tecnologias perpassa os capítulos, oferecendo ao leitor um panorama diverso e, ao mesmo tempo, coerente.

Desse modo, este volume organiza-se em percursos que dialogam entre si e oferecem ao leitor um mapa de como a pesquisa educacional e as práticas de sala de aula podem convergir para um ensino de Ciências crítico, inclusivo e intelectualmente exigente.

Na primeira parte, o Ensino de Astronomia aparece como eixo integrador de saberes e potente mobilizador da curiosidade. As contribuições reunidas vão da mediação por objetos de aprendizagem – como histórias em quadrinhos e a revalorização da régua de cálculo como instrumento histórico de raciocínio – às experiências imersivas em planetário que apresentam evidências de ganho de aprendizagem. Ao lado disso, metodologias ativas, gamificação

e trabalho em equipes deslocam a ênfase da memorização para a resolução de problemas em contextos astronômicos, já que a leitura da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) evidencia a Astronomia como campo inter e transdisciplinar. O tema-síntese dos cometas, por sua vez, ilustra a passagem das crenças às evidências científicas e a potência do diálogo entre Física, Química, Matemática, História e Linguagens.

A segunda parte foca na Biologia e práticas investigativas, aproximando a ciência do cotidiano, articulando conservação, saúde e comportamento. Das colmeias de abelhas sem ferrão que ocupam sacadas e hortas urbanas – e devolvem ao espaço escolar a discussão sobre biodiversidade e cidadania ecológica – às práticas clínicas e laboratoriais da Citologia Oncótica, o leitor encontra um itinerário que forma para a decisão responsável. A etologia, com a construção de etogramas e a análise de repertórios comportamentais, ensina a ver e a nomear o mundo vivo com método, precisão e empatia. Em comum, os textos demonstram que a observação sistemática, o laboratório e a problematização são vias para desenvolver raciocínio científico e senso de responsabilidade ambiental.

Na terceira parte, dedicada à formação crítica e à inclusão, os capítulos voltam-se à alfabetização científico-tecnológica como condição de cidadania. A Iniciação Científica, trabalhada como política pedagógica e como prática investigativa, mostra como o protagonismo estudantil transforma a escola e as rotinas docentes. O diálogo entre saberes tradicionais e ciência contemporânea aponta caminhos para uma sustentabilidade justa, enquanto a leitura orientada de textos científicos, seminários e debates favorece a argumentação informada sobre os impactos das tecnologias. O mapeamento de barreiras à Educação Inclusiva, por sua vez, explicita as condições institucionais e formativas necessárias para que a escola acolha a diversidade sem renunciar à qualidade acadêmica.

A quarta parte, Física em contextos contemporâneos, atualiza o currículo e o conecta a problemas do mundo real. Narrativas em quadrinhos tornam acessíveis conceitos de Física Moderna, como gravitação, relatividade e o paradoxo dos gêmeos, sem empobrecer a sofisticação teórica. O diagnóstico das concepções estudantis sobre energia nuclear orienta o desenho de sequências didáticas que tratam riscos, benefícios e aplicações com base em evidências. Por fim, a modelagem de fenômenos periódicos mediada por Inteligência Artificial (IA) integra Matemática e Física por meio de dados reais e funções trigonométricas, fortalecendo pensamento computacional, letramento digital e interpretação crítica de resultados.

Encerrando o percurso, a última parte explora a Química que se experimenta, reafirmando a centralidade da experimentação para dar sentido aos conceitos, mesmo em contextos com infraestrutura limitada. O mapeamento de experiências publicadas na revista Química Nova na Escola revela temas recorrentes de laboratório, estratégias de baixo custo e as competências e habilidades da BNCC efetivamente mobilizadas quando o estudante formula hipóteses, observa, registra e interpreta.

Tomadas em conjunto, as cinco partes compõem uma arquitetura coerente que mescla fundamentos curriculares e teóricos, dialogando com mediações didáticas concretas. Práticas de investigação, leitura e debate sustentam a tomada de decisão, enquanto as tecnologias digitais, inclusive a IA, são convocadas como ferramentas cognitivas, não como fins em si mesmas. O resultado é um repertório para todos que desejam implementar práticas inovadoras, inclusivas e baseadas em evidências, do Ensino Fundamental ao Médio, e, ao mesmo tempo, cultivar a pergunta que motiva a boa educação científica: como transformar curiosidade em conhecimento com significado social?

Espera-se que os textos aqui reunidos inspirem reflexões críticas, fomentem novas investigações e contribuam para consolidar práticas pedagógicas inovadoras, capazes de responder às demandas da sociedade contemporânea e às diretrizes curriculares vigentes. Que este livro possa fortalecer redes de colaboração e alimentar a cultura de compartilhamento, força motriz para o avanço do Ensino de Ciências.

# 1

*Pablo José da Silva*

*Marcos Rincon Voelzke*

## APLICAÇÃO DE QUADRINHOS DE ASTRONOMIA COMO OBJETO DE APRENDIZAGEM E ESTRATÉGIA MOTIVACIONAL PARA O ENSINO DE FÍSICA

## INTRODUÇÃO

Este trabalho constitui um recorte da dissertação de Mestrado Acadêmico defendida em 2023 na Universidade Cruzeiro do Sul - SP.

A partir do reconhecimento da importância do tema, ondas eletromagnéticas, para esta pesquisa, foi feito um levantamento de artigos científicos em congressos, simpósios, encontros, periódicos, todos referentes a ensino, pesquisa e tecnologia em Ciências/Física, sendo apontadas as dificuldades dos alunos em relação ao ensino de Física e nossa consequente busca por estratégias e metodologias para a sala de aula, a fim de motivar a participação dos alunos nas aulas dessa matéria. Os grandes desafios da disciplina de Física apontados por Silva *et al.* (2018) são de natureza pedagógica: falta de metodologias adequadas e ausência de material apropriado nas escolas para aulas práticas.

Nesse contexto, a persistência em ministrar aulas tradicionais é apresentada por Bonadiman e Nonenmacher (2007), Lopes e Rodrigues (2017) e Moreira (2018), que destacam o excesso de exercícios de operações abstratas ou de memorização repetitiva – aprendizagem mecânica –, com alunos focados em suas exaustivas resoluções. Essa dificuldade do professor também foi mencionada por Dantas, Ribeiro e Mercena (2017).

O conteúdo da disciplina de Física do ponto de vista dos alunos foi mencionado por Martins *et al.* (2017), Moreira (2018) e Silva *et al.* (2018) como difícil e desestimulante; uma disciplina composta por cálculos e memorização de fórmulas extraídas dos livros, resolução de exercícios e um componente curricular considerado complexo, enfadonho, chato e nada motivador.

Segundo Oliveira e Harres (2017), a disciplina de Física, baseada em exercícios tradicionais, não possibilita plenamente a

compreensão de certos conceitos físicos, pois faz com que o aluno foque a resolução matemática, e não o entendimento do fenômeno.

Para Carvalho e Sasseron (2018), é necessário buscar estratégias para analisar práticas científicas, reconhecendo que o ensino e a aprendizagem em Ciências vão além da memorização de eventos e conceitos. Mas como fazer com que o aluno veja a disciplina de Física de outra forma? Qual metodologia deve ser utilizada pelo professor? Procurar novas metodologias? Construir um Objeto de Aprendizagem?

É necessário utilizar em aula uma metodologia diferenciada, que desperte o interesse do aluno e, assim, favoreça a aprendizagem. Sobre essas questões, nesta pesquisa busca-se alternativas com base na teoria de Ausubel (2003), que sugere o trabalho com o conhecimento prévio dos estudantes, fazendo uma ponte para conectá-lo às novas informações.

Alicerçada na teoria da aprendizagem significativa Ausubel (2003), a pesquisa realizada com alunos do Ensino Médio tem início em um tema estudado no Ensino Fundamental, ondas eletromagnéticas, para facilitar o aprendizado de novos assuntos. Dentro desta teoria, recomenda-se o uso de organizadores prévios, ou seja, materiais introdutórios, como âncoras para novas informações. O principal objetivo deste trabalho é utilizar conceitos de Astronomia em histórias em quadrinhos (HQ) para motivar as aulas de Física.

Portanto, investiga-se: as interações entre o ensino de Física, o ensino de Astronomia e o Objeto de Aprendizagem acessando conhecimentos prévios e novos foram suficientes para alcançar um potencial significativo de aprendizagem dos estudantes?

Os conteúdos das histórias em quadrinhos trazem novas informações para o Ensino Médio, baseadas em robôs de exploração, pousadores e satélites artificiais em Marte, além da trajetória das sondas *Voyager 1* e *2*. Os robôs *Curiosity* e *Perseverance*, na superfície de Marte, e os satélites orbitando o planeta forneceram

dados e imagens posteriormente utilizados como conteúdo de divulgação científica, inclusive por meio de uma história em quadrinhos como Objeto de Aprendizagem. Antenas de baixo e alto ganho e frequências de comunicação foram apresentadas nas HQ.

O veículo robótico *Perseverance* da NASA, na superfície de Marte, possui três antenas acopladas: uma UHF (*ultra-high frequency*) que se comunica com satélites artificiais, e uma de baixo ganho e outra de alto ganho que se comunicam diretamente com a Terra de acordo com Greicius (2021). Próximo ao *rover*, o helicóptero *Ingenuity* da NASA iniciou voos em Marte. Caso ocorra uma tempestade de poeira, partículas em suspensão podem atingir os painéis solares. Estes, aliás, precisam ser alimentados pela luz solar para sobreviver durante as noites frias de Marte, conforme Greicius (2021).

Na comunicação entre os satélites ao redor de Marte e os robôs, incluindo o *Curiosity*, trabalha-se com o uso de antenas de alta frequência. Elas enviam informações por ondas de rádio da superfície marciana para os satélites em órbita. Dos satélites, as informações são enviadas para antenas na superfície terrestre, conforme explicado por Greicius (2020). Nesse contexto, Mourão (1987, p. 707) define satélite artificial como: "Um veículo espacial, tripulado ou não, destinado a girar em torno do Sol, de um planeta ou de um satélite, em geral com o objetivo de investigação científica".

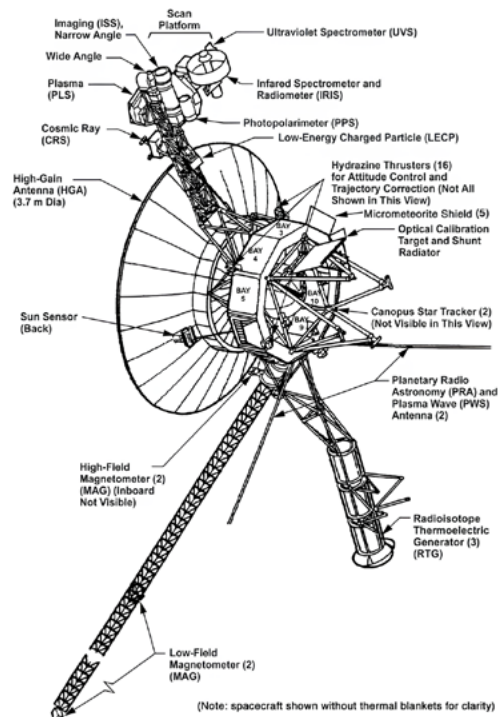
Além dos robôs nas HQ, as sondas *Voyager 1* e *2* também foram exploradas, seguem seu caminho rumo ao meio interestelar, há mais de 40 anos explorando o universo. Conforme Mourão (1987, p. 849), "*Voyager* é o programa da NASA para enviar veículos não tripulados, equipados com instrumentos, às órbitas de Marte, Vênus, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, eventualmente equipados com instrumentos nas superfícies planetárias".

Nos trabalhos de Ludwig e Taylor (2002), Gurnett *et al.* (2013; 2015), Burlaga *et al.* (2019) e Gurnett e Kurth (2019) foram mapeadas informações das sondas espaciais *Voyager 1* e *2*, incluindo

dados sobre explosões solares e sua influência na heliosfera até a heliopausa, e medições no meio interestelar. Mourão (1987, p. 368) define heliosfera como “a esfera que delimita o campo de influência da atividade solar”, e Gurnett *et al.* (2013; 2015) e Gurnett e Kurth (2019) definem a heliopausa como o limite em que o vento solar é interrompido pelo meio interestelar.

De acordo com Ludwig e Taylor (2002), o funcionamento das sondas *Voyager 1* e *2* verificou-se mediante apresentação dos dados científicos transmitidos pelos dispositivos acoplados. Os sinais eram enviados por antenas de alto ganho, com disco de 3,7m de diâmetro, dotadas de transmissores de 23 *watts* voltados para a Terra (Figura 1).

**Figura 1 - Dispositivos acoplados à Voyager**



Fonte: Ludwig e Taylor (2002, p. 4).

Segundo Ludwig e Taylor (2002), as sondas Voyager 1 e 2 possuem transmissores de frequência muito alta, 8,4 GHz, na faixa de micro-ondas. Os sinais são reduzidos devido às grandes distâncias percorridas por ambas. Sinais muito fracos ( $10^{-18}$  watts) são recebidos na Terra, onde as enormes antenas parabólicas da *Deep Space Network* (DSN) empregam amplificadores de ruído ultrabaixo. Assim, ampliam o sinal para um nível utilizável.

De acordo com Gurnett *et al.* (2013), há evidências de que a *Voyager 1* cruzou a heliopausa para o meio interestelar em 25 de agosto de 2012, a uma distância radial heliocêntrica de 121,6 Unidades Astronômicas (UA). E Burlaga *et al.* (2019) afirmam que a *Voyager 2* cruzou a heliopausa em 5 de novembro de 2018 a uma distância de 119,0 UA.

Segundo Gurnett e Kurth (2019), os instrumentos das *Voyager 1* e 2 são utilizados para detectar ondas de plasma e ventos solares e para medir a densidade de elétrons, que aumenta na heliopausa. Assim, os instrumentos das sondas detectaram a variação na densidade e na velocidade das partículas, provenientes do vento solar, em relação às partículas do vento interestelar.

De acordo com Gurnett *et al.* (2015) e Gurnett e Kurth (2019), os dados científicos mostram claramente que, na superfície de contato – separação entre o vento solar e o vento interestelar – há um aumento na densidade de partículas. Devido às colisões de elétrons na heliopausa, a velocidade das partículas do vento solar cai próxima de zero. As sondas espaciais *Voyager 1* e 2 encontram-se hoje em dia no espaço interestelar, onde a densidade de partículas diminuiu em relação à registrada na heliopausa.

O ensino de Astronomia e o uso da tecnologia, como as *Voyagers 1* e 2, apresentados em histórias em quadrinhos como as *Voyagers 1* e 2, podem apoiar o aprendizado de Física no Ensino Médio, pois permitem ao estudante visualizar, por meio das

ilustrações, e compreender, a partir dos argumentos, como os fenômenos físicos ocorrem. Conforme indicado na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2018), na construção de estratégias voltadas para a divulgação científica, as histórias em quadrinhos demonstraram consistência nos argumentos apresentados e utilizaram o *site* da NASA como fonte confiável. Segundo Langhi e Nardi (2009), a Astronomia apresenta um alto grau de motivação no contexto da divulgação científica.

## METODOLOGIA

Este trabalho foi aplicado na Escola Estadual Casimiro Silva, na cidade de Boa Esperança, Minas Gerais. O público-alvo desta pesquisa foram alunos do 1º ao 3º ano. O pré-teste foi aplicado nas datas de 9 e 10 de agosto de 2021. Para sua elaboração, foram utilizadas informações do livro didático de 9º ano de Godoy (2018) e do *site* da NASA, que aborda temas em Astronomia. O questionário aplicado foi do tipo fechado, um instrumento de metodologia quantitativa, contendo 11 questões de múltipla escolha.

Após a aplicação do pré-teste, as intervenções foram realizadas nas datas de 11 e 12 de agosto. Inicialmente, na “Aula 1”, foram abordados os conteúdos do 9º ano do Ensino Fundamental; já na “Aula 2”, durante as intervenções, foram trabalhados temas de Astronomia, incluindo informações atualizadas sobre as explorações de sondas no universo (Quadro 1). Todas as aulas foram desenvolvidas com base nas competências da (BNCC, 2018).

**Quadro 1 – Planejamento das aulas**

Intervenção	Códigos das Habilidades da BNCC	Tópicos abordados
Aula 1	EF09CI05 EF09CI06 EF09CI16	Ondas de rádio; AM e FM e UHF. A ionosfera e o comportamento das ondas eletromagnéticas de comunicação. Micro-ondas e os satélites artificiais. Distribuição das HQs.
Aula 2	EM13CNT303	As antenas de UHF. As antenas de baixo ganho. As antenas de alto ganho. Identificação dos conceitos de Física nas HQs.

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

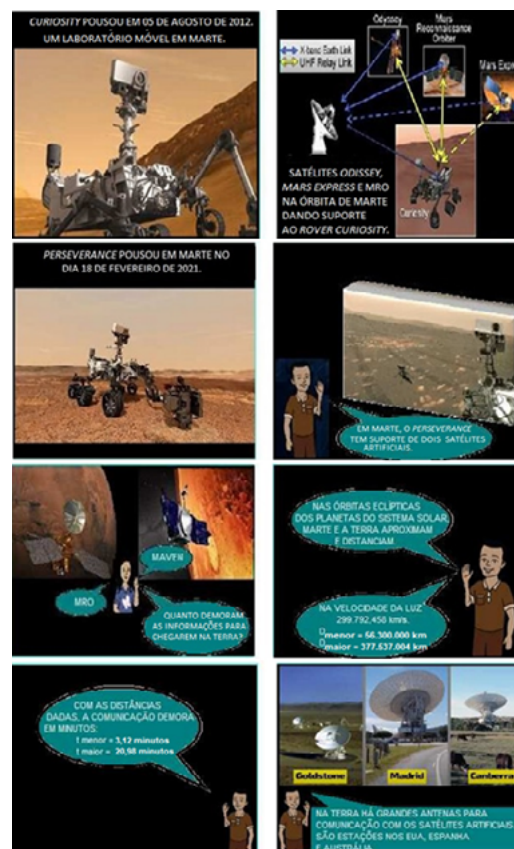
A produção de histórias em quadrinhos com ensinamentos de Astronomia para o Ensino Fundamental é justificada pela BNCC (2018). Segundo Peixoto *et al.* (2021), a BNCC ampliou o conteúdo de Astronomia. Novos currículos podem ser implementados na escola, com o uso de HQ com conteúdo astronômico abordando temas contemporâneos como Astrofísica.

Para o desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem (a produção das histórias em quadrinhos) foi utilizado o *software* HagáQuê, de Bin, Tanaka e Rocha (1999), da UNICAMP-SP, reunindo desenhos, figuras e informações de Greicius (2018; 2020; 2021), Wild (2021) e editores do *site* da NASA. Integram-se esses dados ao contexto da história com informações das obras científicas de Ludwig e Taylor (2002), Gurnett *et al.* (2013; 2015), Burlaga *et al.* (2019) e Gurnett e Kurth (2019). A utilização das histórias em quadrinhos impressas, para uso em sala de aula, foi uma escolha acertada, visto que a escola não dispõe de mídia digital, além da facilidade para o próprio professor adquirir o material colorido.

As histórias em quadrinhos foram utilizadas como fator motivacional nas aulas de Física, visando ao aprimoramento da aprendizagem dos alunos. As HQ foram entregues durante as intervenções realizadas nas turmas, e todos os estudantes demonstraram interesse pelas histórias científicas. A comunicação entre a Terra e Marte foi abordada em dois episódios, em que os robôs *Curiosity* e *Perseverance* encontravam-se na superfície de Marte e os satélites, em sua órbita.

Nas HQ, foi mostrada a comunicação entre Terra e Marte pelas antenas receptoras na Terra (Figura 2).

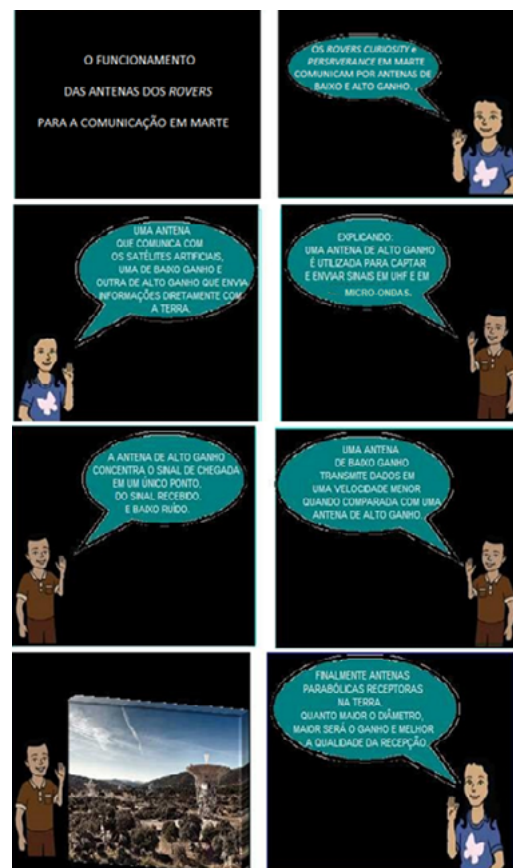
Figura 2 - A comunicação entre rovers e satélites



Fonte: Greicius (2021).

Na HQ, foi apresentado o funcionamento das antenas de baixo e alto ganho dos rovers em Marte (Figura 3).

Figura 3 - O funcionamento das antenas dos rovers

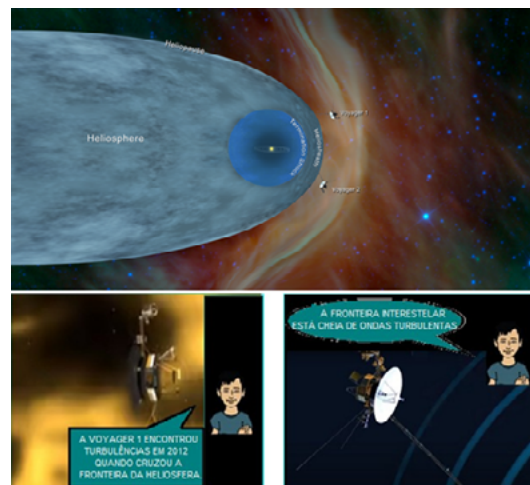


Fonte: Greicius (2021).

As ondas eletromagnéticas foram abordadas em um episódio ao longo da trajetória das sondas espaciais *Voyager 1* e *2*. Nesse contexto, buscou-se representar visualmente conceitos importantes durante a missão, facilitando a compreensão dos temas abordados.

As HQ ilustraram a posição das astronaves *Voyager 1* e *2*, bem como a fronteira interestelar (Figura 4).

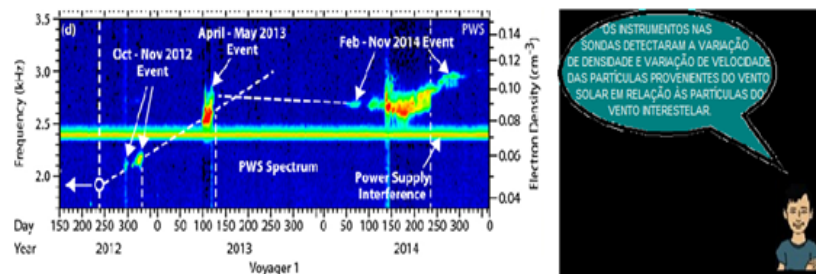
Figura 4 - A fronteira interestelar



Fonte: Greicius (2018)

As HQ evidenciaram a fronteira interestelar cheia de turbulências (Figura 5) e apresentaram os sinais de turbulências das *Voyager 1* e *2* na heliopausa, no período 2012 a 2014. Segundo Greicius (2018), Gurnett *et al.* (2015) e Gurnett e Kurth (2019), *heliosheath* é o local que fica entre a heliopausa e o *termination Shock*.

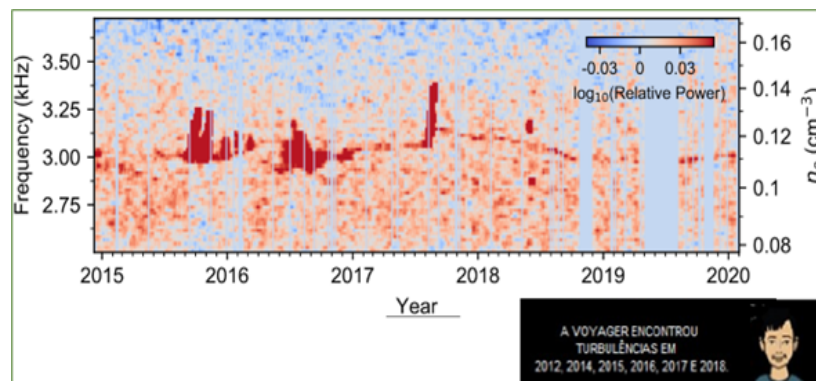
Figura 5 - Choque de elétrons na heliopausa



Fonte: Gurnett *et al.* (2015)

As sondas espaciais *Voyager 1* (25 de agosto de 2012) e *Voyager 2* (5 de novembro de 2018) adentraram no espaço interestelar (Figura 6).

**Figura 6** – Sinais de turbulências na heliopausa



Fonte: Burlaga et al. (2019).

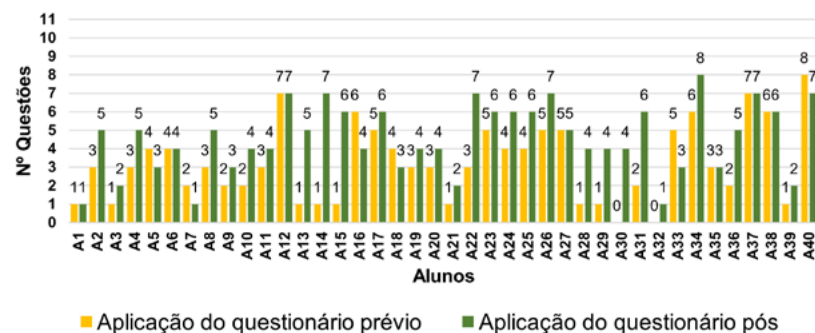
Após quatro meses, o mesmo questionário foi reaplicado nos dias 8, 9 e 10 de dezembro de 2021, agora denominado pós-teste, momento em que as turmas foram reunidas de maneira presencial, devido à diminuição dos casos de covid-19 no município, mantendo-se ainda o distanciamento alternado de uma carteira entre os alunos nas salas.

Em seguida, após a tabulação dos dados, foi realizada a análise estatística, utilizando o teste t de *Student*, conforme Araújo (2021), para verificar a ocorrência de aprendizagem potencialmente significativa nos alunos do Ensino Médio. Para tanto, foi utilizado o teste de hipótese, ferramenta de análise de dados de planilha Microsoft Excel (2016), o teste t para duas amostras pareadas para médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na sequência, foram avaliados os estudantes do EM participantes de A1 a A40, a saber: o 1º ano de A1 a A14; o 2º ano de A15 a A29 e o 3º ano de A30 a A40 (Figura 7). As cores indicam: amarelo para o pré-teste e verde para o pós-teste.

Figura 7 - Acertos por alunos



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Ao aplicar o questionário prévio, observou-se que os alunos das Turmas 2º e 3º anos apresentaram maiores números de acertos do que o Turma 1º ano (Figura 7). Com base na teoria de Ausubel (2003), pode-se perceber que, na maioria dos alunos do 1º ano, as informações do 9º ano não estavam armazenadas na estrutura cognitiva desses participantes da pesquisa.

Nos dois testes aplicados, foi verificada uma evolução dos índices das três turmas. Observou-se que, no pós-teste, 14 alunos alcançaram seis ou mais acertos. Apenas cinco alunos, no pós-teste, atingiram cinco acertos, e os demais obtiveram menos de quatro acertos, mas a maioria elevou o número de acertos em relação ao pré-teste (Figura 7). Comparando-se os resultados dos 40 alunos nos dois testes, percebe-se que 27 alunos alcançaram aumento

do número de acertos. Devido ao efeito das intervenções na aula expositiva e ao uso do Objeto de Aprendizagem com o Ensino de Astronomia, os conceitos foram assimilados, conforme a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel (2003). As taxas de sete alunos foram mantidas e, em seis, foram identificadas quedas. Assim, obteve-se um índice positivo de 67,5% entre os testes. As taxas de 17,5% foram mantidas e houve quedas para 15,0% dos alunos. A maioria dos alunos demonstrou motivação ao realizar o teste, embora uma pequena parcela não tenha apresentado evolução na taxa de acertos. Para aqueles que não obtiveram melhor resultado no pós-teste, conclui-se que a estratégia não foi suficiente para a aprendizagem e as HQ não foram claras o bastante.

**Teste de Hipóteses:** turmas agrupadas (40 alunos); para o teste t: comparação de duas amostras pareadas para médias, sendo que todas as turmas foram agrupadas e as médias, inseridas em uma planilha do Microsoft Excel (2016) para análise dos resultados (Tabela 1).

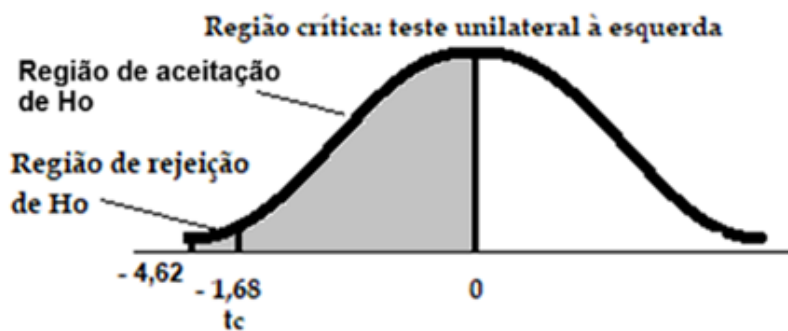
**Tabela 1 – Resultados: teste t, Turmas agrupadas**

Teste t: duas amostras em par para médias	Antes	Depois
Média	3,20	4,55
Variância	4,26	3,48
Soma dos acertos	128	188
Observações (n)	40	40
Hipótese da diferença de média	0	
GL (n-1)	39	
STAT T	- 4,62	
$t_{\text{crítico}}$ unicaudal à esquerda	- 1,68	

Fonte: elaborado pelos autores (2023).

A Tabela 1 apresenta os dados obtidos pelos cálculos da ferramenta do Microsoft Excel (2016). Obtém-se, a partir do teste t para as amostras e da comparação no pré-teste e no pós-teste, aplicados nas turmas agrupadas, o  $STAT T < t_{crítico}$  ( $-4,62 < -1,68$ ), cuja representação gráfica encontra-se na Figura 8.

Figura 8 - Teste de Hipóteses (turmas agrupadas)



Fonte: elaborado pelos autores (2023).

Deve ser rejeitada a hipótese  $H_0$  pelo resultado na comparação das médias que diferiram estatisticamente, com a probabilidade de 5,0% de significância. Portanto, a segunda hipótese ( $H_1$ ) será aceita, onde média no pré-teste ( $X_{inicial}$ ) é menor que no pós-teste ( $X_{final}$ ).

Após as estratégias de intervenção realizadas junto aos alunos, foi constatado que um rendimento superior ao observado na primeira fase foi apresentado por eles. Na análise estatística, verificou-se uma aprendizagem potencialmente significativa, alinhada à teoria descrita por Ausubel, Novak e Hanesian (1980). Mesmo com muitos fatores adversos pós-pandemia, a motivação com o uso do Ensino de Astronomia e o suporte do Objeto de Aprendizagem, neste caso as HQ, foram fatores que interferiram de maneira positiva na construção de conhecimento por uma parcela dos estudantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O principal objetivo desta pesquisa é utilizar conceitos de Astronomia em histórias em quadrinhos pode motivar as aulas de Física. A HQ é um objeto de aprendizagem que funciona como suporte para as aulas, despertando o interesse dos alunos na compreensão de conceitos científicos.

Com o resultado da pesquisa, obtivemos o fato de o uso das HQ no ensino da disciplina de Física se distanciarem das aulas tradicionais – quadro e giz –, fazendo com que uma parcela do corpo discente elevasse sua taxa de acertos em teste proposto, já que compreenderam os novos conteúdos da matéria. Portanto, o uso desse objeto de aprendizagem tornou-se um instrumento motivador para o estudante no estudo do comportamento das ondas eletromagnéticas e dos fenômenos físicos no espaço.

Desse modo, as HQ serviram de apoio às aulas, concebidas de formas mais interessantes, e foram essenciais para o entendimento das novas informações, em interação com o conhecimento prévio dos alunos, ao serem comparados os resultados da primeira e da segunda fases.

A intervenção após o pré-teste e o uso das HQ levaram os alunos a uma experiência diferente de aula. Com isso, as interações entre o Ensino de Física, o Ensino de Astronomia e o Objeto de Aprendizagem proporcionaram um aprendizado potencialmente significativa dos alunos, observando-se mudanças no número de acertos entre um teste e outro.

Dos 40 alunos pareados nos dois testes, 27 alunos (67,5%) apresentaram melhores resultados. Assim, para a maioria dos estudantes, os conceitos físicos foram assimilados ao menos o suficiente.

O número de alunos que, na segunda fase, tiveram o mesmo desempenho da primeira, ou que apresentaram queda, não impactou o resultado estatístico.

Indicou-se de maneira estatística que houve aprendizagem potencialmente significativa nas três turmas. Nas turmas agrupadas, foi constatado que as médias dos dois testes diferem a um nível de 5% de probabilidade, segundo a distribuição t de *Student*, levando-nos a concluir que a estratégia com HQ trouxe resultados positivos. A pesquisa realizada apresenta contribuições positivas para o ensino de Ciências, devido à interação entre o Ensino de Astronomia, tecnologia e divulgação científica dentro de um tema do Ensino de Física, abrindo espaço para futuras pesquisas em outras turmas.

Portanto a questão de pesquisa: “as interações entre o ensino de Física, o ensino de Astronomia e o Objeto de Aprendizagem acessando conhecimentos prévios e novos” foi respondida pelo resultado estatístico.

As interações entre o ensino de Física, o ensino de Astronomia e o Objeto de Aprendizagem acessando conhecimentos prévios e novos foram suficientes para alcançar um potencial significativo de aprendizagem dos estudantes

Ao compararmos os dois testes, considerando-se as estatísticas, houve diferença entre as médias de muitos estudantes do Ensino Médio, indicando uma aprendizagem potencialmente significativa.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. S. T. **Métodos Estatísticos Aplicados à Educação**. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2021.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva**. 1 ed. Lisboa: Paralelo, 2003.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2 ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

Base Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BIN, S. A.; TANAKA, E. H.; ROCHA, H. V. **Software HagáQuê**. Versão 1.01. [S./], 1999.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: uma Proposta Metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BURLAGA, L.F.; NESS, N.F.; BERDICHEVSKY, D.; PARQUE, J.; JIAN, L. K.; SZABO, A.; PEDRA, E. C.; RICHARDSON, J. D. *Magnetic Field and Particle Measurements Made by Voyager 2 At and Near the Heliopause*. **Nature Astronomy**, v. 3, n. 11, p. 1007-1012, nov. 2019.

CARVALHO, A. M. P.; SASSERON, L. H. Ensino e Aprendizagem de Física no Ensino Médio e a Formação de Professores. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 43-55, set. 2018.

DANTAS, L. C.; RIBEIRO, T. N.; MERCENA, S. G. Analisando uma sequência de ensino a partir de uma demonstração experimental sobre o tema a cor do céu utilizando pressupostos da aprendizagem significativa. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2017.

GODOY, L. P. **Ciências: Vida e Universo**. 1 ed. São Paulo: FTD, 2018.

GREICIUS, T. *Voyager*. **National aeronautics and space administration**. Disponível em: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/voyager/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/voyager/index.html). Acesso em: 10 jul. 2021.

GREICIUS, T. *Curiosity rover*. **National aeronautics and space administration**. Disponível em: [https://www.nasa.gov/mission\\_pages/msl/index.html](https://www.nasa.gov/mission_pages/msl/index.html). Acesso em: 23 mai. 2021

GREICIUS, T. *Perseverance rover*. **National aeronautics and space administration**. Disponível em: <https://www.nasa.gov/perseverance>. Acesso em: 23 mai. 2021.

GURNETT, D. A.; KURTH, W. S. *Plasma Densities Near and beyond the Heliopause From the Voyager 1 And 2 Plasma Wave Instruments*. **Nature Astronomy**, v. 3, p. 1024-1028, mai. 2019.

GURNETT, D. A.; KURTH, W.S.; BURLAGA, L.F.; NESS, N.F. *In Situ Observations of Interstellar Plasma With Voyager 1*. **Science**, v. 341, p. 1489-1492, set. 2013.

GURNETT, D. A.; KURTH, W. S.; STONE, E. C.; CUMMINGS, A. C.; KRIMIGIS, S. M.; DECKER, R. B.; NESS, N. F.; BURLAGA, L. F. *Precursors to Interstellar Shocks of Solar Origin*. **The Astrophysical Journal**, v. 809, p. 1-10, ago. 2015.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da Astronomia no Brasil: Educação Formal, Informal, Não-formal e Divulgação Científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4402-1 a 4402-11, dez. 2009.

LOPES, W. M. C.; RODRIGUES, L. Vamos navegar? Uma proposta de atividade interdisciplinar. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2017.

LUDWIG, R.; TAYLOR, J. **Voyager telecommunications**. *DESCANSO – DesignDesign and performance summary series*. Disponível em: [https://descanso.jpl.nasa.gov/DPSummary/Descanso4--Voyager\\_new.pdf](https://descanso.jpl.nasa.gov/DPSummary/Descanso4--Voyager_new.pdf). Acesso em: 29 ago. 2021.

MARTINS, C. O.; PARISOTO, M. F.; HEIMFARTH, T.; BISCAINO, A.; CHIELLE, G. T.; SILVA, G. S. Aplicação e avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa desenvolvida para ensinar relatividade especial no ensino médio. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2017.

Microsoft Excel. [S. l.]: Microsoft Corporation, 2016. Disponível em: <https://www.microsoft.com/pt-br/microsoft-365/excel>. Acesso em: 28 jan. 2022.

MOREIRA, M. A. Uma Análise Crítica do Ensino de Física. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 73-80, set. 2018.

MOURÃO, R. R. F. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1987.

OLIVEIRA, C. M.; HARRES, J. B. S. Novas evidências sobre as dificuldades de aprendizagem de força e movimento. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**, jan. 2017.

PEIXOTO, D. E.; OLIVEIRA, M. C.; TEIXEIRA JÚNIOR, J. V. A.; PEREIRA, W. G. Astronomia, Base Nacional Comum Curricular e a Produção de Materiais Didáticos: um Relato de Experiência. **Revista de Enseñanza de la Física**, v. 33, n. 2, p. 445-450, maio 2021.

SILVA, P. O.; KRAJEWSKI, L. L.; LOPES, H. S.; NASCIMENTO, D. O. Os Desafios no Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 9, n. 2, p. 829-834, jul. 2018.

WILD, F. *Commercial crew program*. **National aeronautics and space administration**, 2021. Disponível em: [https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/edu\\_la\\_ccp\\_overview\\_march2021\\_508.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/atoms/files/edu_la_ccp_overview_march2021_508.pdf). Acesso em: 23 mai. 2021.

# 2

$$ax^2+bx+c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} = 5$$
$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$
$$x_3 = \frac{4+7+1+6}{4} = 18$$

*Amauri José da Luz Pereira*

*Marcos Rincon Voelzke*



$$x^2 - a^2 = (x+a)(x-a)$$
$$x^2 + 2ax + a^2 = (x+a)^2$$
$$x^2 - 2ax + a^2 = (x-a)^2$$
$$x^2 + (a+b)x + ab = (x+a)(x+b)$$
$$x^3 + a^3 = (x+a)(x^2 - ax + a^2)$$
$$x^3 - a^3 = (x-a)(x^2 + ax + a^2)$$
$$x^{2n} - a^{2n} = (x^n - a^n)(x^n + a^n)$$

## POTENCIAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA COM UM PLANETÁRIO

$$+ac = a(b+c)$$
$$\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{c}$$
$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{a}{bc}$$
$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ad+bc}{bd}$$

$$a(bc) = (abc)c$$
$$a+b = b+a$$
$$a(b+c) = ab+ac$$

## INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta uma síntese do trabalho de pesquisa cujo resultado foi a tese de doutorado de Amauri José da Luz Pereira e orientada pelo Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke. Tendo como referencial a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (1964), os conceitos de planetas e planetas anões do Sistema Solar foram avaliados em turmas do sexto ano do Ensino Fundamental mediante a aplicação de questionários de pré e pós-intervenção. A intervenção aconteceu em uma única sessão, com o projetor digital do Planetário do Colégio Estadual do Paraná. A análise quantitativa dos acertos das questões por parte dos alunos serviu para a elaboração de gráficos comparativos e os dados foram tratados de modo estatístico a partir da submissão dos valores ao teste *t* de *Student* para amostras pareadas. Como conclusão da pesquisa, a análise quantitativa corroborou favoravelmente a hipótese inicial de que a intervenção com o uso do planetário para a explicação de conceitos de planetas e planetas anões do Sistema Solar é capaz de oferecer uma potencial aprendizagem significativa desses conteúdos por parte dos alunos da faixa etária pesquisada.

## METODOLOGIA

Por se tratar de uma tese de doutorado, o necessário ineditismos da pesquisa exigiu como metodologia inicial uma revisão sistemática da literatura (RSL). A RSL, diferente de um mapeamento de pesquisa, é mais profunda. Galvão e Ricarte (2020) trazem uma síntese dessa importante etapa de um projeto de pesquisa:

A revisão sistemática da literatura vai muito além disso. É uma modalidade de pesquisa, que segue protocolos específicos, e que busca entender e dar alguma logicidade a

um grande corpus documental, especialmente, verificando o que funciona e o que não funciona num dado contexto. Está focada no seu caráter de reprodutibilidade por outros pesquisadores, apresentando de forma explícita as bases de dados bibliográficos que foram consultadas, as estratégias de busca empregadas em cada base, o processo de seleção dos artigos científicos, os critérios de inclusão e exclusão dos artigos e o processo de análise de cada artigo. Explicita ainda as limitações de cada artigo analisado, bem como as limitações da própria revisão (p. 58).

A busca por um referencial para a seleção do material a ser utilizado na RSL da tese conduziu à metodologia de análise de conteúdo para pesquisas qualitativas de Bardin (Bardin, 1977). A estruturação dessa RSL é composta dos seguintes itens: bases de dados e intervalo temporal analisado, termos pesquisados (*strings*), critérios de inclusão e exclusão, refino da busca, resultados e conclusões obtidas da RSL.

A execução de uma RSL necessita da análise de uma quantidade significativa de trabalhos de âmbito nacional e internacional que parametrizem a produção acadêmica disponível na área, para que possa posicionar adequadamente a contribuição que a proposta de pesquisa trará.

No caso específico de uma pesquisa, como a que se configurou na tese apresentada neste trabalho, houve uma contribuição significativa do Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia (BTDEA) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) que possibilitou a busca por trabalhos relacionados ao tema principal: o ensino de conceitos sobre planetas e planetas anões para alunos do sexto ano do Ensino Fundamental. Por isso, e não por acaso, esse foi o primeiro banco de dados a ser consultado, além dos outros listados a seguir:

1. Banco de Teses e Dissertação sobre Educação em Astronomia (BTDEA): <https://www.btdea.ufscar.br/>;

2. Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações (BDTD): <https://bdtd.ibict.br/vufind/>;
3. Catálogo de Teses e Dissertações da CAPES: Banco <http://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses/>;
4. *Scientific Electronic Library Online* (SciELO): <https://scielo.org/>.

A seleção das bases de dados obedeceu aos seguintes critérios:

1. possibilidade do acesso a trabalhos nacionais e internacionais;
2. gratuidade de acesso pela *Internet*;
3. oferecer consultas dentro do intervalo temporal estabelecido;
4. permissão das consultas a artigos, dissertações e teses na área da pesquisa.

O intervalo temporal teve como base o primeiro banco listado, cujo primeiro trabalho data de 1973 e o último, de 2023, ano que antecede o início da pesquisa da tese. Na busca de termos relevantes para esta pesquisa selecionaram-se quatro eixos temáticos e seus respectivos termos essenciais, para a delimitação da proposta apresentada, conforme observado no Quadro 1.

**Quadro 1** - Termos pesquisados (*strings*)

Eixos temáticos	Termos pesquisados ( <i>strings</i> )
Ensino Fundamental	Ensino fundamental ou <i>elementary school</i>
Planetas	Planetas ou <i>planets</i>
Planetas anões	Planetas anões ou <i>dwarf planets</i>
Planetário	Planetário ou <i>planetarium</i>

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A busca por termos (*strings*) nas bases de dados em que constam artigos, dissertações e teses relacionadas aos eixos temáticos selecionados utiliza operadores booleanos e, por esse motivo, a palavra “ou” no quadro foi substituída pelo operador lógico “OR”, conectando, dessa forma, todos os termos como apresentado no Quadro 2.

**Quadro 2 - Junção das *strings* para busca**

Eixos temáticos	Termos pesquisados ( <i>strings</i> )
Ensino Fundamental ou elementary school ou planetas ou planetas anões ou dwarf planets ou planetário ou planetarium	((“Ensino Fundamental”) OR (“elementary school”) OR (“planetas”) OR (“planets”) OR (“planetas anões”) OR (“dwarf planets”) OR (“planetário”) OR (“planetarium”))

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Uma vez definidas as bases de dados, o intervalo temporal e os termos a serem pesquisados, a próxima etapa da RSL foi o estabelecimento de critérios de inclusão e exclusão de estudos relacionados ao tema da pesquisa proposta.

Os critérios de inclusão obedeceram aos seguintes requisitos:

- a. O trabalho inclui pesquisas no Ensino Fundamental.
- b. A pesquisa abordou planetas ou planetas anões do Sistema Solar.
- c. A palavra planetária é entendida como um equipamento de projeção do céu.

De forma semelhante os critérios de exclusão atendem aos seguintes requisitos:

- a. O trabalho foi aplicado a professores e não a alunos do Ensino Fundamental.
- b. A pesquisa não menciona os planetas anões do Sistema Solar.
- c. Não foi utilizado um planetário durante a pesquisa.

Uma vez estabelecidos ambos os critérios, bem como os seus requisitos, todas as etapas para a realização da busca nos bancos de dados foram cumpridas. Após a submissão da *string*, acrescida do operador booleano e do retorno com número e especificação dos trabalhos selecionados, o refino da busca se deu em duas etapas:

- Na primeira etapa de leitura dos trabalhos retornados, a seleção se deu pela leitura de seus títulos e resumos. Caso persistisse alguma dúvida nessa etapa, buscou-se na leitura do corpo do trabalho o porquê de a base de dados tê-los selecionado.
- Na segunda etapa, buscando algum indício de aderência ao tema de pesquisa pretendido, os trabalhos que passaram na primeira etapa foram lidos, buscando por similaridades que pudessem evidenciar semelhanças ou diferenças do tema de pesquisa proposto a princípio.

Resultados da RSL: a Tabela 1 apresenta o número de trabalhos selecionados, por bases de dados e o refino da busca entre a primeira e segunda etapa.

**Tabela 1** - Trabalhos selecionados durante a RSL

Bases	Quantidade	Tipos	Quantidade de trabalhos	
			1ª etapa	2ª etapa
BTDEA	24	Dissertações	17	4
		Teses	7	2
BDTD	11	Dissertações	10	2
		Teses	1	0
CAPEB	30	Dissertações	28	3
		Teses	2	0
SciELO	196	Artigos	196	1

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

O Quadro 3 apresenta os trabalhos refinados ao final da 2ª etapa.

**Quadro 3 – Trabalhos refinados na RSL**

Tipo	Base	Autores e ano	Título do trabalho
Artigo	SciELO	Mariscal e Flores, 2017	Retención de los conocimientos sobre el Universo: Estudio en alumnos españoles de 5º de educación primaria, a partir de una estrategia didáctica basada en la terminología científica
Dissertação	BTDEA	Pellenz, 2015	Astronomia no ensino de ciências: uma proposta potencialmente significativa
Dissertação	BTDEA	Romanzini, 2011	Construção e uma sessão de cúpula para o ensino de Física em um Planetário
Dissertação	BTDEA	Ferreira, 2014	CTS-Astro: Astronomia no enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade e Estudo de Caso em Educação a Distância
Dissertação	BTDEA	Borges, 2018	A Literatura infantil no ensino da Astronomia: Modelos Mentais sobre Sistema Solar e Estrelas de estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental
Tese	BTDEA	Leite, 2006	Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque em espacialidade
Tese	BTDEA	Langhi, 2009a	Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores
Dissertação	BDTD	Rosa, 2015	Do Big Bang ao Cerrado atual: interdisciplinaridade no Ensino de Ciências integrando espaços não formais
Dissertação	BDTD	Batista, 2021	O Programa Linhas do Conhecimento e a relação museu-escola
Dissertação	CAPES	Nascimento, 2020	Ensino de Astronomia e a teoria Histórico-Cultural: um caminho para a internalização de conceitos
Dissertação	CAPES	Alves, 2020	Educação Científica em espaços não formais de Ensino: um olhar sobre a biodiversidade do Cerrado
Dissertação	CAPES	Santos, 2023	De Platão a Kepler: Um recorte sobre o movimento dos planetas do Sistema Solar

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Como conclusão da revisão sistemática da literatura empreendida na proposta de pesquisa “O ensino sobre planetas e ‘planetas anões’ do Sistema Solar para alunos do sexto ano do Ensino Fundamental utilizando um planetário digital”, averigua-se que, além de ser inédita, tem importância para área de Educação em Astronomia, sobretudo no Brasil. No país, encontram-se diversas proposições do Ensino de Astronomia na legislação educacional vigente e também na literatura de trabalhos científicos dedicados a essa área.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa aqui relatada foi quantitativa, pois a partir da análise estatística dos índices de acertos, por parte dos alunos, dos questionários objetivos – prévios e posteriores à intervenção – analisou-se a possibilidade de uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos sobre planetas e planetas anões apresentados durante uma sessão de planetário digital.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O primeiro dos objetivos específicos da pesquisa foi abordar a possibilidade de uma aprendizagem potencialmente significativa, referenciada na Teoria de David Ausubel (Ausubel, 1964), dos conceitos sobre planetas e planetas anões mediante atividade realizada com o público-alvo desta pesquisa à luz da atual definição aceita pela União Astronômica Internacional. Dessa forma, vale salientar alguns dos aspectos dessa teoria.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) descreve o comportamento teórico do processo de aprendizagem cognitiva, a partir do raciocínio dedutivo do sujeito, baseado em seu conhecimento prévio. Como o indivíduo aprende à medida que novos conhecimentos são incorporados em suas estruturas cognitivas, com base em seus conhecimentos prévios relevantes, novas informações são

integradas em um complexo processo pelo qual aquele que aprende adquire conhecimento (Ausubel; Novak; Hanesian, 1968).

O processo formal de ensino baseado na TAS envolve muitas variáveis que o compõem, dentre elas: conhecimentos prévios relevantes do aluno, ambiente adequado, professor capacitado, material didático apropriado e potencialmente significativo, contexto socioeconômico no qual o aluno está inserido, entre outros. Essas variáveis são indissociáveis, pois uma depende e interfere direta ou indiretamente na outra. Nesse contexto, Ausubel, Novak e Hanesian (1968) destacam que se fosse possível separar e elencar essas variáveis, a mais relevante seria o conhecimento prévio do aluno. Sobre a importância desses conhecimentos prévios, Ausubel, Novak e Hanesian (1968, p. 4) destacam: "se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a apenas um princípio, eu diria isto: o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já sabe. Verifique isso e ensine-o de acordo".

A escolha de alunos do sexto ano do Ensino Fundamental do Colégio Estadual do Paraná vai ao encontro da principal premissa defendida por Ausubel (1964) em sua TAS, pois a análise de estudantes que passaram por uma rigorosa seleção de vagas, baseadas em suas elevadas médias, traz para a pesquisa a suposição de que tiveram ao longo das primeiras séries da Educação Básica um contato anterior com as definições vigentes de planetas e planetas anões. A percentagem de acertos de questões sobre esses conceitos foi avaliada de modo quantitativo por meio da aplicação de um questionário prévio.

Antes de dar início à pesquisa propriamente dita, as devidas autorizações para que ela pudesse transcorrer seguiram os protocolos recomendados pelo orientador da pesquisa e todos os procedimentos recomendados pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul, ao qual o Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências está vinculado.

O primeiro passo foi a elaboração, a submissão e a aprovação da carta de anuência para pesquisa junto ao Colégio Estadual do Paraná. O segundo procedimento foi a obtenção da autorização para a pesquisa junto às famílias e aos próprios alunos das turmas. Como trata-se de alunos na faixa dos 12 anos, além do termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE), houve também a necessidade da elaboração, submissão e recolhimento das autorizações do termo de assentimento livre e esclarecido (TALE), em linguagem mais informal e no nível de compreensão da pesquisa por parte dos alunos.

Antes da submissão de ambos os termos, para coleta das autorizações tanto por parte dos responsáveis quanto por parte dos alunos, o pesquisador conseguiu um espaço para esclarecimentos às famílias e aos alunos durante a reunião trimestral com a pedagoga das turmas, durante a qual explicou todos os aspectos envolvidos com a pesquisa e respondeu as questões subsequentes.

As turmas A, B e C do sexto ano do Ensino Fundamental do Colégio Estadual do Paraná possuem um total de 76 alunos matriculados. Tanto o TCLE quanto o TALE foram submetidos a todos os alunos, sendo que 54 deles retornaram devidamente preenchidos e autorizados. Apenas três famílias não consentiram a participação de seus filhos e quatorze alunos não entregaram e/ou extraviaram o TALE e/ou TCLE. Por esse motivo, a pesquisa considerou apenas o universo de 54 alunos que forneceram as autorizações. O pesquisador deixou bem claro a todos que a participação na pesquisa era voluntária e tanto os pais quanto os alunos podiam desistir da participação a qualquer momento, fato que se efetivou na desistência de quase 24% dos alunos matriculados nas referidas turmas.

A pesquisa só teve início de fato após a submissão, apreciação e aprovação por parte do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul, ocorridas em março de 2024, uma vez que na primeira submissão, em novembro de 2023, faltou a apresentação do TALE ao Comitê, que comunicou a pendência. Corrigida

a falha, a pesquisa começou logo após a autorização. O texto das autorizações está anexado ao final da tese e as fichas preenchidas estão sob a guarda do pesquisador.

O questionário prévio da pesquisa, composto por dez questões a respeito dos planetas e planetas anões, foi impresso e aplicado aos alunos das três turmas de sexto ano, durante uma aula de Ciências cedida pela professora das turmas. O pesquisador foi quem os aplicou, explicando aos estudantes que as perguntas faziam parte da pesquisa para a qual tanto eles quanto seus pais e/ou responsáveis autorizaram suas participações e que as alternativas deveriam ser respondidas de maneira individual e sem consulta a materiais auxiliares. Após a aplicação e a confrontação com as devidas autorizações, foram selecionadas as questões que tinham os termos devidamente preenchidos. Os índices de erros e acertos serão expostos e comentados neste capítulo.

Evidenciada a necessária intervenção para a apresentação dos conceitos sobre planetas e planetas anões de acordo com o preconizado pela União Astronômica Internacional, procedeu-se a proposta de intervenção mediante uma sessão de planetário digital sobre o tema. A partir das respostas dos alunos ao questionário pré-intervenção, foi possível identificar que a grande maioria já sabe que o Sistema Solar é composto por oito planetas e que Plutão é um planeta anão; no entanto, evidenciou-se também que eles desconhecem os demais planetas anões e não sabem como e por que essa classe de objetos foi estabelecida no Sistema Solar atual.

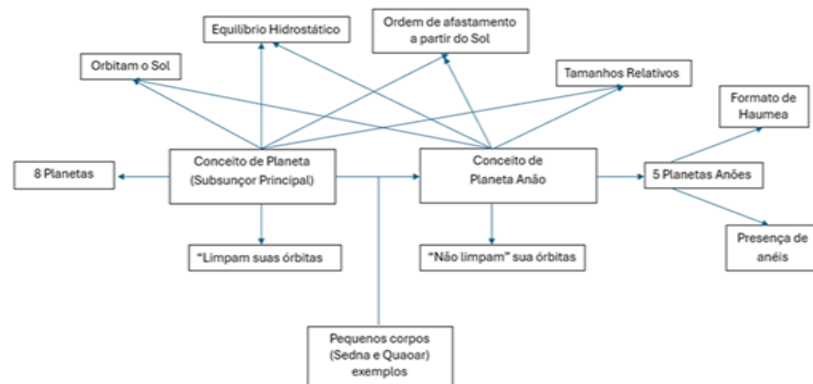
A proposta de intervenção por meio do planetário digital do Colégio Estadual do Paraná alicerçou-se na ideia de caracterizá-la como uma pesquisa-intervenção e foi inspirada na pesquisa participante tal como concebida por Paulo Freire, fundamentada numa ação pedagógica com o grupo e para o grupo visando a uma mudança na situação-problema vivida por ele. A tese presente em toda concepção investigativa de Freire (1996) diz que:

Não há ensino sem pesquisa e pesquisa sem ensino. Esses que-fazer-se encontram um no corpo do outro. Enquanto ensino, continuo buscando, reprocurando. Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquiso para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquiso para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade (p. 29).

O referencial teórico principal desta tese é a teoria da aprendizagem significativa de David Ausubel (Ausubel, 1964); nela, o termo subsunçor foi proposto e definido como sendo o conhecimento prévio existente na estrutura cognitiva do indivíduo que permite dar significado a novos conhecimentos. Dessa forma, o conceito de planeta enquanto astro que orbita o Sol no Sistema Solar foi proposto como sendo o subsunçor principal desta pesquisa. Os demais conceitos, como ainda são novos para os alunos, podem ser entendidos como organizadores prévios apresentados durante a intervenção com a sessão do planetário digital.

A Figura 1 apresenta o mapa conceitual da intervenção, apresentando o subsunçor principal e os organizadores prévios que vão ao encontro das proposições de Ausubel (1964) quando da apresentação de sua teoria de aprendizagem significativa.

Figura 1 - Mapa conceitual da intervenção



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

A intervenção com o planetário digital começou pela escolha do software livre a ser utilizado durante a sessão de Planetário, o Nightshade, versão 11.12.1., de código aberto e livre, não requerendo o pagamento a fornecedores proprietários e programável para ajustar-se às necessidades de seus usuários. Esse programa apresenta grande versatilidade para exploração de estrelas e constelações de diferentes uranografias, ou seja, descrições das constelações do céu. Também traz todos os planetas e planetas anões, com a possibilidade de apresentar detalhes desses astros, como suas posições em relação às constelações, tanto em tempo real como em diferentes épocas; pormenores de suas superfícies; rotação, e a maioria dos satélites naturais que orbitam em torno dos astros errantes do Sistema Solar.

A intervenção para a implantação da melhoria desejada foi a aplicação da sessão com o planetário digital para cada uma das turmas de sexto ano participante da pesquisa. Por meio de uma exposição ao vivo, pautada na interação com os alunos, foram apresentadas imagens dos planetas e planetas anões no domo semiesférico da sala, simulando o céu estrelado e a posição dos astros do Sistema Solar. Lançando mão desse recurso, buscou-se uma aula participativa com o intuito de promover uma aprendizagem significativa dos conceitos por parte dos alunos.

O monitoramento dos efeitos da ação deu-se por meio do questionário pós-intervenção e a descrição dos efeitos dessa ação culminaram no presente trabalho. A caracterização da sessão de planetário como uma pesquisa-intervenção alicerçou-se ainda em Thiollent (1986, p. 15), uma vez que, segundo o autor, "Na pesquisa-intervenção os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas".

Em conformidade com o sociólogo, os passos da sessão de planetário integraram essa modalidade de pesquisa, uma vez que o

pesquisador teve um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, pois o questionário prévio norteou o roteiro da aula no planetário. O acompanhamento e a avaliação das ações desencadeadas foram obtidos por meio do questionário de pós-intervenção, que, como preconiza a teoria da aprendizagem significativa, foi aplicado seis meses após a primeira abordagem da pesquisa, para que se evitasse uma avaliação mecânica do aprendizado e os resultados e conclusões fechassem a fase de investigação proposta.

A opção de realizar apenas uma sessão como intervenção ao longo do projeto de pesquisa foi proposital e tem o objetivo de trazer para a comunidade atuante com planetários no Brasil, representada pela Associação Brasileira de Planetários (ABP), a avaliação de uma aprendizagem potencialmente significativa de uma sessão de planetário para alunos da Educação Básica.

Questionário da pesquisa: o questionário objetivo de múltipla escolha, com cinco alternativas (a, b, c, d, e) e sendo apenas uma correta, foi elaborado com o propósito de servir de prospecção sobre o entendimento dos estudantes em relação aos planetas e planetas anões, permitindo avaliar os conhecimentos dos alunos sobre o tema tanto na pré como pós-intervenção. Os índices de acertos forneceram os dados quantitativos necessários à proposta. A análise das respostas prévias dos alunos parametrizou a intervenção da pesquisa-intervenção em que foi realizada a sessão do planetário de acordo com a temática da pesquisa.

O mesmo questionário de pré-intervenção foi aplicado na pós-intervenção, que segue abaixo:

**Questão 1** - Sobre o número de planetas e planetas anões, é correto afirmar que o Sistema Solar:

- a. É composto por nove planetas e Plutão, que foi reclassificado como planeta anão.

- b. Atualmente tem oito planetas e um planeta anão, Plutão, que foi assim reclassificado.
- c. **Possui oito planetas e cinco planetas anões.**
- d. Tem nove planetas, Plutão e o planeta X.
- e. Nenhuma das alternativas está correta.

**Questão 2** - Tendo como parâmetro a palavra “planeta anão” dentro da atual definição do Sistema Solar, é correto afirmar que:

- a. Existe apenas um planeta anão no Sistema Solar, Plutão, que foi assim reclassificado em 2006.
- b. O Sistema Solar atualmente possui três planetas anões: Plutão, Sedna e Quaoar.
- c. Todos os planetas anões são menores que os planetas e maiores que as luas do Sistema Solar.
- d. Os planetas anões são assim chamados apenas pelo fato de serem menores que os planetas.
- e. **Nenhuma das alternativas está correta.**

**Questão 3** - Qual é o maior planeta anão do Sistema Solar?

- a. Júpiter.
- b. **Plutão.**
- c. Mercúrio.
- d. Sedna.
- e. Quaoar.

**Questão 4** - Qual é o nome do menor planeta anão do Sistema Solar?

- a. **Ceres.**
- b. Plutão.
- c. Haumea.
- d. Makemake.
- e. Éris.

**Questão 5** - Entre os parâmetros que definem atualmente um planeta, o único item abaixo que está correto é:

- a. Para ser considerado planeta o astro deve necessariamente apresentar um formato esférico.
- b. **Um planeta é um astro que orbita ao redor do Sol.**
- c. Para ser planeta o astro deve estar isento da influência gravitacional de seus satélites.
- d. Deve ter limpa a vizinhança ao longo de sua órbita e seus satélites são planetas anões.
- e. Nenhuma das alternativas está correta.

**Questão 6** - O parâmetro "limpado a vizinhança ao redor de sua órbita" aplica-se somente a que item abaixo:

- a. **A definição de planetas do Sistema Solar.**
- b. A definição de planetas anões do Sistema Solar.
- c. Ao Sol, que é o astro gravitacionalmente dominante do Sistema Solar.
- d. Aos planetas Marte e Vênus pelo fato de não possuírem satélites naturais.

- e. Aos satélites naturais do Sistema Solar que não possuem astros orbitando-os.

**Questão 7** - Sobre os planetas anões do Sistema Solar, é correto afirmar que:

- a. Todos são arredondados.  
 b. **Apenas um deles não tem formato arredondado.**  
 c. Nenhum deles possui anéis orbitando a sua volta.  
 d. Nenhum deles possui satélites naturais.  
 e. Todos eles possuem satélites naturais.

**Questão 8** - Sobre as órbitas dos planetas anões do Sistema Solar, é correto afirmar que:

- a. Todos os planetas anões, assim como os planetas, possuem inclinações de órbita tangentes à eclíptica.  
 b. As órbitas descritas pelos planetas anões em torno do Sol são perfeitamente elípticas.  
 c. As órbitas descritas pelos planetas anões em torno do Sol são perfeitamente esféricas.  
 d. **As órbitas dos planetas anões, além do Sol, são influenciadas pelos astros de sua vizinhança próxima.**  
 e. Pela própria definição de planetas anões, suas órbitas não podem sofrer influências de seus satélites.

**Questão 9** - Em ordem crescente de afastamento do Sol, os planetas do Sistema Solar podem ser ordenados como:

- a. Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Netuno e Urano.

- b. Mercúrio, Terra, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
- c. Mercúrio, Terra, Vênus, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.
- d. **Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.**
- e. Mercúrio, Vênus, Marte, Terra, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno.

**Questão 10** - Em ordem crescente de afastamento do Sol, os planetas anões do Sistema Solar podem ser ordenados como:

- a. Plutão, Sedna, Quaoar, Ceres e Éris.
- b. **Ceres, Plutão, Haumea, Makemake e Éris.**
- c. Éris, Makemake, Haumea, Plutão e Ceres.
- d. Sedna, Quaoar, Éris, Plutão, Haumea.
- e. Quaoar, Sedna, Plutão, Éris, Makemake.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Tabela 2 está organizada em cinco colunas: os alunos, a quantidade de acertos dos questionários na pré-intervenção, quantidade de acertos na pós-intervenção, a diferença entre os pares de respostas de cada um deles e o quadrado dessa diferença na última coluna, que serão necessários para a aplicação no teste de hipótese t de Student, por meio do qual será realizada a análise estatística dos valores quantitativos coletados ao longo da pesquisa. O resultado avaliará se houve, por parte dos alunos participantes da pesquisa, uma aprendizagem potencialmente significativa ou não a partir da intervenção proposta sobre os planetas e planetas anões do Sistema Solar.

**Tabela 2** – Dados dos questionários para teste da normalidade

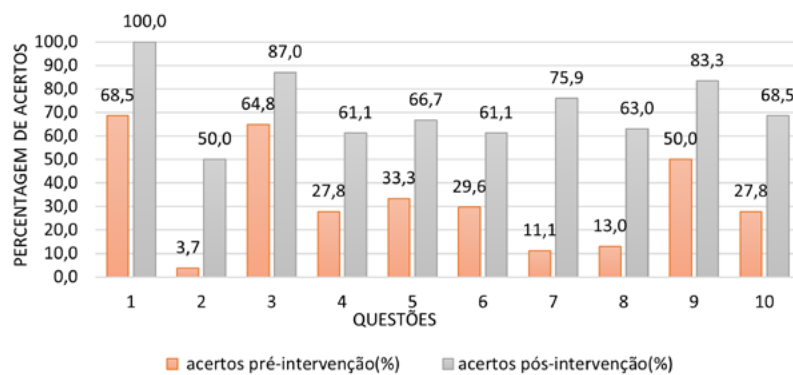
Alunos	Pré	Pós	$D_i$	$D_i^2$
1	10	10	0	0
2	6	7	1	1
3	6	7	1	1
4	1	10	9	81
5	3	7	4	16
6	1	10	9	81
7	2	8	6	36
8	1	10	9	81
9	3	7	4	16
10	3	8	5	25
11	1	8	7	49
12	5	5	0	0
13	1	7	6	36
14	0	7	7	49
15	1	9	8	64
16	6	9	3	9
17	4	6	2	4
18	2	6	4	16
19	4	10	6	36
20	4	8	4	16
21	3	7	4	16
22	1	10	9	81
23	4	9	5	25
24	2	7	5	25
25	4	8	4	16
26	3	7	4	16
27	2	7	5	25

28	4	5	1	1
29	5	7	2	4
30	3	6	3	9
31	2	5	3	9
32	4	6	2	4
33	4	5	1	1
34	6	7	1	1
35	6	6	0	0
36	6	6	0	0
37	3	6	3	9
38	3	5	2	4
39	3	6	3	9
40	5	8	3	9
41	4	8	4	16
42	6	7	1	1
43	2	6	4	16
44	4	6	2	4
45	3	10	7	49
46	1	5	4	16
47	3	6	3	9
48	1	7	6	36
49	2	5	3	9
50	3	5	2	4
51	3	5	2	4
52	4	8	4	16
53	2	8	6	36
54	1	8	7	49

Fonte: elaborado pelos autores (2024).

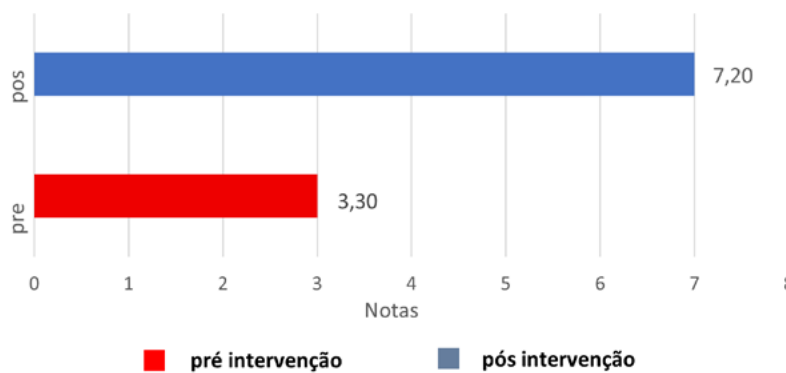
As Figuras 2 e 3 a seguir apresentam, respectivamente, os gráficos com a porcentagem de acertos e a média de acertos das questões. A Figura 4 relaciona as notas individuais de cada aluno avaliado com o número de acertos que cada um teve na pré e pós-intervenção. A Figura 5 evidencia as diferenças de acertos entre as intervenções e corrobora para a afirmação de que a sessão com o planetário digital foi mais significativa para os alunos que acertaram uma quantidade menor de questões a princípio.

**Figura 2 – Percentual de acertos por questões pré e pós-intervenção**



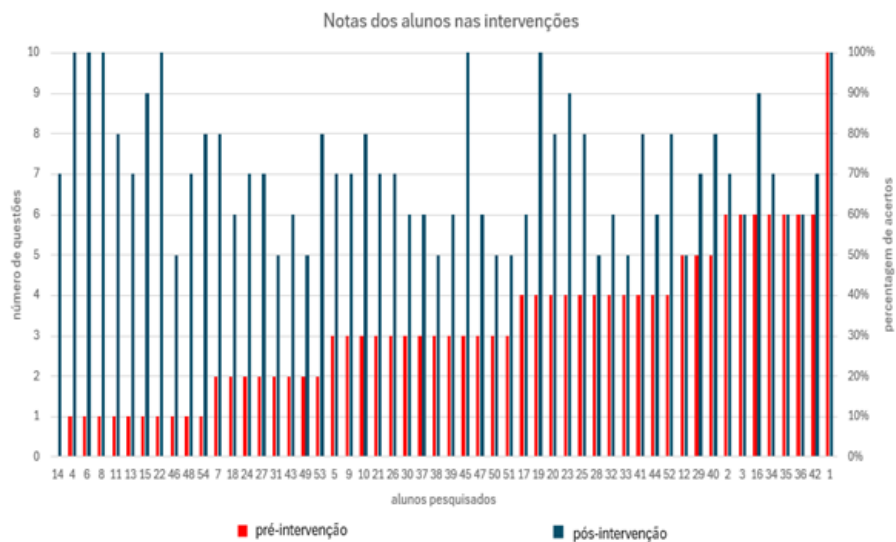
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

**Figura 3 – Média de acerto das questões**



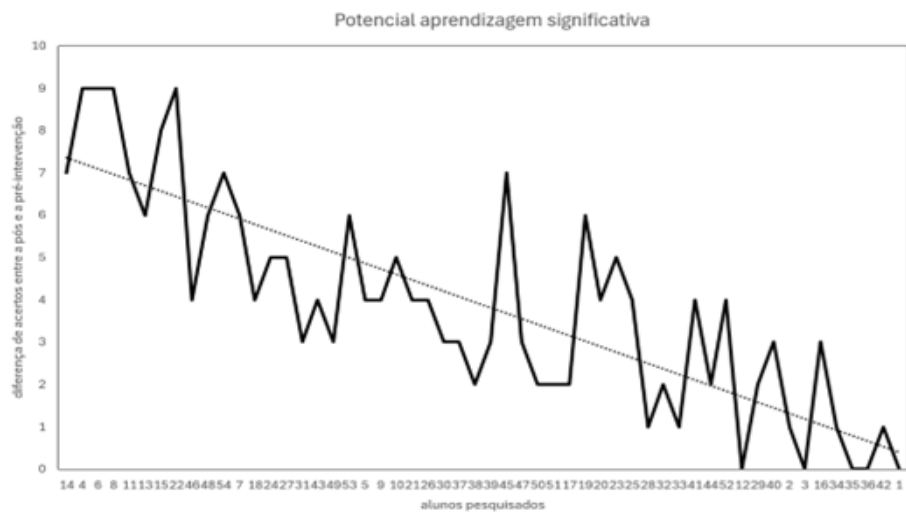
Fonte: elaborado pelos autores (2024).

**Figura 4 - Notas dos alunos na pré e na pós-intervenção**



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

**Figura 5 - Diferenças de acertos entre as intervenções**



Fonte: elaborado pelos autores (2024).

Fazendo a média das porcentagens de acertos a partir do Gráfico 1, obtém-se o resultado, na pre-intervenção, de 3,296, arredondada para 3,30, e na pós-intervenção a média 7,166, arredondada para 7,20. Esses valores são equivalentes aos obtidos no Gráfico 2, provenientes da soma das notas dividido pelo número amostral de 54 alunos participantes em todas as etapas da pesquisa.

Por se tratar de uma pesquisa quantitativa, a validação dos dados obtidos ao longo da pesquisa foi submetida ao teste de hipótese t de Student para amostras pareadas, e o autor da tese elaborou um código escrito em linguagem *Python*. Tal código foi validado por recomendação do orientador no software Excel e os cálculos foram conferidos à mão a partir da aplicação das equações do teste de hipóteses t de *Student*. Em todos os métodos aplicado, o teste t indicou estatisticamente a presença de potenciais avanços do aprendizado na pós-intervenção. Como resultado, a análise quantitativa dos dados aponta de maneira positiva para uma aprendizagem potencialmente significativa.

O aumento significativo da média de acertos das questões na comparação entre a análise estatística dos dados de pré e pós-intervenção, de 3,3 para 7,2, indica que houve uma diferença real entre os dados iniciais e finais, podendo ser interpretado como uma das consequências da intervenção com o planetário digital. Também sinaliza de modo positivo para a afirmação de que houve uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos abordados durante a pesquisa por parte dos alunos, indo ao encontro do que preconiza a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel (Ausubel, 1964).

O trabalho buscou oferecer uma abordagem científica devidamente parametrizada por dados quantitativos e sua validação estatística. Acredita-se que ele poderá contribuir para futuros trabalhos e intervenções de professores para diferentes faixas de ensino

que vierem a visitar planetários no Brasil e quiserem conduzir pesquisas dessa natureza com seus alunos.

Ao se abordar as resoluções 5A e 6A da XXVI Reunião da IAU durante as sessões, os dados de pós-intervenção indicam que apenas os aspectos mais significativos, como os nomes dos planetas e planetas anões, e fatores como quantidade desses componentes, posicionamentos em relação ao Sol e tamanhos relativos tiveram uma melhora percentual significativa.

O número menor de acertos percentuais de questões mais específicas, que requerem uma sentença para sua explicação, como “limpar a órbita”, e peculiaridades como a presença ou não de anéis nos planetas anões sinaliza a necessidade de mais intervenções para uma adequada compreensão desses conceitos pelos alunos de mesma faixa etária dos estudantes pesquisados.

Por fim, passados quase vinte anos da inserção da classe de planetas anões, observa-se que ainda há um grande desafio no Ensino de Astronomia no Brasil, que perpassa pela formação inicial de professores, como bem indicam os trabalhos de Langhi (2004, 2009a, 2009b, 2021), e pela disseminação das definições de planetas anões (Voelzke; Araújo, 2010), sendo necessárias futuras pesquisas nessa área de Educação em Astronomia no Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. Some Psychological Aspects of the Structure of Knowledge. *In*: ELAM, S. **Education and the Structure of Knowledge**. Illinois: Rand MacNally, p. 221-262, 1964.
- AUSUBEL, D. P.; Novak, J.D.; Hanesian, H. **Educational Psychology – A Cognitive View**. New York: Holt, Rinehart e Winston, 1968.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BATISTA, J. C. B. **O Programa Linha de Conhecimento e a Relação Museu-Escola.** 2021. 304 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e em Matemática, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

BORGES, E. F. M. **A Literatura Infantil no Ensino da Astronomia: Modelos Mentais sobre o Sistema Solar e Estrelas de Estudantes do 7º Ano do Ensino Fundamental.** 2018. 216 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.

FEREIRA, O. R. **CTS-Astro: Astronomia no Enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade e Estudo de Caso em Educação a Distância.** 2014. 220 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, , 2014.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia.** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1996.

GALVÃO, M. C. B.; Ricarte, I. L. M. Revisão Sistemática da Literatura: Conceituação, Produção e Publicação. **Logeion – Filosofia da Informação**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 1, p. 57-73, set. 2019.

LANGHI, R. **Um Estudo Exploratório para Inserção da Astronomia na Formação de Professores Dos Anos iniciais do Ensino Fundamental.** 2004. 243 p. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru, 2004.

LANGHI, R. **Astronomia nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental: Repensando a Formação de Professores.** 2009a. 372 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual de São Paulo, Bauru, 2009a.

LANGHI, R. Educação em Astronomia e a Formação Continuada de Professores: A Intedisciplinaridade Durante um Eclipse Lunar Total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, São Carlos, n. 7, p. 15-30, 2009b.

LANGHI, R. *Some Brief Reflexions About the Astronomy Education in Brazil.* **Academia Letters**, San Francisco, jun. 2021.

LEITE, C. **Formação do Professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque em espacialidade.** 2006. 274 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

MARQUETTI, I. C. A. **Educação Científica em Espaços Não Formais de Ensino: Um Olhar Sobre a Biodiversidade do Cerrado**. 2020. 153 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2020.

NASCIMENTO, L. F. A. **Ensino de Astronomia e a Teoria Histórico-cultural: um Caminho para a Internalização de Conceitos**. 2020. 77 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação Científica e Matemática) – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2020.

ROSA, R. G. **Do Big Bang ao Cerrado Atual: Interdisciplinaridade no Ensino de Ciências Integrando Espaços Não Formais**. 2015. 79 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.

SANTOS, M. A. G. **De Platão à Kepler: Um recorte sobre o movimento dos planetas do Sistema Solar**. 2023. 105 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Departamento de Física, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2023.

THIOLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 2 ed. São Paulo: Editora Cortez, v.1, 1986.

VOELZKE, M. R.; Araújo, M. S. T. Plutão: Planeta ou “Planeta Anão”? **REnCiMa**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 66-79, jan./jun. 2010.

# 3

$$ax^2+bx+c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} =$$

$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

*Marcos Rincon Voelzke*



$$x^2 - a^2 = (x+a)(x-a)$$
$$x^2 + 2ax + a^2 = (x+a)^2$$
$$x^2 - 2ax + a^2 = (x-a)^2$$
$$x^2 + (a+b)x + ab = (x+a)(x+b)$$

## GAMIFICAÇÃO NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA MEDIADA POR TECNOLOGIAS DIGITAIS

## INTRODUÇÃO

Historicamente, Ciência e Tecnologia caminharam juntas, complementando-se e transformando o modo como as pessoas observam, interagem e compreendem o mundo ao seu redor. Nesse cenário, é notável como os processos mediados pelas tecnologias disponíveis em cada época tiveram impacto tanto na construção do conhecimento quanto na organização social, com reflexos no processo de ensino e aprendizagem.

Ao considerar as transformações impulsionadas pela Ciência e Tecnologia no último século, torna-se evidente o papel desempenhado pela Astronomia na construção do conhecimento. Seja motivada pela curiosidade inerente ao ser humano em procurar respostas para os mistérios do céu observável ou até mesmo impulsionada pelas necessidades fundamentais de antigas civilizações, a Astronomia consolidou-se ao longo do tempo como um agente propulsor na quebra de paradigmas científicos e culturais.

Não por acaso, na recente reforma curricular brasileira, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) trouxe em seu texto a temática **Terra e Universo** entre os conteúdos essenciais de Ciências da Natureza, contemplando conceitos de Astronomia em todas as etapas da Educação Básica (Brasil, 2018). Por seu caráter interdisciplinar, a Astronomia constitui-se em importante ferramenta na formação do indivíduo e cidadão, uma vez que levar os temas astronômicos para discussão na escola amplia a visão de mundo dos estudantes (Langhi; Nardi, 2022).

Os aspectos motivacionais intrínsecos à Astronomia, cujo laboratório é o céu, aberto a todos, são destacados não apenas na BNCC, mas também no Currículo Paulista, que destaca que “[...] a curiosidade dos estudantes pelos fenômenos celestes pode ser o ponto de partida para explorar atividades de observação do céu,

a fim de estimular o desenvolvimento do pensamento espacial [...]” (São Paulo, 2019, p. 378).

Esse diálogo entre Ciência e Tecnologia não foi ignorado pelos materiais curriculares, atentos à necessidade de um letramento frente a uma sociedade cada vez mais dependente das Novas Tecnologias Digitais (NTD). A formação do indivíduo não pode prescindir de competências como:

Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva (São Paulo, 2019, p. 29).

A maneira como o uso das NTD tem ressignificado o cotidiano faz necessário promover novos modos de interação, leitura e escrita nos meios digitais. Assim, a escola, em sintonia com as novas formas de construção de conhecimento por meio da cultura digital, não pode relegar a segundo plano o multiletramento e a formação para uma utilização ética, criativa e responsável das NTD (São Paulo, 2019).

É imprescindível refletir sobre os caminhos da aprendizagem à luz do conceito de cibercultura e sua interseção com o processo de construção do conhecimento. A cibercultura, descrita por Lévy (2010) como um conjunto de técnicas intelectuais que engloba práticas e atitudes moldadas por um modo de pensar e por valores que emergem com a rede mundial de computadores (*Internet*), foi recentemente reinterpretada como uma cultura digital, amplamente integrada a dispositivos e espaços conectados por meio do emprego das NTD (Bertolazzo, 2020).

Não à toa, a cultura digital figura como uma das três dimensões que estruturam as NTD na BNCC, sendo responsável pela formação de atitudes e valores necessários para aprendizagem fundamentada

em uma participação consciente, crítica e democrática por meio do uso de tecnologias (Santos; Rosa; Bulegon, 2021).

Em face dessas transformações, não se pode negar que as NTD trazem um novo contexto para a construção dos saberes, na medida em que podem ampliar e até modificar as funções cognitivas humanas, o que pode tornar obsoletos processos tradicionais de aprendizagem (Bannell *et al.*, 2016).

Entretanto, conforme afirmam Bannell *et al.* (2016, p. 104), “[...] supor que o simples uso de uma nova tecnologia é suficiente para alterar a forma de aprender seria o mesmo (resguardadas as diferenças!) que acreditar que por ter acesso a um lápis e a um papel a pessoa será capaz de aprender a ler e escrever”.

Nesse viés, este capítulo tem como objetivo analisar o uso da gamificação como ferramenta no Ensino de Astronomia sob o ponto de vista de docentes e estudantes de pedagogia que participaram da oficina sobre essa temática.

Trata-se de um recorte inicial do trabalho sobre o ensino de Astronomia mediado pelas NTD, em desenvolvimento no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, nível doutorado, que tem como linha de pesquisa “Construção do Conhecimento no Ensino e Aprendizagem de Ciências, Matemática e suas Tecnologias”.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A integração entre tecnologia e sala de aula deixou de ser uma mera discussão teórica para tornar-se uma necessidade, em vista do acelerado avanço das NTD em diversos setores da sociedade. Esse intenso processo de globalização digital, característico da era

da informação, transformou significativamente a forma de acesso ao mundo, refletindo diretamente nas maneiras como as novas gerações constroem o conhecimento e aprendem (Tamarozzi; Tortora, 2023).

Nesse novo cenário educacional, emerge uma escola frequentada por indivíduos que desejam transitar e experimentar múltiplas realidades, o que pode abrir um leque de possibilidades para “[...] imersão no espaço e nos assuntos astronômicos por meio de *softwares*, aparatos e aplicativos para celular” (Leão; Teixeira, 2021, p. 126).

Dentre as áreas do conhecimento que podem se beneficiar dessa aprendizagem mediada pelo digital, a Astronomia destaca-se por sua natureza interdisciplinar e investigativa, que favorece o uso de recursos tecnológicos e estratégias ativas. Ao tratar de temas como os movimentos da Terra, os corpos celestes, as fases da Lua ou a vastidão do Universo, os saberes científicos podem ser articulados com experiências do cotidiano dos estudantes, despertando curiosidade, encantamento e senso crítico.

Como destacam Langhi e Nardi (2022), o ensino de Astronomia contribui de maneira significativa para a alfabetização científica e para a compreensão do lugar da Terra no Cosmos, sendo, portanto, um campo fértil para a inserção de metodologias mediadas por tecnologias digitais interativas.

Nesse cenário, a gamificação, muito utilizada nos ambientes corporativos e empresariais, pode se tornar uma estratégia promissora para integrar tecnologias digitais ao processo de ensino e aprendizagem (Tamarozzi; Tortora, 2023).

## MAS, AFINAL, O QUE É GAMIFICAÇÃO?

Não se pode ignorar o poder que os jogos exercem sobre as pessoas. Muitos jogadores relatam a sensação de horas imersos em uma atividade lúdica sem perceber o decorrer do tempo,

ignorando cansaço ou distrações. Essa capacidade de capturar e manter a atenção está associada a elementos próprios do *design* de jogos, como metas claras, desafios progressivos, recompensas e *feedback* imediato, que atuam sobre as estruturas motivacionais humanas (Alves, 2015).

Entender esses mecanismos e traduzi-los para o ambiente de aprendizagem tem sido um dos principais objetivos das abordagens gamificadas na educação, que visam tornar o processo de aprendizagem mais envolvente, personalizado e significativo.

Embora o termo gamificação tenha sido cunhado apenas em 2002 pelo programador britânico Nick Pelling, sua essência remonta de 1912, quando a marca americana de biscoitos e *snacks* Cracker Jack começou a incluir brinquedos-surpresa em suas embalagens como estratégia para fidelizar clientes por meio de elementos lúdicos (Alves, 2015).

O conceito de gamificação ganhou projeção mundial a partir de 2010, com a viralização de um vídeo criado por Jesse Schell, professor e *game designer* norte-americano, no qual se explorava, de forma provocativa, um mundo onde tudo fosse gamificado (Alves, 2015). A partir de então, o termo passou a ser amplamente utilizado em diferentes áreas, incluindo o *marketing*, a saúde, os ambientes corporativos e, com destaque, na educação.

Mas, afinal o que é gamificação? O termo refere-se à aplicação de elementos de jogos, como pontuação, desafios, *rankings*, recompensas e *feedback* imediato, em contextos que não são necessariamente lúdicos, com o objetivo de engajar e motivar os participantes (Alves, 2015).

Com o avanço desse conceito para o campo educacional, a gamificação passou a ser vista não apenas como o uso de pontos, distintivos e fases, mas como uma estrutura de pensamento orientada ao engajamento. Segundo Alves (2015), a meta de um sistema gamificado é criar experiências tão envolventes que levem os

participantes a investirem seu tempo, compartilhem conhecimento e contribuam com energia para o alcance de objetivos comuns.

No entanto, apenas aplicar mecânicas superficiais, como *rankings* e premiações, não garante o sucesso da proposta. Nesse viés, o pensamento de jogos, ou seja, a forma como os desafios são concebidos, contextualizados e conectados a propósitos significativos é que determina a efetividade da aprendizagem gamificada (Alves, 2015).

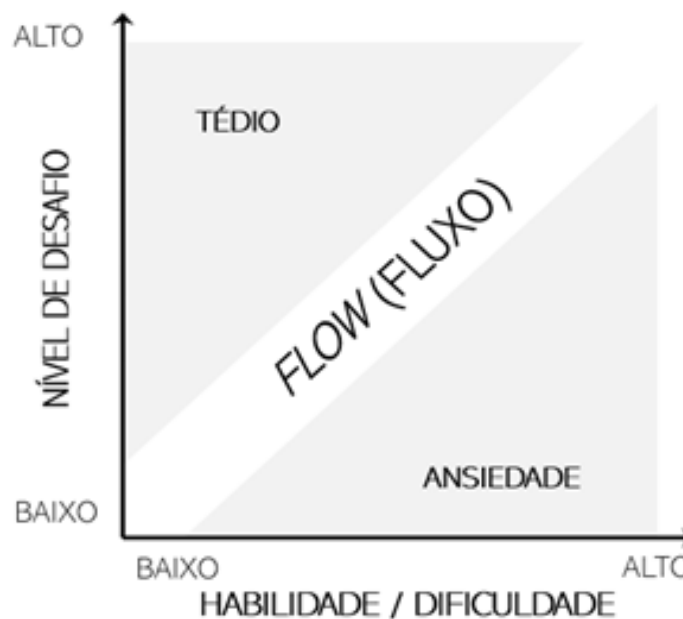
Assim, engajamento e motivação são as palavras-chave que não podem faltar em qualquer definição de gamificação, especialmente em um cenário no qual professores competem com múltiplas distrações tecnológicas pela atenção dos estudantes. Para isso, o *feedback* é essencial, pois permite que o participante escolha estratégias que lhe permitam alcançar o objetivo proposto (Alves, 2015).

Nesse sentido, uma das contribuições mais importantes para compreender como a gamificação pode contribuir na educação vem da psicologia, dos estudos de Mihaly Csikszentmihalyi, psicólogo húngaro-americano que definiu pela primeira vez a teoria da experiência de fluxo, cuja ocorrência se dá quando um indivíduo está tão concentrado e envolvido em uma atividade que perde a noção do tempo, ignora distrações externas e atua em sua plena capacidade cognitiva e emocional (Csikszentmihalyi, 1990).

Trata-se de um estado subjetivo, profundamente motivador, em que há um equilíbrio entre o nível de desafio da tarefa e as habilidades da pessoa. Quando esse equilíbrio é rompido, seja por excesso de dificuldade (gerando ansiedade) ou por facilidade extrema (gerando tédio), o fluxo é interrompido, levando à desmotivação (Csikszentmihalyi, 1990).

A Figura 1 apresenta o equilíbrio entre desafio e a habilidade durante uma experiência de fluxo.

Figura 1 - Diagrama do estado de fluxo



Fonte: elaborado pelos autores a partir de Csikszentmihalyi (1990).

No campo educacional, a gamificação vem sendo adotada como estratégia de aprendizagem ativa – abordagem pedagógica na qual o aluno é desafiado a abandonar a postura passiva na sala de aula para participar de um contexto que promova o desenvolvimento de habilidades como criatividade, autonomia e criticidade (Silva; Sales; Castro, 2019). Aqui, a busca pelo fluxo torna-se um objetivo pedagógico interessante, já que esse estado está diretamente relacionado ao engajamento, à motivação intrínseca e ao aprendizado.

Ao incorporar desafios progressivos, recompensas simbólicas e *feedback* em tempo real, a gamificação atua tanto sobre a motivação extrínseca quanto intrínseca dos estudantes, potencializando sua participação nas atividades e seu envolvimento com o conteúdo.

Além disso, as plataformas gamificadas modernas, como Quizizz<sup>1</sup>, Kahoot<sup>2</sup> e Mentimeter<sup>3</sup>, possibilitam a personalização do ensino, permitindo ao professor adaptar os jogos aos objetivos pedagógicos, ao perfil da turma e ao ritmo de aprendizagem dos estudantes.

No Ensino de Astronomia, a gamificação tem potencial para ser bastante relevante, visto que o uso de estratégias lúdicas e interativas pode contribuir para tornar o conhecimento astronômico mais acessível, visual e envolvente. *Quizzes* gamificados sobre os planetas, as fases da Lua, eclipses ou constelações, por exemplo, não apenas reforçam o conteúdo aprendido, como também despertam a curiosidade científica e a vontade de explorar o Universo. Leão e Teixeira (2021) apontam que ferramentas digitais com recursos visuais, interativos e responsivos facilitam a aprendizagem de temas astronômicos complexos, tornando possível sua apropriação por estudantes dos anos iniciais.

Assim, incorporar a gamificação ao Ensino de Astronomia pode promover não apenas uma inovação metodológica, mas também uma ampliação do acesso a conteúdos que historicamente têm sido pouco abordados de forma sistemática e envolvente no Ensino Fundamental.

Para o docente, a gamificação também pode oferecer vantagens pedagógicas significativas, em especial no que diz respeito ao planejamento e acompanhamento da aprendizagem. Ferramentas

- 1 A plataforma Quizizz é uma ferramenta digital de gamificação que permite a criação de *quizzes* interativos com recursos de competição, *feedback* imediato, relatórios de desempenho e personalização de conteúdo. Disponível em: <https://quizizz.com/admin>. Acesso em: 29 mai. 2025
- 2 A plataforma Kahoot é uma ferramenta digital de aprendizagem baseada em jogos, que permite a criação de *quizzes* interativos com tempo limitado, promovendo o engajamento dos participantes por meio de competição em tempo real. Disponível em: <https://kahoot.com/>. Acesso em: 29 mai. 2025
- 3 O Mentimeter é uma plataforma de apresentação interativa que permite criar perguntas, enquetes, *quizzes* e nuvens de palavras em tempo real, promovendo a participação ativa da audiência por meio de dispositivos móveis. Disponível em: <https://www.mentimeter.com/pt-BR>. Acesso em: 29 mai. 2025

como o Quizizz e o Kahoot permitem não apenas a aplicação de *quizzes* gamificados em tempo real ou de forma assíncrona, mas também geram relatórios automáticos de desempenho individual e coletivo, que podem ser utilizados como instrumento de avaliação diagnóstica, formativa ou somativa.

Esses relatórios oferecem dados precisos sobre acertos, erros, tempo de resposta e dificuldades mais recorrentes dos estudantes, possibilitando que o professor identifique padrões de aprendizagem e replaneje suas intervenções didáticas com maior embasamento. Em um cenário educacional cada vez mais orientado por dados, tais recursos revelam-se aliados poderosos na construção de práticas docentes mais reflexivas, responsivas e eficazes, contribuindo para o desenvolvimento de uma cultura de avaliação contínua e *feedback* significativo.

## METODOLOGIA

O percurso metodológico do trabalho pautou-se em uma pesquisa-ação, por ser adequada para investigar um problema específico, com objetivo de alcançar um resultado prático. De acordo como Thiollent (2011, p. 20), a pesquisa-ação pode ser definida como “um tipo de pesquisa com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou, ainda, com a resolução de um problema coletivo, onde todos pesquisadores e participantes estão envolvidos de modo cooperativo e participativo”.

A pesquisa foi realizada por meio de uma oficina planejada para explorar como a gamificação pode ser aplicada no Ensino de Astronomia, coletando as percepções dos participantes sobre sua aplicabilidade nesse contexto. O público-alvo foi composto por 12

professores da Educação Básica que atuam no Ensino Fundamental (EF) e 29 estudantes do 5º semestre do curso de Pedagogia de uma Universidade particular em São Paulo.

A oficina começou com um teste gamificado sobre Astronomia, voltado para conteúdos dos anos iniciais do EF. Essa dinâmica procurou apresentar a visão dos estudantes quando imersos em uma atividade gamificada. Em seguida, realizou-se uma exposição sobre os fundamentos da gamificação e sua aplicação no ensino de Ciências e Astronomia, relacionando os objetivos educacionais às competências previstas na BNCC (Brasil, 2018) e no Currículo Paulista (São Paulo, 2019). Foram apresentados também materiais curriculares e sugestões didáticas que articulam conteúdos astronômicos com recursos tecnológicos.

Na última etapa, foram apresentadas as plataformas Quizizz, Kahoot e Genially<sup>4</sup>, ocasião em que os participantes foram convidados a navegar livremente pelas ferramentas e explorar suas funcionalidades, refletindo sobre as possibilidades de aplicação em suas práticas pedagógicas. Nessa etapa, considerando que a atividade gamificada inicial foi realizada na plataforma Quizizz, ela foi o foco principal das atenções e, portanto, a mais explorada pelos participantes.

Como instrumento de coleta de dados foi utilizado um questionário com perguntas fechadas, por meio de um formulário do Google, aplicado ao final da oficina, buscando-se analisar não apenas as opiniões e reflexões dos participantes sobre a experiência com a gamificação, mas também identificar padrões de aceitação e familiaridade com as ferramentas apresentadas.

As questões fechadas forneceram dados quantitativos, divididos em duas categorias, sendo a primeira relacionada a: (i)

4 O Genially é uma ferramenta para criar conteúdos interativos que se propõe a aumentar o engajamento por meio da gamificação. Disponível em: <https://genially.com/pt-br/>. Acesso em: 26 jun. 2025.

perfil do respondente; e (ii) frequência com que utiliza as NTD; e a segunda averiguou esses dados por meio de um questionário com quatro afirmações avaliadas por meio de uma escala *Likert*, variando de 1 (**Discordo totalmente**) a 5 (**Concordo totalmente**), conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1 - Afirmações avaliadas pela escala Likert**

	Questão
A1	As ferramentas apresentadas na oficina (Kahoot, Quizizz e Genially) são fáceis de serem utilizadas por professores dos anos iniciais.
A2	As ferramentas apresentadas possuem potencial pedagógico para auxiliar na construção de conceitos astronômicos com estudantes dos anos iniciais.
A3	As atividades gamificadas apresentadas têm potencial para aumentar significativamente o engajamento e o interesse dos estudantes pela Astronomia.
A4	O tempo necessário para planejar atividades semelhantes às realizadas na oficina é razoável, levando em conta a rotina de um docente.

*Fonte: dados da pesquisa (2025).*

Para análise dos dados obtidos nessa segunda categoria, foi calculada a média de cada item avaliado, a fim de verificar o grau médio de concordância com a pergunta, o que permitiu investigar o grau de aceitação da proposta.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Quanto à análise do perfil e frequência de uso das ferramentas digitais, os resultados coletados na primeira categoria do questionário fechado indicam disparidades claras no grau de familiaridade com a NTD entre os dois públicos, como mostra o Quadro 2.

**Quadro 2** – Perfil e frequência de uso de ferramentas digitais

	Professores		Estudantes	
	Frequência	Percentual	Frequência	Percentual
Nunca utilizei	0	0,0%	8	27,6%
Frequentemente	6	50,0%	7	24,1%
Raramente	6	50,0%	14	48,3%
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>100,0%</b>	<b>29</b>	<b>100%</b>

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Entre os professores, não houve casos de total ausência de uso, já que metade (6 de 12) afirma recorrer de maneira frequente a *softwares* e aplicativos em suas práticas pedagógicas, enquanto a outra metade utiliza-os apenas raramente. Esse cenário revela que, embora todos os docentes já tivessem alguma experiência com as NTD em suas práticas, ainda existe uma parcela que a emprega de forma esporádica, possivelmente por limitações de infraestrutura, tempo ou formação continuada.

Era razoável esperar uma distribuição mais homogênea de uso entre docentes, já que a pandemia de COVID-19 funcionou como uma espécie de empurrão para a integração de tecnologias digitais (Freitas; Silva; Santos, 2023). Entretanto, o fato de apenas 50,0% declararem uso frequente sugere que parte desse impulso não se manteve após o retorno às aulas presenciais, reforçando a necessidade de políticas que consolidem e aprofundem as competências adquiridas no período pandêmico.

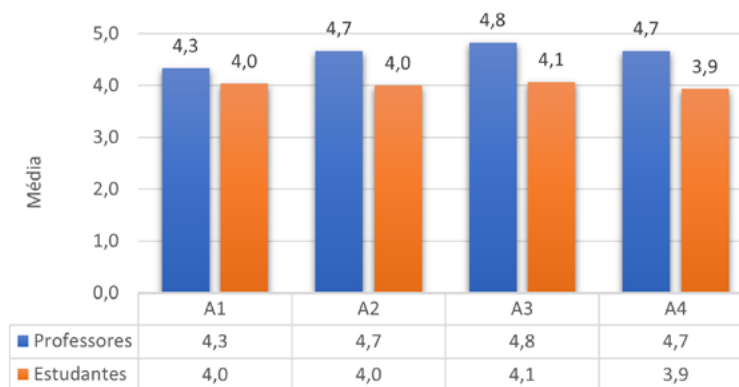
No grupo de estudantes de Pedagogia, o panorama é mais heterogêneo, já que quase um terço (8 de 29) nunca utilizou as NTD em atividades pedagógicas, cerca de metade (14 de 29) pouco recorre a elas e apenas 24,1% (7 de 29) relatam uso frequente. Esses dados revelam que, mesmo entre futuros professores, há um contingente relevante que ainda não incorporou ferramentas digitais ao repertório

didático, o que pode refletir tanto a fase inicial de sua formação quanto lacunas no currículo relativo às competências digitais docentes.

Para a análise das questões na escala *Likert*, cada alternativa foi convertida para um valor numérico correspondente a: 1,0 (**Discordo totalmente**); 2,0 (**Discordo**); 3,0 (**Neutro**); 4,0 (**Concordo**); 5,0 (**Concordo totalmente**), garantindo consistência de formato entre entradas de professores e estudantes de Pedagogia. Essa codificação possibilitou cálculos estatísticos automatizados e reduziu o risco de erro manual.

Como o objetivo da pesquisa previa contrastar as percepções de professores em exercício e estudantes de Pedagogia, foram criados dois subconjuntos de dados, o que permitiu observar padrões internos de cada grupo antes de proceder à comparação entre eles, respeitando possíveis diferenças de experiência profissional e grau de familiaridade com as NTD. Dentro de cada subconjuntos, calculou-se a média aritmética das pontuações atribuídas às quatro afirmações avaliadas (A1-A4), de modo a obter o grau médio de concordância representado na Figura 2. Essa estratégia permitiu identificar padrões intragrupo antes da comparação intergrupos, respeitando possíveis diferenças de experiência profissional e de familiaridade com recursos digitais.

**Figura 2 - Grau médio de concordância**



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Essa representação gráfica permitiu visualizar tanto o grau de aceitação entre docentes quanto a diferença sistemática em relação aos estudantes. Observa-se que as médias atribuídas pelos docentes variaram de 4,3 a 4,8, enquanto as dos licenciandos oscilaram entre 3,9 e 4,1. A discrepância mais expressiva ( $\Delta = 0,8$ ) ocorreu em A4, item que indaga sobre o tempo exigido para o planejamento de atividades mediadas por NTD; a menor diferença ( $\Delta = 0,3$ ) manifestou-se em A1, referente à facilidade de utilização das ferramentas.

Os dois grupos, quando comparados, mostraram uma progressão típica, caracterizada por professores em exercício que apresentam maior contato com as NTD, ao passo que licenciandos ainda atravessam a fase de iniciação. Contudo, a proporção de uso frequente entre profissionais (50%) ainda está aquém do ideal para práticas pedagógicas inovadoras, indicando a necessidade de estratégias de desenvolvimento profissional que aprofundem o uso crítico e reflexivo de recursos digitais.

Os quatro itens avaliados obtiveram médias superiores a 4,0 entre os professores (4,3; 4,7; 4,8; 4,7) e próximas de 4,0 entre os estudantes de Pedagogia (4,0; 4,0; 4,1; 3,9), sinalizando concordância globalmente elevada quanto às afirmações sobre o uso de Kahoot, Quizizz e Genially no ensino de Astronomia. Valores acima de 4,0 – em uma escala de 1,0 (**Discordo totalmente**) a 5,0 (**Concordo totalmente**) – indicam aceitação robusta e, portanto, a proposta mostrou-se bem recebida pelos participantes, embora com maior entusiasmo por parte do corpo docente.

No Quadro 3 é apresentada uma síntese dos principais pontos de destaque em cada item avaliado.

**Quadro 3 – Síntese da análise da concordância quanto à proposta**

Item	Professores	Estudantes	Diferença	Interpretação principal
A1 - Facilidade de uso	4,3	4,0	0,5	Ambientes considerados intuitivos por ambos, com vantagem para quem já planeja aulas rotineiramente.
A2 - Potencial pedagógico	4,7	4,0	0,8	Docentes veem valor didático quase máximo; licenciandos ainda precisam vivenciar mais aplicações concretas.
A3 - Aumento do engajamento	4,8	4,1	0,8	Confirma-se a literatura sobre o tema, que associa gamificação à motivação e ao engajamento dos alunos (Alves <i>et al.</i> , 2024).
A4 - Tempo de planejamento	4,7	3,9	0,9	Professores sentem-se confortáveis em ajustar a ferramenta à rotina; estudantes, menos seguros sobre a carga de trabalho.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

A leitura conjunta das médias indica que a gamificação no Ensino de Astronomia é bem recebida, mas seu grau de apropriação cresce com a prática profissional. Professores atribuem quase máximo potencial às plataformas (A2 = 4,7; A3 = 4,8), enquanto estudantes ainda oscilam entre entusiasmo e cautela, sobretudo quanto à carga de trabalho (A4 = 3,9). Esse quadro reforça a hipótese de que vivências reais de planejamento e condução de aulas são decisivas para transformarem familiaridade técnica em autoeficácia pedagógica.

Além disso, a média alta entre os docentes sinaliza que existe certa familiaridade quanto ao uso das plataformas, muito por conta da necessidade da adoção tecnológica iniciada no ensino remoto emergencial durante a pandemia do COVID-19, quando a utilização de ferramentas digitais se tornou requisito para manutenção das aulas (Freitas; Silva; Santos, 2023).

Ainda no que tange aos resultados, o índice mais alto entre docentes em A3 confirma que eles veem a gamificação como estratégia eficaz para atrair o interesse dos estudantes por Astronomia, corroborando com pesquisas que apontam ganhos motivacionais consistentes ao empregar dinâmicas de jogo no ensino (Alves *et al.*, 2024).

Quanto ao tempo de planejamento, abordado em A4, a diferença de 0,8 ponto entre os grupos sugere que a capacidade de uso do meio digital amadurece com a experiência profissional. Quem já planeja aulas reconhece melhor as economias de tempo geradas por bancos de *quizzes* reutilizáveis ou recursos prontos das plataformas, enquanto os futuros professores ainda percebem a etapa de *design* como trabalhosa.

Em síntese, os dados obtidos por meio da escala *Likert* permitiram identificar padrões consistentes de aceitação da gamificação no Ensino de Astronomia, especialmente entre docentes com experiência prática. A oficina contribuiu para reforçar a percepção de aplicabilidade das ferramentas digitais e revelou a importância de promover ações que estimulem o uso crítico, assim como o domínio técnico dessas ferramentas, tanto na formação inicial quanto na formação continuada de professores.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo evidenciou que a gamificação, aplicada ao Ensino de Astronomia nos anos iniciais, foi bem aceita tanto por professores da Educação Básica quanto por estudantes de Pedagogia. As médias obtidas nas quatro afirmações avaliadas, todas acima de 4,0 para docentes e próximas desse valor para os alunos de licenciatura, indicam uma percepção positiva quanto à facilidade de uso das

plataformas Kahoot, Quizizz e Genially, ao seu potencial pedagógico e ao poder de engajamento que exercem sobre os estudantes. Esse resultado confirma a relevância de estratégias mediadas por tecnologia na promoção do interesse dos estudantes em conteúdos científicos tradicionalmente considerados abstratos.

Apesar desse quadro favorável, verificou-se um desnível consistente entre os dois públicos, uma vez que os professores atribuíram notas mais altas em todos os itens, sobretudo no quesito tempo de planejamento, o que sugere que a familiaridade com a rotina escolar, aliada à experiência adquirida durante o ensino remoto emergencial da pandemia, contribuiu para que os docentes percebam o esforço de preparação das atividades como razoável, enquanto os futuros professores ainda demonstram insegurança frente às exigências de planejamento de aulas gamificadas e o uso de recursos tecnológicos. Portanto, reforça-se a necessidade de discussões durante a formação do pedagogo que aproximem a vivência acadêmica das demandas reais da prática docente.

Os resultados também indicam que a fase pós-pandemia representa um momento estratégico para consolidar o uso crítico das NTD em sala de aula. Entretanto, diante do cenário encontrado nos cursos de formação docente, os resultados apontam para uma necessidade de inserir experiências práticas com as NTD ao longo de todo o percurso formativo do licenciando. A exposição esporádica a ferramentas digitais parece insuficiente para consolidar a autoconfiança pedagógica necessária ao planejamento de atividades gamificadas. Incorporar projetos interdisciplinares, estágios supervisionados com uso efetivo de plataformas *online* e momentos de reflexão crítica sobre a aplicação dessas tecnologias pode reduzir as lacunas observadas entre teoria e prática.

A oficina procurou destacar a importância do alinhamento das ferramentas gamificadas aos objetivos educacionais e da garantia de que sua implementação seja planejada de forma criteriosa,

para evitar que a atividade se torne apenas entretenimento. Mais do que uma estratégia inovadora, a experiência enfatizou a gamificação como um possível agente transformador da educação, particularmente em áreas complexas como a Astronomia.

Por fim, o estudo evidencia o potencial da gamificação como estratégia didática para o Ensino de Astronomia, porém, a consolidação dessa prática exige ações articuladas com a formação que ofereça vivências reais com as NTD, desenvolvimento profissional focado em planejamento de sequências gamificadas e suporte institucional à inovação pedagógica. Ao alinhar esses eixos, pode-se transformar o resultado demonstrado nas médias elevadas de concordância em mudanças reais nas práticas de sala de aula.

## AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, F. **Gamification**: Como Criar Experiências de Aprendizagem Engajadoras. São Paulo: DVS Editora, 2015.
- ALVES, A. P. O.; SOUZA, A. S.; MONTEIRO, C. S. O.; KOCHHANN, A.; XAVIER, C. B.; OLIVEIRA, R. F. Gamificação e o Protagonismo Estudantil: um Estudo de Caso no Contexto de História. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v. 17, n. 6, p. 01-22, 2024.
- BANNELL, R. I.; DUARTE, R.; CARVALHO, C.; PISCHETOLA, M.; MARAFON, G.; CAMPOS, G. H. B. **Educação no Século XXI**: Cognição, Tecnologias e Aprendizagens. Rio de Janeiro: Vozes, 2016.

BASE Nacional Comum Curricular: educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BERTOLAZZO, S. F. Das Conexões entre Cultura Digital e Educação: Pensando a Condição Digital na Sociedade Contemporânea. **EDT - Educação Temática Digital**, Campinas, v. 22, n.2, p. 369-388, abr./jun. 2020.

CURRÍCULO Paulista. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2019.

CSIKSZENTMIHALYI, M. **Flow: the Psychology of Optimal Experience**. New York: Harper & Row, 1990.

FREITAS, E. M.; SILVA, M. J.; SANTOS, M. P. M. Educação, Professores e o Papel da Tecnologia Durante a Pandemia da covid-19: Desafios e Oportunidades. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, [S. l.], v. 9, n. 11, p. 3948-3963, 2023.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: Repensando a Formação de Professores. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LÉVY, P. **Cibercultura**. 3 ed. São Paulo: Editora 34, 2010.

LEÃO, R. S. C.; TEIXEIRA, M. R. F. A Educação em Astronomia na Era Digital e a BNCC: Convergências e Articulações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, São Carlos, n. 30, p. 115-131, 2020.

SANTOS, P. A.; ROSA, A. S.; BULEGON, A. M. As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação para o Ensino e a Aprendizagem de Ciências da Natureza e Matemática na Perspectiva da BNCC. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 1, p. e59510112157, 2021.

SÃO PAULO. S.E. Currículo Paulista. São Paulo: SEDUC, 2019.

SILVA, J. B.; SALES, G. L.; CASTRO, J. B. Gamificação como Estratégia de Aprendizagem Ativa no Ensino de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 41, n. 4, p. e20180309, 2019.

TAMAROZZI, K. H.; TORTORA, E. Ensino de Física para os Alunos do PROEJA Utilizando a Gamificação na Plataforma Quizizz. **Caderno de Física da UEFS**, Feira de Santana, v. 21, n. 2, jul./dez. 2023.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-ação**. 18 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

# 4

$$ax^2+bx+c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} = 5$$

$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$

$$x_3 = \frac{4+7+1+6}{4} = 18$$

$$4 \frac{10}{15} - 4 \frac{2}{5} + 5 \frac{1}{5}$$



Marcos Rincon Voelzke

$$x^2+2ax+a^2=(x+a)^2$$

$$x^2-2ax+a^2=(x-a)^2$$

$$x^2+(a+b)x+ab=(x+a)(x+b)$$

$$x^3+a^3=(x+a)(x^2-ax+a^2)$$

$$x^3-a^3=(x-a)(x^2+ax+a^2)$$

$$x^n-a^n=(x^n-a^n)(x^n+a^n)$$

$$+ac = a(b+c)$$

$$\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{c}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

AB COMETAS:

DAS CRENDICES À CIÊNCIA

$$a(bc) = (ab)c$$

$$a+b = b+a$$

$$a(b+c) = ab+ac$$

## INTRODUÇÃO

A interdisciplinaridade constitui uma abordagem educacional que visa à integração de diferentes campos do conhecimento, superando a fragmentação disciplinar tradicional e promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada dos fenômenos estudados (Fazenda, 2008). Essa abordagem, entendida como uma prática pedagógica que ultrapassa os limites das disciplinas isoladas, busca articular diferentes saberes em torno de um tema comum, favorecendo a construção de significados a partir da interação entre áreas do conhecimento (Amaral *et al.*, 2022). A interdisciplinaridade fomenta a formação de um aluno capaz de relacionar e integrar saberes, levando à constituição de uma aprendizagem mais significativa e contextualizada (Perrenoud, 2000), uma vez que permite aos estudantes estabelecerem conexões entre os conhecimentos escolares e os aspectos da vida cotidiana.

A interdisciplinaridade tem sido cada vez mais apontada como um caminho relevante para a promoção da Aprendizagem Significativa (AS), especialmente quando associada a temas de grande potencial motivador, como a Astronomia (Santos; Voelzke; Araújo, 2012). A Astronomia, por sua natureza multidisciplinar, articula saberes de Física, Química, Biologia, Geografia e Matemática. Essa articulação permite que o ensino de conceitos científicos seja realizado em contextos concretos e instigantes, favorecendo a compreensão e a aplicação desses conceitos pelos estudantes. O trabalho de Voelzke e Macêdo (2020) sobre objetos de aprendizagem no Ensino de Astronomia demonstra que a utilização de conteúdos astronômicos pode promover a AS ao estabelecer pontes entre o conhecimento escolar e a realidade vivenciada pelos alunos.

Além disso, Simões e Voelzke (2020) discutem a importância da integração interdisciplinar no ensino técnico integrado, destacando a relevância de temas como a Astronomia para o desenvolvimento

de habilidades críticas e analíticas na formação dos alunos, essenciais no cenário educacional contemporâneo. Esse trabalho evidencia como a interdisciplinaridade no ensino técnico pode ser aplicada para uma AS ao articular conteúdos de Matemática e Ciências, promovendo a conexão de conceitos e a resolução de problemas reais, favorecendo o desenvolvimento de competências cognitivas.

A interdisciplinaridade, ao integrar áreas do conhecimento, oferece uma abordagem pedagógica relevante para promover a AS. Ao contextualizar conceitos científicos por meio de experimentos e temas de grande relevância, como a Astronomia, os professores têm a oportunidade de proporcionar aos alunos uma educação mais rica e conectada à realidade. Nesse sentido, Ferreira e Voelzke (2012) destacam que os conteúdos astronômicos mantêm estreita relação com o cotidiano, evidenciando seu potencial para o desenvolvimento de múltiplas habilidades e o estímulo ao trabalho colaborativo.

Anastácio e Voelzke (2022), a partir da utilização de medidas astronômicas como organizadores prévios, elaboraram âncoras cognitivas necessárias para os alunos desenvolverem novos conceitos matemáticos, demonstrando que a articulação entre esses campos do saber não apenas favorece a compreensão de conceitos abstratos, mas também motiva os estudantes a perceberem a Matemática como uma ferramenta essencial para a investigação científica e a resolução de problemas práticos.

A Astronomia, com sua capacidade de conectar múltiplos saberes, se configura como um caminho para o desenvolvimento de habilidades científicas, uma vez que ela permite que os estudantes apliquem a Ciência de maneira concreta e instigante. O ensino por meio de práticas interdisciplinares contribui para a formação de pensamento crítico, reflexivo e integrado, essencial para a construção de um conhecimento profundo e duradouro. Ao integrar as várias áreas no currículo escolar, favorece-se uma aprendizagem que vai além

da simples memorização de conteúdos, proporcionando aos alunos uma compreensão mais ampla e contextualizada dos conceitos.

Este capítulo tem como objetivo situar o Ensino de Astronomia como um fator motivacional para os estudantes, de vários níveis e áreas, pelo seu caráter interdisciplinar, dado que permite analisar aspectos históricos, geográficos, linguísticos, matemáticos, químicos, físicos e biológicos, possibilitando aos alunos obterem uma visão global da evolução dos conceitos científicos. Para uma melhor visualização desses aspectos optou-se em escolher o tema cometas, a história e desenvolvimento das ideias sobre eles.

Os cometas são corpos de pequenas dimensões, cujo diâmetro é estimado em cerca de um a dez quilômetros, e possuem uma composição química diversa. Os cometas, à medida que se aproximam do Sol, desenvolvem um coma que engloba e oculta o núcleo cometário. O início do surgimento desse coma dá-se por volta de três Unidades Astronômicas (UA, distância Terra-Sol, sendo aproximadamente 149.597.870 km, de acordo com Maran, 1992) e está relacionado à liberação dos gases neutros bem como da poeira cometária. Em alguns cometas, a coma pode atingir por volta de  $10^5$  quilômetros de diâmetro, o que inviabiliza uma observação direta do núcleo (Matsuura; Voelzke, 1990).

O estudo dos cometas é importante por uma série de razões. A atividade cometária surge do aquecimento solar do núcleo, liberando gás e poeira, que são espalhados no Sistema Solar. O tempo em que o cometa se encontra próximo ao Sol é uma pequena fração de seu período total. Portanto, apenas uma fina camada do material nuclear é desgastada a cada passagem periélica (ponto da órbita mais próximo do Sol). O núcleo central do cometa pode, assim, representar a composição do material original no tempo de sua formação. Espera-se, então, que um estudo sistemático do material nuclear cometário possa dar informações referentes à natureza do material presente na fase primordial da nebulosa planetária, de quatro

a cinco bilhões de anos atrás, até mesmo antes da formação da Terra e do Sistema Solar. Os achados recentes de anomalias isotópicas em certos meteoritos indicam a possibilidade da existência de grãos interestelares no material nuclear cometário (Swamy, 2010). A afluência desse material para dentro do Sistema Solar pode exercer alguns efeitos na atmosfera dos planetas. Além disso, as moléculas altamente complexas e os componentes orgânicos encontrados em cometas podem ter atingido a Terra. Tal fato teria desempenhado um papel importante no complexo cenário da evolução química, provocando o aparecimento de vida neste planeta. As caudas cometárias, apontando para longe do Sol, ou seja, em sentido antissolar, surgem, em especial, por causa da interação da poeira e do gás cometários com a radiação e o vento solares. O seu estudo, portanto, pode ajudar a elucidar as condições físicas do meio interplanetário, bem como do vento solar e da atividade solar.

É também de grande interesse, do ponto de vista da física de plasma, o estudo das interações, da geração de instabilidades, das ondas e perturbações, as quais, em sua grande maioria, não podem ser reproduzidas em laboratório. De fato, a existência do vento solar, isto é, do fluxo de partículas carregadas de alta velocidade provenientes do Sol, foi postulada por Biermann na década de 50, com base no estudo das caudas iônicas dos cometas. Depois de um grande número de passagens ao redor do Sol, a atividade cometária pode cessar por completo, conduzindo, enfim, a um núcleo sólido residual, transformando, portanto, cometas em asteroides. Acredita-se também que eles sejam as fontes dos meteoros e da poeira interplanetária. Crê-se, no geral, que a sua origem está intimamente correlacionada à origem do Sistema Solar, o que representa um problema de grande interesse atual. O estudo dos cometas pode, pois, fornecer indícios que ajudem a entender a origem do Sistema Solar. Em adição a essas possíveis inter-relações, os próprios cometas são interessantes objetos de estudo, visto que tanto sua natureza quanto sua origem ainda permanecem desconhecidas.

## VISÃO HISTÓRICA DOS COMETAS

Os descobrimentos de cometas, em razão de sua espetacularidade e imprevisibilidade, já foram registrados em antigas civilizações. O primeiro relato parece ser proveniente do ano 1095 antes de Cristo (a.C., Ho Peng Yoke, 1962). A quantidade desses relatos, procedentes principalmente da China, do Oriente Médio e da região do Mediterrâneo, aumentou de modo contínuo a partir do século IV a.C. (Möhlmann; Sauer; Wäsch, 1990). Em especial, antigos registros chineses podem ser citados em níveis estimativos de órbita (Rahe, 1982). É de mesma origem a primeira referência ao cometa 1P/Halley no ano de 240 a.C. (Voelzke, 1993).

A palavra cometa é proveniente do grego *kóme* que significa cabelo. Realmente, os cometas aparentam ser estrelas com longos cabelos. Eles eram corpos enigmáticos porque ninguém sabia como ordená-los nos céus. O enigma surgia, a princípio, em virtude de sua aparência, pois, enquanto estrelas e planetas eram pontos de luz bem definidos na esfera celeste e a Lua e o Sol demarcavam planos de luz circulares e definidos, os cometas, ao contrário, eram manchas de luz difusas sem um contorno definido. Assim, em maior ou menor grau, emanavam uma difusa e luminosa cauda, cuja aparência e brilho poderiam sofrer bruscas alterações. O enigma era acentuado pelo comportamento dos cometas em relação ao seu movimento no céu, visto que o seu aparecimento era imprevisível. De repente, eles estavam lá ou, melhor dizendo, eram descobertos no céu e desapareciam em um tempo curto no que se refere ao entendimento astronômico, ou seja, dias, semanas e meses. O aparente movimento no céu parecia ser, de início, totalmente incontrolável, pois não permitia ser predeterminado e não se ordenava em nenhum esquema de movimento conhecido. A visão normal de calma, paz e ordem da esfera celeste era destruída de maneira completa pelos cometas (Voelzke, 1993). Logo, eles foram analisados com uma mistura de

misticismo, superstição e ciência, tendo sua origem cósmica posta em dúvida pela crença de que se tratava de aparições de luz na atmosfera terrestre (Herrmann, 1973).

Nada se sabia sobre a verdadeira natureza dos cometas. Aristóteles (384 – 322 a.C.) acreditava que eles eram condensações da atmosfera terrestre, ideia ainda defendida por Galileo Galilei (Meyer, 1967). Postulava-se também que eram mensageiros dos deuses, que poderiam trazer tanto uma boa nova quanto um mau presságio. Ao verificar os registros históricos, pode-se dizer que há um predomínio dessa última interpretação sobre a primeira. Entre os muitos registros conhecidos, há dois que relacionam o aparecimento de cometas a acontecimentos felizes: o primeiro foi feito por Deodoro da Sicília, historiador grego do século I a.C., e pelo seu contemporâneo Plutarco, biógrafo grego. Segundo esse registro, o cometa do ano 334 a.C. foi para o estadista e general Timoleão de Corinto um penhor de sucesso. Timoleão foi defensor dos gregos de Siracusa na Ilha de Sicília. Naquele ano, os aristocratas da cidade recorreram à sua cidade-mãe, Corinto, na Grécia, contra a tirania que sofriam. Timoleão foi escolhido para comandar as forças de libertação:

Os deuses, por um prodígio extraordinário, anunciaram os sucessos e o grande futuro (dessas forças). Uma chama ardente apareceu no céu e, durante toda a noite, caminhou à frente da frota de Timoleão até sua chegada na Sicília (Matsuura, 1985, p. 26).

O segundo registro está na cena da *Adoração dos Magos*, do afresco pintado por volta de 1305 pelo mestre fiorentino Giotto di Bondone, na capela Arena em Pádua (Figura 1). Nessa obra, um cometa, tido como sendo o 1P/Halley, representa a estrela de Belém anunciando a boa nova.

**Figura 1** – Cena da *Adoração dos Magos*. Afresco pintado por volta de 1305 pelo mestre fiorentino Giotto di Bondone, na capela Arena em Pádua



Fonte: [https://www.wga.hu/html\\_m/g/giotto/padova/3christ/chris02.html](https://www.wga.hu/html_m/g/giotto/padova/3christ/chris02.html)

Nos demais registros, que constituem a grande maioria, cometas aludem a fatos não auspiciosos. Eles eram vistos, sobretudo, como sinais de destruição, prenúncio da morte de reis e rainhas, guerras e doenças.

A crença de que os cometas constituíam presságios surgiu muito antes da Era Cristã. Na Babilônia, milhares de anos antes já se atribuía aos cometas forte influência sobre as colheitas. O filósofo

grego Aristóteles (384 – 322 a.C.) acreditava que esses astros tinham capacidade de anunciar o vento e a seca. O escritor e oficial romano Plínio (o Velho, 23 – 79 depois de Cristo, d.C.) acreditava que os cometas possuíam um grande poder sobre o futuro, assim, seria possível, pela sua forma, adivinhar os seus efeitos. O astrônomo, geógrafo e matemático alexandrino Ptolomeu (século II d.C.), no fim do segundo livro de *Quadripartitum*, ao tratar dos fenômenos meteorológicos, ocupou-se dos cometas, sugerindo que os ventos e a seca que anunciavam deveriam depender das circunstâncias de sua aparição. Nessa obra, como em *Centiloquium*, Ptolomeu muito contribuiu para a difusão da ideia de que os cometas possuíam uma enorme força, em geral muito nefasta.

No século II, o filósofo grego Arrhianos (95 – 175), apesar de acreditar, como Aristóteles, que os cometas fossem condensações que se inflamavam em contato com as camadas inferiores do éter (substância na qual a luz se propagaria), recusava-se a acreditar no significado astrológico dos cometas e tentava provar que esses corpos não tinham capacidade de anunciar nada que fosse bom ou nefasto. Apesar disso, a crença nos maus presságios dos cometas não deixou de crescer até o século XVI.

Entre as crenças astrológicas ligadas aos cometas, uma das mais notáveis é a associação do seu aparecimento à morte das grandes personagens. Assim, em 43 a.C., pouco depois da morte do cônsul e ditador romano Júlio César (100 – 44 a.C.), assassinado nos idos de março do ano anterior, um cometa muito brilhante surgiu nos céus, como descreveu o poeta latino Ovídio (43 a.C. – 17 ou 18 d.C.), em sua *Metamorfoses*.

Na obra *Vida dos doze Césares*, Suetônio confirmou esta interpretação, relatando que nos jogos que se seguiram à morte de César, em homenagem ao seu herdeiro, o imperador romano Augusto (63 a.C. – 14 d.C.), um cometa brilhou durante sete dias, quando então se atribuiu o seu aparecimento à alma de César recebida no

céu. Na realidade, essa interpretação tinha como objetivo mostrar que se deveria vingar os assassinos do homem que se encontrava no reino dos deuses.

Do mesmo Suetônio, encontra-se no relato *A vida de Nero* a informação de que esse imperador ficou muito chocado com o aparecimento do cometa em 66 d.C., um dos retornos do cometa 1P/Halley. Acreditando que os cometas anunciavam a morte dos reis, o imperador romano Nero (37 – 68) mandou executar alguns nobres a conselho do seu astrólogo Balbillus, para contornar a ameaça de um mau presságio.

Em toda a Idade Média, os cometas foram vistos como um sinal anunciador da morte dos imperadores e reis. Assim, o cometa de 451 ou 453, anunciou a morte do rei dos hunos Átila (406 – 453); o cometa de 455, a do Imperador Valentiniano; outros cometas anunciaram a morte de Meroveu, em 577; de Chilperico, em 584; do imperador bizantino Maurício, em 602; do profeta, da tribo dos coraixitas, Maomé (570 – 632), em 632; do rei franco, da dinastia carolíngia, Carlos Magno (742-814) em 814; de Louis, le Debonnaire, em 837; do rei da França Luís II (846 – 879), imperador do Ocidente, em 875.

A aparição de cada grande cometa sempre anunciaria alguma mudança de grande nível ou acontecimento próximo. O surgimento registrado do cometa gigante de 1P/Halley, em 1066 d.C., coincidiu com uma reviravolta enorme na história, a conquista da Inglaterra por William, o conquistador do continente, como também precedeu o renascimento do Império Islâmico sob os turcos, que bem cedo ameaçaria a existência da própria Europa.

As aparições do cometa 1P/Halley, em séculos procedentes a cada aproximadamente 76 anos, abriria caminho para grandes acontecimentos, tais como as cruzadas, a Carta Magna, o imperador mongol Genghis Khan (1162 – 1227), o estabelecimento da ordem de São Francisco, o imperador mongol Kublai Khan (1216 – 1294), neto

de Genghis Khan, na China, o Renascimento, a grande peste negra da Europa, a Reforma, a descoberta do Novo Mundo, a decadência do Velho, a aurora do socialismo e a frustração do capitalismo.

Quando visto pela penúltima vez, em 1910, o cometa 1P/Halley precedeu imediatamente a Primeira Guerra Mundial e a reviravolta da maioria das monarquias e casas reinantes da Europa. É evidente que todas essas ideias não possuem bases científicas e muitas das coincidências são forçadas para que seja possível pôr em evidência uma correlação científica. Ao relacionar, de maneira paciente e correta, as datas reais do aparecimento dos grandes cometas com a morte dos reis, verifica-se que a maior parte dessas correspondências são forçadas.

Assim disseminou-se a lenda, de maneira especial pelos adeptos do general e imperador francês Napoleão Bonaparte (1769 – 1821), de que o cometa visível a olho nu no dia do seu nascimento, em 15 de agosto de 1769, pressagiava um destino excepcional. Por outro lado, um outro cometa teria sido observado em Santa Helena, no dia de sua morte, a 5 de maio de 1821, assinalando o seu desaparecimento. Na realidade, o cometa Messier (1769) foi visível a olho nu em 15 de agosto de 1769. No entanto no dia de sua morte nenhum cometa era visível, pois o cometa Nicollet (1821), descoberto em 21 de janeiro de 1821, tornou-se visível a olho nu na segunda quinzena de fevereiro e foi visível a 7 de abril em Santa Helena. Todavia, já era invisível em 5 de maio.

## FATOS CIENTÍFICOS

A compreensão da natureza dos cometas está intimamente relacionada com o rápido desenvolvimento das técnicas de medidas astronômicas do século XVII e com o reconhecimento de medidas e observações como base metódica para a exatidão das ciências naturais (Voelzke, 1993).

Na verdade, a atividade cometária inicia-se somente quando os cometas se aproximam do Astro-Rei. Eles permanecem, na maior parte do tempo, a grandes distâncias do Sol e apresentam-se como uma difusa e fraca mancha de luz, a qual corresponde a uma nuvem de gás e poeira denominada coma, que aumenta em tamanho e brilho à medida que se aproximam do Sol (Voelzke, 1996). Além do aumento de brilho da coma, a cauda começa a se desenvolver e atinge a sua maior extensão na máxima aproximação ao Sol. Após a passagem periélica, o processo inverso ocorre, ou seja, o brilho e o tamanho da coma decrescem à medida que os cometas se afastam do Sol. Portanto, a atividade cometária é transitória por natureza. Essas observações mostram de maneira clara que o material composto de gás e poeira deve ser proveniente de uma sólida e compacta fonte, denominada núcleo do cometa, cujo diâmetro é extremamente pequeno, sendo estimado em cerca de um a dez quilômetros. O tamanho é tão pequeno que se pode considerar o núcleo como sendo uma fonte pontual no espaço, e mesmo fazendo uso dos maiores telescópios disponíveis hoje em dia, não se consegue observá-lo. Sua composição química é diversificada e é provável que sejam objetos sobreviventes aos processos que deram origem ao Sistema Solar, ou seja, supostamente eles se formaram no mesmo episódio que deu origem ao Sol e demais corpos do Sistema Solar há 4,6 bilhões de anos.

Por outro lado, o diâmetro da coma é muito maior e encontra-se na faixa entre  $10^4$  e  $10^5$  quilômetros, formando, com o núcleo, a cabeça do cometa. A principal característica do cometa é a sua cauda, que pode chegar a atingir comprimentos de até  $10^8$  quilômetros (Voelzke; Schlosser; Schmidt-Kaler, 1997), atingindo a sua maior extensão na máxima aproximação ao Sol, denominada periélio. O ponto da órbita do cometa em que se encontra mais afastado do Sol é denominado afélio, que no caso específico do 1P/Halley equivale a 35 U.A. (Figura 2).

**Figura 2** - Cometa 1P/Halley em 08 de março de 1986



Fonte: W. Liller, Easter Island, International Halley Watch (IHW) Large Scale Phenomena Network.  
[https://en.wikipedia.org/wiki/Halley%27s\\_Comet#/media/File:Lspn\\_comet\\_halley.jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/Halley%27s_Comet#/media/File:Lspn_comet_halley.jpg)

Da análise da estrutura física dos cometas, quando estes estão no periélio, pode-se dividi-los em três partes principais:

## NÚCLEO

Parte sólida do cometa, principalmente gelo e gás, com uma pequena quantidade de poeira e outros sólidos, constatou-se que a maioria dos fenômenos que ocorrem no cometa tem a sua origem a partir de seus núcleos sólidos e com poucos quilômetros de diâmetro. Os núcleos, ao aproximarem-se do Sol, dão origem à coma e à cauda. São corpos pequenos de baixa atração gravitacional. Movimentam-se muito rápido nas proximidades do Sol, liberando maior quantidade de matéria, gerando assim um aumento muito

grande da cauda. A matéria que compõem a formação dos núcleos corresponde a um gelo sujo com massa variando de poucos quilogramas a algumas dezenas de toneladas (Matsuura, 1985).

## COMA

Densa nuvem de água, dióxido de carbono e outros gases neutros sublimados do núcleo aparecem sob a forma de uma mancha sobre o núcleo (Figura 2). Como uma espécie de atmosfera que pode ter seu volume muito maior que a Terra. É mais brilhante do que a cauda a que dá origem. A presença predominante de componentes simples e a base de hidrogênio e de oxigênio revela que a composição do cometa consiste em água nos estados sólido e gasoso, sendo o estado líquido inexistente (Matsuura, 1985).

Observações espaciais detectaram uma extensão gigantesca da coma formada de hidrogênio atômico (H), emitindo sua radiação característica no ultravioleta. A espectroscopia da radiação da coma em diversos comprimentos de onda (rádio, micro-ondas, infravermelho, visível e ultravioleta) revela a presença de moléculas e radicais, tais como o  $\text{CH}_3\text{CN}$  (metilcianido),  $\text{HCN}$  (cianeto de hidrogênio),  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{C}_2$ ,  $\text{C}_3$ ,  $\text{CN}$ ,  $\text{OH}$ ,  $\text{CH}$ ,  $\text{NH}_2$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{CO}$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{N}_2$ ,  $\text{C}_2\text{H}_4$ ,  $\text{CS}$ ,  $\text{NH}$ ,  $\text{S}_2$ ,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{HCO}$ ,  $\text{CH}_3\text{OH}$ ,  $\text{H}_2\text{S}$ , entre outros (Swamy, 2010).

## CAUDA

A cauda é uma consequência da ação do vento solar, luminosidade e pressão de radiação sobre os componentes cometários, por isso, nas proximidades do Sol, a cauda aumenta, pois, a luminosidade somada à pressão de radiação torna-se maior. A cauda do cometa é uma nuvem de poeira e gás constituída, em sua maior parte, de átomos de hidrogênio, carbono, nitrogênio e oxigênio (Figura 2).

Os cometas possuem dois tipos de cauda: as do tipo I são estriadas, finas e longas, recebendo também a denominação de caudas de plasma ou iônicas. As do tipo II são difusas, largas e mais encurvadas, também chamadas de caudas de poeira. Um fato importante é que ambas se desenvolvem na direção antissolar, isto é, na direção oposta à do Sol (Matsuura, 1985; Voelzke, 1989) já que a pressão de radiação e o vento solar empurram a cauda em direção contrária. A espectroscopia revelou que a cauda do tipo I, de tom azulado, é constituída de íons (átomos, moléculas ou radicais que perderam um ou mais elétrons e, portanto, não são eletricamente neutros, tendo uma ou mais cargas positivas excedentes), como, por exemplo:  $\text{CO}^+$ ,  $\text{CN}^+$ ,  $\text{H}_2\text{O}^+$ ,  $\text{CH}^+$ ,  $\text{N}_2^+$ ,  $\text{CO}_2^+$ ,  $\text{OH}^+$ , entre outros (Voelzke; Matsuura, 1998, 2000). Já o espectro da cauda do tipo II, de cor amarelada, é praticamente igual ao da luz do Sol, o que indica que é constituída de grãos de poeira que apenas refletem a luz solar (Swamy, 2010).

## ANÁLISE COMETÁRIA

Estruturas morfológicas ocorrem ao longo da coma e cauda dos cometas, tais como os eventos de desconexão (DEs) (Niedner, 1981, 1982; Jockers, 1985; Celnik *et al.*, 1988; Delva *et al.*, 1991; Brandt *et al.*, 1992; Yi *et al.*, 1993, 1994; Voelzke; Matsuura, 1998, 2000; Voelzke, 2002a, 2002b, 2002c, 2002d, 2019), as regiões de maior adensamento de matéria (*knots*) (Jockers, 1985; Matsuura; Voelzke, 1990; Voelzke, 1993, 1996, Voelzke; Schlosser; Schmidt-Kaler, 1997; Voelzke, 2019), as ondulações solitárias (*solitons*) (Roberts, 1985; Tomita; Saito; Minami, 1987), os trens de onda (Yi *et al.*, 1998; Voelzke; Izaguirre, 2004, 2012; Voelzke, 2019) e as estruturas do tipo Swan (Hyder; Brandt; Roosen, 1974; Niedner; Brandt, 1980; Jockers, 1985).

O evento de desconexão (DE) é comum e foi observado há muito tempo (Barnard, 1899, 1920), é identificado quando, por vezes,

a cauda de plasma separa-se parcial ou totalmente do cometa, afastando-se deste (na direção antissolar) e sendo substituída por uma nova cauda de plasma.

As estruturas ondulatórias correspondem às ondulações ou trens de onda, enquanto os *solitons* designam as ondas solitárias, algumas vezes denominadas *kinks* (Tomita; Saito; Minami, 1987).

Por sua vez, os *knots* são regiões de maior adensamento de matéria, ou seja, representam locais nos quais a densidade de gás neutro ou ionizado, bem como de poeira, apresentam-se maior do que o meio em que se encontram. Outra estrutura comum é a cauda do tipo Swan (*Swan-Tail*), caracterizada por um forte alargamento no final da cauda de plasma.

A taxa de descobrimento de cometas aumentou de modo ininterrupto desde o começo do século XX. Em média, cerca de 20 a 25 deles são vistos por ano. Desses, cerca de 12 a 15 estariam aproximando-se do Sol pela primeira vez, enquanto de seis a nove corresponderiam àqueles recuperados, ou seja, já observados anteriormente. Por convenção, denominam-se cometas de curto período aqueles que duram períodos inferiores a duzentos anos. Aqueles cujos períodos são superiores a duzentos anos são denominados cometas de longo período. Esse limite de duzentos anos está relacionado à época mais recente em que a observação de cometas se tornou mais sistemática e passou a ser melhor documentada. De modo geral, aqueles com período orbital < 200 anos permitem verificar seu retorno ao periélio e, assim, confirmar seus períodos. Essa definição de cometas de curto período é arbitrária, todavia distingue basicamente duas populações: uma que se encontra mais perto do Sol e dos grandes planetas e outra, majoritária, que se encontra mais afastada. Entre os que se aproximam do Sol pela primeira vez, cerca de oito a dez são de longo período, enquanto por volta de cinco são de curto. A maioria deles é fraca, ou seja, possui um brilho reduzido. Os cometas brilhantes e, em particular, aqueles que colidem com o

Sol surgem apenas de maneira ocasional. Alguns já foram observados a cerca de 0,01 U.A. da Terra. Foram classificados também em velhos e novos, conforme suas características orbitais. Aqueles que já tiveram várias passagens periélicas ao redor do Sol são denominados cometas velhos e aqueles que estão entrando no Sistema Solar pela primeira vez são classificados como novos. Caso a direção de movimento do cometa seja a mesma do movimento da Terra em sua órbita, diz-se que ele possui uma órbita direta; se ele estiver em direções opostas, possuirá uma órbita retrógrada.

Há, hoje em dia, cerca de 1.000 cometas catalogados, isto é, com órbitas determinadas. A razão entre os cometas de longo período para os de curto é da ordem de 5:1. Um histograma do número de cometas em função da distância afélica evidencia um pico na distribuição a cinco U.A., correspondendo aproximadamente à distância de Júpiter. Esses cometas são, de modo geral, classificados como pertencentes à família de Júpiter. Existe também um leve incremento na distribuição cometária nas proximidades de Saturno, Urano e Netuno. Por outro lado, os cometas de longo período parecem ter um pico em sua distribuição por volta de  $4 \times 10^4$  U.A. Os de curto período têm, em geral, órbitas diretas e pouco inclinadas em relação ao plano da eclíptica (plano da órbita terrestre,  $i < 30^\circ$ ), enquanto os de longo período têm inclinações quaisquer, como se proviessem de quaisquer direções do céu.

## NUVEM DE OORT

O astrônomo holandês Jan H. Oort (1950), analisando cometas novos e de longos períodos, supôs que suas órbitas seriam originais (ainda não alteradas ou perturbadas pelos planetas), pois estariam aproximando-se do Sol pela primeira vez. Postulou, então, a existência de um enorme reservatório de cometas, com formas de concha, envolvendo todo o Sistema Solar, cujo raio oscilaria entre

dois mil e 150 mil U.A. A essa distância, o período aproximado do cometa é de 11 milhões de anos. Esse reservatório foi denominado Nuvem de Oort. Estimou-se que essa nuvem deveria conter cerca de 100 bilhões de cometas, totalizando uma massa correspondente a apenas dez vezes a massa da Terra. Certamente, eles não poderiam ter-se formado na própria Nuvem, mas em regiões mais internas da Nebulosa Solar Primitiva (imensa e difusa nuvem de gás e poeira), provavelmente entre as órbitas de Urano e Netuno. Desse local foram logo expulsos para a Nuvem de Oort, quer pelo relaxamento da atração gravitacional do Sol logo após a sua formação (fase T Tauri, caracterizada por uma expressiva perda de massa), quer pela perturbação exercida por Urano e Netuno.

A Nuvem de Oort está a cerca de um Ano Luz (A.L., distância percorrida pela luz, no vácuo, em um ano, na razão de 299.792,5 km s<sup>-1</sup>, aproximadamente igual a 9,45 x 10<sup>12</sup> km ou a 63.200 U.A.), portanto a uma fração significativa de distância das estrelas mais próximas do Sol. A estrela mais próxima (α Centauri) está a 4,6 A.L. e a distância média de separação entre as estrelas da Via Láctea é da ordem de oito A.L. A atração exercida pelo Sol nos cometas na Nuvem de Oort já é fraca, e eles podem ter suas órbitas alteradas por estrelas próximas ou nuvens moleculares gigantes, além de forças de maré da Via Láctea. Desse modo, diz-se que uma fração de cometas da Nuvem de Oort pode acabar aproximando-se do Sol. Nessa aproximação, esses cometas sofreriam perturbação de planetas e seriam convertidos em cometas de curto período (Voelzke, 2002e).

## CINTURÃO DE KUIPER

Até meados de 1980, pensava-se que a fonte de todos os cometas era a Nuvem de Oort. Havia, porém, algumas dificuldades: o número observado de cometas de curto período excedia, de longe, o que se poderia esperar da captura pelos planetas. Além disso,

alguns desses cometas (entre eles, o 1P/Halley) tem órbitas acentuadamente inclinadas em relação à eclíptica (plano orbital da Terra) e até mesmo retrógradas, o que conflita com a hipótese de captura de cometas pelos planetas. Cometas procedentes da Nuvem de Oort tendem a manter suas inclinações originais mesmo depois de terem seus períodos encurtados.

Foi então sugerido, de maneira independente, pelo astrônomo irlandês Kenneth Edgeworth e pelo seu colega holandês Gerard Kuiper que, além da Nuvem de Oort, existiria um anel de cometas situado no plano da eclíptica além da órbita de Netuno, a partir de 35 U.A. Nesse anel, denominado Cinturão de Kuiper, os cometas estariam em órbitas relativamente estáveis. Eles podem ser meros cometesimais primitivos formados ali mesmo que, por causa das baixas densidades e presença de algum planeta grande, não lograram agregar-se para formar um planeta. Em especial entre 35 e 46 U.A., os cometas podem ser removidos por perturbações seculares e ressonâncias devidas a Netuno ou outros objetos ali existentes, tão grandes quanto o planeta anão Ceres, descoberto em 1801 pelo astrônomo italiano Giuseppe Piazzi, que possui 1.003 km de diâmetro (Mourão, 2004). Assim, essa faixa do Cinturão de Kuiper seria a principal fonte dos cometas de curto período. Por meio desse mecanismo, essa faixa deve ter adquirido uma complexidade semelhante à do anel dos asteroides com suas lacunas, testemunhando, desse modo, a perda de cometas. Ela contém aproximadamente seis bilhões de cometas. O Cinturão todo, porém, que se estende bem além de 46 U.A., deve conter dez trilhões de cometas, ou seja, muito mais do que a Nuvem de Oort.

Em 1993, os norte-americanos David Jewitt e Jane Luu conseguiram observar pela primeira vez o que hoje é mais conhecido como objeto do cinturão de Kuiper, sintetizado pela sigla KBO (*Kuiper Belt Object*). Possuindo 250 km de diâmetro, estava a uma distância do Sol 40 vezes maior do que a Terra e recebeu o nome de 1992 QB1.

Uma vez que o cinturão fica além de Netuno, há quem prefira chamar os KBOs de objetos transnetunianos. Até o momento, cerca de mil desses objetos foram descobertos. Em sua grande maioria, tais objetos têm diâmetros de centenas de quilômetros, isto é, são significativamente maiores do que os cometas usuais. Foi sugerido que os cometas da Nuvem de Oort foram expulsos mais precocemente da região em que se formaram, por isso não tiveram tempo suficiente para crescer tanto quanto os cometas do Cinturão de Kuiper. A detecção do excesso de radiação infravermelha pelo satélite IRAS (*Infrared Astronomical Satellite*), proveniente de um disco extenso de poeira em redor de estrelas da Sequência Principal, como Vega e  $\beta$  Pictoris, foi confirmada posteriormente mediante outras observações. Discos similares que podem ter a mesma natureza do Cinturão de Kuiper foram encontrados em outras estrelas.

O Centauro 2060 Quíron foi descoberto em 1989. Sua órbita cruza a de Saturno, mas é menor do que a de Urano. Com dimensão típica de um asteroide, é um forte candidato a cometa originário do Cinturão de Kuiper, transformando-se em cometa de curto período. Sua natureza cometária manifesta-se por meio de variações de brilho e aparecimento de coma, mas sua curva de luz foge dos padrões ordinários. Objetos como Quíron são denominados coletivamente de centauros. O satélite Febe, de Saturno, parece ser um centauro que foi capturado por esse planeta, enquanto Caronte, de Plutão, e Tritão, de Netuno, seriam objetos estáveis do Cinturão de Kuiper que foram capturados.

Hoje em dia, acredita-se que o Sistema Solar seja composto por trilhões de objetos (Nogueira, 2005) e até o momento, apenas cerca de mil cometas estão catalogados, portanto uma campanha mundial de detecção e de monitoramento torna-se mais do que necessária.

## NATUREZA FÍSICA – BOLAS DE GELO SUJO

Fred Whipple (1950) propôs que os cometas consistiam basicamente em bolas de gelo sujo, que seriam seus núcleos físicos. O gelo consistiria na matéria volátil em estado sólido que, ao se aquecer pela radiação do Sol, seria vaporizado; e a sujeira, em fragmentos e minúsculos grãos de poeira, também em estado sólido. Sendo, porém, de natureza refratária, ela não seria vaporizada com o aquecimento solar.

Cometas seriam meros cometesimais remanescentes da época de formação do Sistema Solar. Cometosimais são planetesimais, com a diferença de que, tendo-se formado em regiões da Nebulosa Solar Primitiva mais distantes do Sol (além da órbita de Júpiter), portanto mais frias, conseguiram reter e manter intacta a sua matéria volátil. O cometa Hale-Bopp ou C/1995 O1, descoberto em 23 de julho de 1995 e com passagem periélica em primeiro de abril de 1997, desenvolveu um halo de grãos de gelo quando se aproximava do Sol. O espectro infravermelho revelou que se tratava de gelo amorfo que se contrapõe ao cristalino, comum na Terra – ressalta-se que a condensação do gelo amorfo requer temperaturas inferiores a  $-173^{\circ}\text{C}$ .

Quando um cometa se avizinha do Sol, devido ao aumento da temperatura superficial, a matéria volátil desprende-se do núcleo físico criando um fluxo gasoso cuja velocidade de expansão na coma é de aproximadamente  $1\text{ km s}^{-1}$ . Desse modo, grãos finos de poeira e fragmentos menores são arrastados por esse fluxo.

A frota de sondas espaciais que visitou *in loco* o cometa 1P/Halley em 1986 confirmou plenamente esse modelo proposto por Whipple. O constituinte majoritário do gelo é a água associada quimicamente na forma de hidrato a outras substâncias abundantes em cometas, tais como o metano ( $\text{CH}_4$ ), o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) e a amônia ( $\text{NH}_3$ ). Basicamente, a taxa de vaporização é governada

pela água se o cometa se encontra dentro do cinturão de asteroides (3,5 U.A.). No entanto, moléculas mais complexas do que as citadas anteriormente foram detectadas em ondas de rádio, micro-ondas e infravermelho:  $\text{CH}_3\text{OH}$  (metanol),  $\text{HCHO}$  (formaldeído) e  $\text{HCOOH}$  (ácido fórmico). Nesse sentido, a constituição do núcleo físico deve ser mais complexa. Hoje, sabe-se que o  $\text{CO}_2$  começa a se sublimar a distâncias maiores, portanto a temperaturas menores. As moléculas complexas guardam parentesco – por exemplo, a mesma abundância relativa – com aquelas encontradas nos grãos interestelares. Assim, o gelo cometário parece ter sido condensado em nuvens moleculares do meio interestelar (Cruikshank & Pendleton, 1997; Astronews, 1997; Brooke, 1997), e não na Nebulosa Solar Primitiva.

O fluxo gasoso, a princípio, é formado de moléculas sublimadas. À medida que elas se afastam do núcleo físico, sofrem dissociação e ionização por ficarem expostas à radiação solar, especialmente a ultravioleta. Na maioria das observações, esses subprodutos é que são detectados.

## AÇÃO DO VENTO SOLAR E DA PRESSÃO DE RADIAÇÃO

Não fossem o vento solar (perda constante pelo Sol do gás rarefeito, porém quente, da coroa solar) e a radiação solar presentes no meio interplanetário, a expansão da coma seria esfericamente simétrica. O vento solar transporta consigo o campo magnético do Sol, portanto consiste num gás magnetizado. Como tal, ele percebe a presença de cargas elétricas, que não cruzam de maneira livre um campo magnético, mas espiralam em torno das suas linhas de força. Assim, nas proximidades de um cometa, o campo magnético do vento solar captura os íons de origem cometária e arrasta-os consigo, dando origem às caudas do tipo I.

Por outro lado, a radiação solar exerce a chamada pressão de radiação sobre os grãos de poeira, empurrando-os para longe

do Sol. Trata-se de uma força diminuta e desprezível em corpos do porte humano ou de tamanho maior. Mas, em grãos micrométricos liberados por cometas no meio interplanetário, ela supera a atração gravitacional do Sol, de modo que a ação final efetiva acaba sendo repulsiva. Em grãos menores, a repulsão é mais eficaz do que nos grãos maiores. Por isso, na cauda do tipo II, as diferentes curvaturas discriminam grãos de tamanhos diferentes.

## COMETAS E ORIGEM DA VIDA

O estudo dos cometas é importante porque eles consistem em verdadeiras relíquias do Sistema Solar primitivo. Em suas propriedades físico-químicas atuais, eles ainda guardam o registro praticamente intacto das condições que prevaleciam na época de formação do Sistema Solar. Para isso, concorrem dois fatos:

1. Cometas são objetos relativamente pequenos. Dessa forma, sua matéria não sofreu os metamorfismos, ou seja, alterações induzidas pelas elevadas pressões e temperaturas vigentes no interior de objetos suficientemente grandes, tais como satélites, planetas e estrelas.
2. Cometas hibernam a maior parte do tempo em rincões remotos do Sistema Solar, longe do Sol, protegidos do aquecimento e da vaporização.

Uma das especulações mais interessantes consiste na ideia de que, se os compostos orgânicos prebióticos que possibilitaram o surgimento da vida não foram sintetizados na Terra, então eles poderiam ter sido trazidos do meio interestelar pelos cometas juntamente com a água. Afinal, a existência da maior parte desses compostos é admitida no meio interestelar e nos cometas. A vida, tal como é conhecida, é construída com base em umas trinta moléculas básicas:

cerca de vinte aminoácidos, oito nucleotídeos formados por cinco tipos de bases nitrogenadas e alguns açúcares. A detecção de moléculas orgânicas na coma, já citadas, ou aderidas aos grãos de poeira cometária, tais como hidrocarbonetos aromáticos policíclicos (semelhantes ao alcatrão), e a eventual detecção, no futuro, de anéis nitrogenados ajudarão a testar essa hipótese.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cometas influenciaram o pensamento humano desde os primórdios da sociedade, a princípio atemorizando, assustando e apavorando as civilizações antigas. Com o desenvolvimento das ciências os cometas começaram a ser desvendados, tendo reveladas as suas características básicas.

O aprimoramento de técnicas observacionais aliado ao avanço tecno-científico permitiram uma maior compreensão das propriedades físico-químicas desses objetos.

Não obstante, todo o acúmulo de conhecimento sobre os cometas ao longo de milênios, ou seja, ao longo da própria história humana, esses bólidos ainda guardam inúmeros mistérios, tais como a sua exata composição, formação e origem.

Os cometas reservam ainda o segredo de poder serem os responsáveis pelo surgimento bem como pelo aniquilamento de vida nos planetas.

Portanto, o estudo dos cometas se faz muito importante e, ao mesmo tempo extremamente interessante, já que permite ao ser humano compreender o seu passado, entender o seu presente e avaliar o seu futuro como espécie dominante neste minúsculo planeta, chamado Terra, imerso nas vastidões do Universo.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, F.M.; BRANDÃO, M.A; NUNES, M.R.G; CARVALHO, R.S.M; MAGALHÃES, A.F.S.; MENDES, C.R.S. Interdisciplinaridade no Ensino da Matemática na Educação Básica. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 9, p. 1-8, 2022.
- ANASTÁCIO, M.A.S; VOELZKE, M.R. Astronomia no Ensino Médio e os Itinerários Formativos de Ciências da Natureza. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 6, p. 118-129, 2022.
- ASTRONEWS. *Comet Hyakutake's Interstellar Roots*. **Astronomy**, 36, 1997.
- BARNARD, E.E. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 59, p. 354-357, 1899.
- BARNARD, E.E. **The Astrophysical Journal**, v. 51, p. 102-106, 1920.
- BRANDT, J.C.; RANDALL, C.E.; YI, Y.; SNOW, M. **Lunar and Planetary Institute**. In: HARRIS, A. W.; BOWELL, E. (ed.), *Asteroids, Comets, Meteors 1991*. Houston: LPI, 1992. p. 93-96.
- BROOKE, T.Y. *Comets and Interstellar Ices: a cosmic connection*. **Endeavour**, v. 21, n. 3, 1997.
- CELNIK, W.E.; KOCZET, P.; SCHLOSSER, W.; SCHULZ, R.; SVEJDA, P.; WEIBBAUER, K. **Astronomy and Astrophysics Supplement Series**, v. 72, p. 89-127, 1988.
- CRUIKSHANK, D.P.; PENDLETON, Y. J. *The scientific legacy of comet Hale-Bopp. Hale-Bopp was more than just a pretty comet*. **Mercury**, 30, 1997.
- DELVA, M.; SCHWINGENSCHUH, K.; NIEDNER, Jr.M.B.; GRINGAUZ, K.I. **Planetary and Space Science**, v. 39, n. 5, p. 697-708, 1991.
- FAZENDA, I. **Educação e Interdisciplinaridade: Ensino e Aprendizagem Integrados**. 2 ed. Campinas: Papirus, 2008.
- FERREIRA, O.R; VOELZKE, M.R. CTS-ASTRO: astronomia no enfoque da ciência, tecnologia e sociedade e análises sobre o ano internacional da astronomia 2009-Brasil. **Anais do II Seminário Hispano Brasileiro - CTS**. Outubro, 2012.
- HERRMANN, J. **Atlas zur Astronomie, 11, Berlin, Deutscher Taschenbuch Verlag (dtv)**, 1973.
- HO PENG YOKE. **Vistas in Astronomy**, v. 5, p. 1-127, 1962.

- HYDER, C.L.; BRANDT, J.C.; ROOSEN, R.G. *Icarus*, v. 23, p. 601-610, 1974.
- JOCKERS, K. *Astronomy and Astrophysics Supplement Series*, v. 62, p. 791-838, 1985.
- MARAN, S.P. *The Astronomy and Astrophysics Encyclopedia*. New York: Van Nostrand Reinhold, and Cambridge: Cambridge University Press, p. 1-1040, 1992.
- MATSUURA, O.T. **Cometas**: do Mito à Ciência. São Paulo: Ícone Editora Ltda, 1985. p. 1-236.
- MATSUURA, O.T.; VOELZKE, M.R. *Halley at Opposition*. *Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica*, v. 21, p. 609-612, 1990.
- MEYER. *Handbuch über das Weltall*. Berlin, Springer Verlag, 1967.
- MÖHLMANN, D.; SAUER, K.; WÄSCH, R. *Kometen*, Akademie Verlag. Berlin, 1990. p. 1-164.
- MOURÃO, R.R. de F. **Atlas Celeste**. 10 ed. Petrópolis: Vozes, 2004. p. 1-189.
- NIEDNER, Jr.M.B. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, v. 46, p. 141-157, 1981.
- NIEDNER, Jr.M.B. *The Astrophysical Journal Supplement Series*, v. 48, p. 1-50, 1982.
- NIEDNER, Jr.M.B.; BRANDT, J.C. *Icarus*, v. 42, p. 257-270, 1980.
- NOGUEIRA, P. **Galileu**, São Paulo: Globo, 2005.
- OORT, J.H. *Bulletin of the Astronomical Institutes of the Netherlands*, v. 11, p. 91-110, 1950.
- PERRENOUD, P. **Construir as Competências**: uma Abordagem da Avaliação e do Currículo. Artmed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2000.
- RAHE, J. *Landolt-Börnstein. Zahlenwerte und Funktionen aus Naturwissenschaft und Technik, Gruppe VI. In: Astron. Und Astrophys., Band 2. Teilband C*, Springer Verlag, 1982.
- ROBERTS, B. *Physics of Fluids*, v. 28, n. 11, p. 3280-3286, 1985.
- SANTOS, A.J.J.; VOELZKE, M.R.; ARAÚJO, M.S.T. O Projeto Eratóstenes: a Reprodução de um Experimento Histórico como Recurso para a Inserção de Conceitos da Astronomia no Ensino Médio. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 29, n. 3, p. 1137-1174, 2012.

SIMÕES, C.C.; VOELZKE, M.R. Ensino de Astronomia e Aprendizagem Significativa: um Olhar sobre o Ensino Técnico Integrado. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 3, p. 1-22, 2020.

SWAMY, K.S.K. **Physics of Comets**. 3rd. ed. New Jersey: World Scientific Publishing Company, 2010.

TOMITA, K.; SAITO, T.; MINAMI, S. **Astronomy and Astrophysics**, v. 187, p. 215-219, 1987.

VOELZKE, M.R. **Formação e Evolução de Raios no Cometa P/Halley**. 1989. 134 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Astronômico e Geofísico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989.

VOELZKE, M.R. **Analyse der Plasmakoma des Kometen P/Halley mittels Bildverarbeitung der Bochumer Photoplatten**. 1993. Tese (Doutorado) – Astronomisches Institut der Ruhr-Universität Bochum (AI-RUB), Bochum, Alemanha, 1993.

VOELZKE, M.R. *Analysis of the Plasma-coma of Comet P/Halley by Image Processing Techniques of Bochum's Photoplates*. **Publications of the Astronomical Society of the Pacific**, v. 108, n. 729, p. 1063-1063, 1996.

VOELZKE, M.R. **Revista Mexicana de Astronomía y Astrofísica (Serie de Conferencias)**, v. 14, p. 104-104, 2002a.

VOELZKE, M.R. **Earth, Moon and Planets**, v. 90, p. 405-411, 2002b.

VOELZKE, M.R. **Proceedings of Asteroids, Comets, Meteors (ACM 2002)**, ESA-SP-500, p. 621-623, 2002c.

VOELZKE, M.R. **Proceedings of IAU Colloquium 186**. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, p. 47-47, 2002d.

VOELZKE, M.R. **Revista Unicsul**, ano 7, n. 9, p. 22-31, 2002e.

VOELZKE, M. R. **Meteoritics & Planetary Science**, v. 54, n. 4, p. 938-945, 2019.

VOELZKE, M. R.; IZAGUIRRE, L. S. **Meteoritics & Planetary Science**, v. 39, n. 8, p. A110-A110, 2004.

VOELZKE, M. R.; IZAGUIRRE, L.S. **Planetary and Space Science**, v. 65, n. 1, p. 104-108, 2012.

VOELZKE, M. R.; MACÊDO, J. A. Aprendizagem Significativa, Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Astronomia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 11, n. 5, p. 1-19, 2020.

VOELZKE, M. R.; MATSUURA, O. T. *Morphological Analysis of the Plasma Structures of Comet P/Halley*. **Planetary and Space Science**, v. 46, n. 8, p. 835-841, 1998.

VOELZKE, M. R.; MATSUURA, O. T. *The Onsets of Disconnection Events of Comet P/Halley on 1985 December 13-14 and 1986 February 22*. **Astronomy and Astrophysics Supplement Series**, v. 146, p. 1-5, 2000.

VOELZKE, M. R.; SCHLOSSER, W.; SCHMIDT-KALER, T. *Time Analysis of the CO<sup>+</sup> Coma of Comet P/Halley by Image Processing Techniques*. **Astrophysics and Space Science**, v. 250, n. 1, p. 35-51, 1997.

WHIPPLE, F. L. *A Comet Model I. The Acceleration of Comet Encke*. **Astrophysical Journal**, v. 111, p. 375-394, 1950.

YI, Y.; BRANDT, J. C.; RANDALL, C. E.; SNOW, M. **Astrophysical Journal**, v. 414, p. 883-981, 1993.

YI, Y.; BRANDT, J. C.; RANDALL, C. E.; SNOW, M. **The Astronomical Journal**, v. 107, n. 4, p. 1591-1596, 1994.

YI, Y.; WALKER, R. J.; OGINO, T.; BRANDT, J. C. **Journal of Geophysical Research**, v. 103, n. A4, p. 6637-6639, 1998.

# 5

$$ax^2+bx+c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} =$$

$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$

$$x_3 = \frac{4+7+1+6}{4} = 18$$

$$4 \frac{10}{15} - 4 \frac{2}{5} + 5 \frac{1}{2}$$

*Antonio Maxuel Matos Silva*

*Marcos Rincon Voelzke*



$$\begin{aligned}x^2 - a^2 &= (x+a)(x-a) \\x^2 + 2ax + a^2 &= (x+a)^2 \\x^2 - 2ax + a^2 &= (x-a)^2 \\x^2 + (a+b)x + ab &= (x+a)(x+b) \\x^3 + a^3 &= (x+a)(x^2 - ax + a^2) \\x^3 - a^3 &= (x-a)(x^2 + ax + a^2) \\x^{2n} - a^{2n} &= (x^n - a^n)(x^n + a^n)\end{aligned}$$

## O USO DA RÉGUA DE CÁLCULO PARA AULAS DE FÍSICA E ASTRONOMIA

$$+ac = a(b+c)$$

$$\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{c}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{a}{bc}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ac}{b}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ad+bc}{bd}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ad+bc}{bd}$$

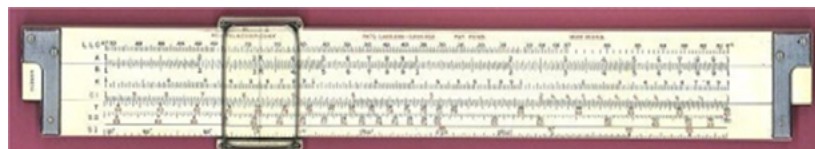
$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ad+bc}{bd}$$

$$\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{ad+bc}{bd}$$

## INTRODUÇÃO

Antes da consolidação da computação eletrônica, a realização de cálculos complexos em Física dependia fundamentalmente de dispositivos analógicos, cujas funcionalidades traduziam abstrações Matemáticas em operações mecânicas de alta precisão. Entre esses dispositivos, destaca-se a régua de cálculo (Figura 1), cuja arquitetura conceitual está enraizada na teoria dos logaritmos.

**Figura 1** – Régua de Cálculo



Fonte: <https://sliderulemuseum.com/>

Trata-se de um instrumento que funciona por meio da transposição das propriedades algébricas dos logaritmos para o domínio geométrico. A multiplicação e a divisão, operações centrais no tratamento quantitativo de fenômenos físicos, são reinterpretadas como somas e subtrações de distâncias sobre escalas logarítmicas sobrepostas. A realização dessas operações ocorre por meio do deslizamento relativo de régua graduada, cujas escalas estão distribuídas de forma logarítmica, permitindo a simulação mecânica de transformações matemáticas contínuas.

A coordenação entre essas escalas é feita com o auxílio de um cursor transparente, dotado de linhas de referência finamente alinhadas, o qual permite correlacionar com precisão segmentos equivalentes entre as diversas faixas. O resultado é um sistema eficiente de mediação matemática, capaz de resolver equações exponenciais, calcular raízes, potências e outras funções transcendentais com um grau de exatidão notável, considerando sua natureza analógica.

A origem da régua de cálculo remonta ao início do século XVII, quando o matemático escocês John Napier publicou, em 1614, sua obra fundamental sobre logaritmos, revolucionando o pensamento matemático europeu. Poucos anos depois, em 1622, o matemático inglês William Oughtred sistematizou esses conceitos em um instrumento físico – a régua de cálculo –, inaugurando uma nova era na instrumentação científica. Seu uso disseminou-se entre engenheiros, astrônomos, físicos e navegadores, tornando-se, por mais de três séculos, um componente indispensável nos ambientes técnico-científicos.

Do ponto de vista epistemológico, a régua de cálculo representa um exemplo notável da materialização de estruturas matemáticas abstratas em dispositivos físicos manipuláveis. Trata-se, portanto, de um objeto que não apenas viabiliza o cálculo, mas também encarna, de forma tangível, o entrelaçamento entre Matemática e Física, razão e técnica, conceito e operação.

Durante os séculos XIX e XX, a régua de cálculo consolidou-se como ferramenta essencial no desenvolvimento de diversas áreas da ciência aplicada e da engenharia, particularmente nos contextos em que o tratamento matemático de fenômenos físicos exigia precisão operacional sem o suporte de computadores digitais. Seu uso foi amplamente disseminado entre engenheiros civis, eletricitas, físicos teóricos, astrônomos e até mesmo economistas, sendo considerado, até meados da década de 1970, o “computador de bolso” dos profissionais técnicos e científicos.

Entre os episódios mais emblemáticos de sua aplicação, o destacam-se as missões aeroespaciais da *National Aeronautics and Space Administration* (NASA), durante a era da corrida espacial. Engenheiros responsáveis pelas missões Mercury, Gemini e, posteriormente, Apollo, utilizavam réguas de cálculo em suas rotinas de dimensionamento estrutural, planejamento de órbitas, cálculos balísticos e ajustes dinâmicos. Seus relatos podem ser verificados no site

do *National Air and Space Museum*, no qual existe um item dedicado a "Slide Rule, 5-inch, Pickett N600-ES, Apollo 13", que discute seu uso como *backup* de cálculos. Relatos históricos e registros fotográficos indicam que engenheiros e astronautas mantinham réguas de cálculo como parte de seus equipamentos pessoais, inclusive em ambientes controlados como as salas de comando de voo e até mesmo a bordo de módulos espaciais. Pode-se conferir o depoimento de Katherine Johnson, matemática da NASA em 1961:

Integrante do Centro de Pesquisas Langley (Hampton, Virgínia, EUA) da NASA, Katherine precisava de pouco mais que um lápis, uma régua de cálculo, papel quadriculado e uma caneta para medir trajetórias precisas dos primeiros lançamentos espaciais. Além de ter sido fundamental na aterrissagem de Apolo 11 na Lua e no seu retorno à Terra, seus cálculos já haviam ajudado a planejar o voo suborbital de Alan B. Shepard Jr., que se tornou o primeiro americano no espaço com a decolagem da espaçonave Mercury em 1961 (IMPA, 2020, p. 1).

Outro campo em que a régua de cálculo exerceu papel crucial foi o da Engenharia Nuclear, sobretudo nos projetos ligados ao desenvolvimento de reatores e armamentos durante e após a Segunda Guerra Mundial. Pesquisadores envolvidos no Projeto Manhattan, por exemplo, faziam uso intensivo delas para estimativas rápidas em problemas de criticidade, difusão de nêutrons e balanço energético. Apesar da existência de computadores eletromecânicos, como o ENIAC, a rapidez de acesso e a portabilidade da régua de cálculo continuavam sendo vantagens decisivas.

Sob o ponto de vista epistemológico, o uso do objeto não apenas instrumentalizou o raciocínio matemático aplicado, mas também condicionou uma forma de pensamento: ela exigia do usuário uma compreensão qualitativa das ordens de grandeza e dos significados físicos por trás dos números. A interpretação dos resultados não era automatizada como nos sistemas digitais, mas mediada por um olhar crítico, por vezes heurístico, sobre os processos de aproximação,

arredondamento e escala. Dessa forma, seu não se restringia a uma habilidade técnica, mas expressava uma prática cognitiva compatível com o pensamento físico-formal.

Com o advento das calculadoras eletrônicas programáveis na década de 1970 e, posteriormente, dos computadores pessoais, a régua de cálculo perdeu espaço como ferramenta de uso corrente. No entanto, seu legado permanece como símbolo de uma era em que o rigor matemático se manifestava por meio de dispositivos simples, elegantes e, acima de tudo, profundamente integrados à linguagem conceitual da Física.

Para o uso do instrumento, é feita uma ambientação com seu manuseio com uma versão *online*, em que se pode acessar as regras e o manual de uso no seguinte endereço: <https://sites.icmc.usp.br/frasson/regua-online/regua.html>. As regras também podem ser encontradas no livro *A manual of the slide rule: its principles, operation, and uses*, de Thompson, (1930, p. 8).

## METODOLOGIA

No escopo deste trabalho, será investigado o potencial da régua de cálculo enquanto ferramenta didática para a execução de operações matemáticas em cursos de Física e Astronomia. O intuito é determinar o impacto desse instrumento tanto na promoção de uma aprendizagem verdadeiramente significativa por parte dos estudantes quanto no enriquecimento do desenvolvimento pedagógico dos educadores. Tal objetivo encontra amparo nas palavras de Santos, Oliveira e Pereira (2020, p. 30):

A relevância desse instrumento matemático para a formação docente se apresenta no fato de se constituir de um meio que possibilita a criação de novas

metodologias de ensino, potencializando a ação docente e o ensino ao discente.

A metodologia deste estudo prevê a aplicação de um teste *t* de *Student*. Tal ferramenta, segundo Gosset (1908) e a avaliação da diferença significativa dos acertos das questões de pré-intervenção e pós-intervenção, torna possível afirmar se houve ou não uma aprendizagem potencialmente significativa ao longo da pesquisa, em conjunto com os cálculos e gráficos de médias prévias e posteriores a intervenção portanto, utiliza-se a comparação das médias entre duas populações amostrais distintas. Uma das turmas será designada como grupo de controle – com 35 estudantes – e a outra como grupo experimental – também com 35 estudantes –, esta última fazendo uso da régua de cálculo. O propósito é determinar se há uma diferença estatisticamente significativa no desempenho dos alunos que incorporaram essa ferramenta em seu processo de aprendizagem.

A opção por uma abordagem quantitativa para este estudo justifica-se pela necessidade de mensurar e comparar o desempenho dos grupos experimental e de controle de forma objetiva e estatisticamente rigorosa. A aplicação do teste *t* de *Student* permitiu verificar a existência de diferenças significativas nas médias dos resultados obtidos, oferecendo subsídios para a inferência sobre a eficácia da intervenção com a régua de cálculo, segundo Voelzke e Barbosa (2019). Trata-se de uma pesquisa aplicada e descritiva, que utiliza procedimentos técnicos como pré-teste, pós-teste e questionário de avaliação. A análise estatística mostra que a diferença entre as médias antes e depois do curso é significativa. Conforme destaca Creswell (2014), a pesquisa quantitativa é ideal para testar teorias objetivas, ao examinar a relação entre variáveis, o que se alinha perfeitamente ao objetivo de avaliar o impacto de uma ferramenta didática no desempenho acadêmico.

Este estudo será implementado em duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio, e os conteúdos programáticos incluirão

unidades de medida, potenciação, logaritmos e operações com notação científica. A seleção desses temas visa proporcionar um contexto adequado para a aplicação e a avaliação do desempenho dos alunos que utilizarem a régua de cálculo, dada a sua pertinência para tais operações – que estão adequadas às habilidades do currículo paulista cujo desenvolvimento é pretendido:

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros) e (EM13CNT209) Analisar a evolução estelar associando-a aos modelos de origem e distribuição dos elementos químicos no Universo, compreendendo suas relações com as condições necessárias ao surgimento de sistemas solares e planetários, suas estruturas e composições e as possibilidades de existência de vida, utilizando representações e simulações, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais como *softwares* de simulação e de realidade virtual, entre outros (São Paulo, 2025, p. 158-159).

O teste de hipótese realizado foi o teste *t* de Student para amostras pareadas (ou dependentes). Esse teste é utilizado quando se quer comparar duas médias de um mesmo grupo antes e depois de uma intervenção, como foi o caso deste estudo. Trata-se de um teste estatístico paramétrico utilizado para determinar se há uma diferença significativa entre tais médias. Ele é particularmente útil quando o tamanho da amostra é pequeno e/ou o desvio padrão populacional é desconhecido. A base de qualquer teste de hipótese, incluindo este, reside na formulação de duas hipóteses complementares:

1. Hipótese Nula ( $H_0$ ): essa é a hipótese padrão que assume que não há diferença entre as médias das populações das quais as amostras foram retiradas. No contexto de um teste *t* para duas amostras independentes, a hipótese nula é tipicamente formulada como:  $H_0: \mu_1 = \mu_2$ , onde  $\mu_1$  representa a

média populacional do Grupo 1 e  $\mu_2$ , a do Grupo 2. Em termos mais simples, a hipótese nula afirma que qualquer diferença observada entre as médias amostrais é devida puramente ao acaso ou à variabilidade amostral, e não a um efeito real da intervenção ou da diferença entre os grupos.

2. Hipótese Alternativa (H1 ou Ha): essa é a hipótese que o pesquisador busca evidenciar. Ela contradiz a hipótese nula e sugere que existe uma diferença entre as médias populacionais. A hipótese alternativa pode ser formulada de três maneiras, dependendo da natureza da questão de pesquisa:

- Bilateral (ou não-direcional):  $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$  (as médias são diferentes).
- Unilateral (à direita):  $H_1: \mu_1 > \mu_2$  (a média do Grupo 1 é maior que a do Grupo 2).
- Unilateral (à esquerda):  $H_1: \mu_1 < \mu_2$  (a média do Grupo 1 é menor que a do Grupo 2).

Como funciona o teste  $t$  com a Hipótese Nula:

O teste  $t$  de Student calcula uma estatística  $t$  com base nas médias, desvios padrão e tamanhos das amostras. Esse valor  $t$  é então comparado a um valor crítico (obtido de uma tabela  $t$  de Student, com base nos graus de liberdade e no nível de significância predefinido, geralmente  $\alpha = 0,05$ ) ou a um valor- $p$  ( $p$ -value).

Neste caso, cabe ao pesquisador delimitar as hipóteses a serem testadas, colher as amostras das populações que serão verificadas, e realizar os cálculos estatísticos necessários além disso, este pode também definir o grau de aceitação das hipóteses, fundamentado na teoria proposta, ou seja, constatar se uma dada hipótese será válida ou não. (Voelzke, Barbosa, 2018, p. 115).

O poder de um teste é a probabilidade de o teste rejeitar corretamente a hipótese nula, ou seja, a probabilidade de rejeitar a hipótese nula quando ela é falsa (Barros; Mazucheli, 2005).

- Se o valor-p for menor que o nível de significância ( $\alpha$ ), ou se o valor  $t$  calculado for maior que o valor crítico, rejeita-se a hipótese nula. Isso significa que há evidências estatísticas suficientes para concluir que existe uma diferença significativa entre as médias populacionais.
- Se o valor-p for maior ou igual ao nível de significância ( $\alpha$ ), ou se o valor  $t$  calculado for menor que o valor crítico, não se rejeita a hipótese nula. Isso significa que não há evidências estatísticas suficientes para concluir que existe uma diferença significativa; qualquer diferença observada nas amostras pode ser atribuída ao acaso.

Para o estudo do poder do teste também é considerado o afastamento do valor do parâmetro em relação ao fixado na hipótese nula.

### DETALHAMENTO DO TESTE DE HIPÓTESE PARA A TURMA II (EXPERIMENTAL)

Hipótese nula ( $H_0$ ): a média das notas antes da intervenção é igual à média das notas depois da intervenção.  $H_0: \mu \text{ antes} = \mu \text{ depois}$ .

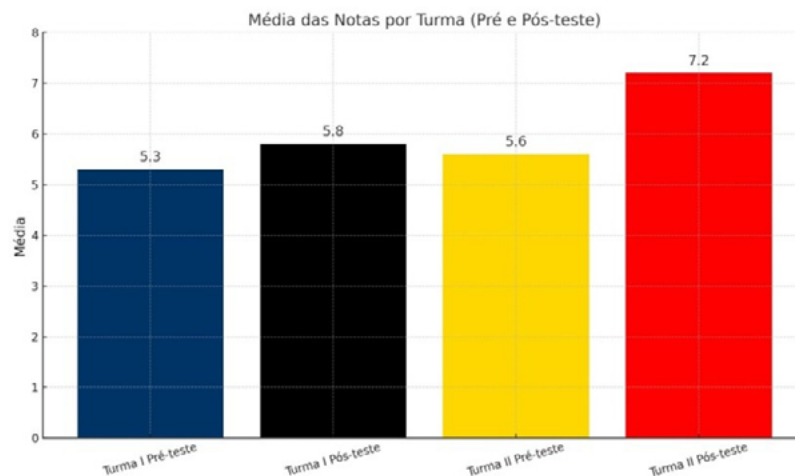
Hipótese alternativa ( $H_1$ ): a média das notas depois da intervenção é maior que a média antes da intervenção.  $H_1: \mu \text{ depois} > \mu \text{ antes}$ .

### FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A coleta de dados referentes ao desempenho dos estudantes foi realizada no início do segundo bimestre de 2025, por meio de uma lista de exercícios aplicada às turmas I e II. Após essa etapa inicial, os discentes da Turma II foram introduzidos ao manuseio

da régua de cálculo, uma prática que foi continuada ao longo de todo o segundo semestre, e os resultados e gráficos foram gerados por programação *Python*. Segundo Souza (2020), “é uma das linguagens mais fáceis e amigáveis para se aprender, possuindo uma sintaxe clara e próxima da linguagem humana”. Essa característica a torna amplamente utilizada tanto por iniciantes quanto por profissionais experientes. Além disso, sua versatilidade permite aplicações em áreas como ciência de dados, inteligência artificial e desenvolvimento web. Os resultados comparativos das avaliações entre a **turma de controle (Turma I)** e a **turma experimental (Turma II)** estão acessíveis para análise e suas médias e mediana podem ser verificadas nos Gráficos 1 e 2.

**Gráfico 1 - As médias das turmas I e II**

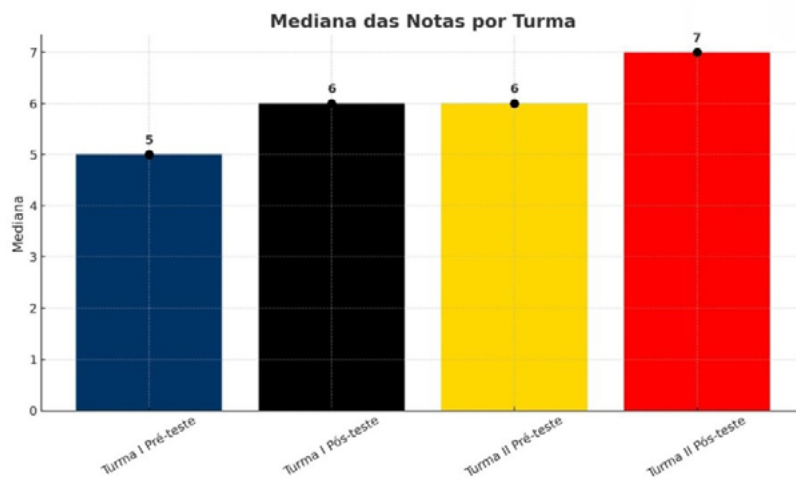


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As notas médias aumentaram em ambas as turmas após o teste, especialmente na Turma II, indicando uma melhora no desempenho geral. Ressalta-se que a média aritmética, geralmente chamada média, é definida como o quociente entre a soma dos valores

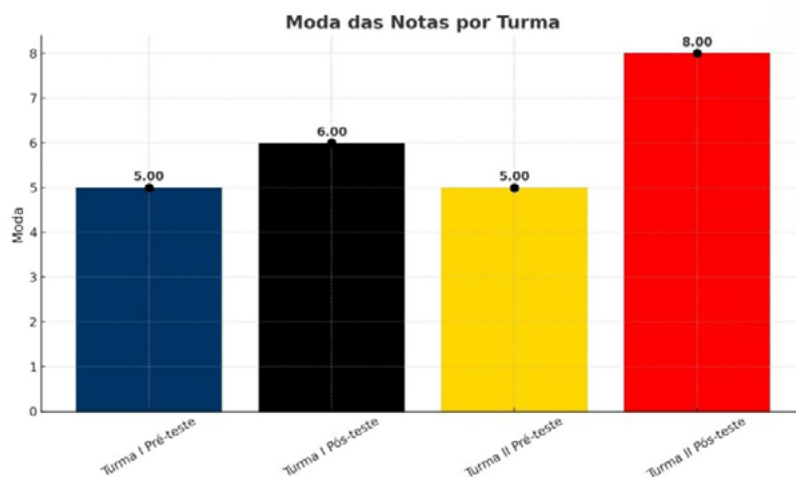
de um conjunto de dados e o número de observações, representando uma medida central bastante utilizada em estatística descritiva (Morettin; Bussab, 2009). A mediana acompanhou esse crescimento, reforçando que a tendência central se deslocou positivamente. Segundo Morettin e Bussab (2009), a mediana é o valor que divide um conjunto de dados ordenados ao meio, de modo que 50% dos dados fiquem abaixo e 50% acima desse valor. Essa medida é menos sensível a valores extremos do que a média, sendo indicada para distribuições assimétricas, e pode ser verificada na Gráfico 2.

**Gráfico 2 - A mediana das turmas I e II**



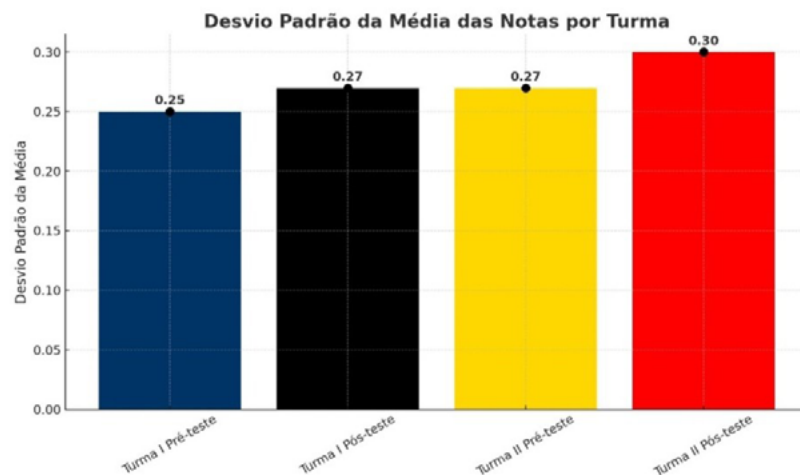
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Identificou-se o valor ou categoria que mais se repete no conjunto de dados aferidos – no caso, a moda, medida de tendência central que representa o valor mais frequente em um conjunto de dados. Ela é particularmente útil para dados qualitativos ou discretos, em que a média e a mediana podem não ser adequadas (Morettin; Bussab, 2009). Isso foi essencial para analisar dados categóricos das notas que mais se repetiram em todo processo (Gráfico 3).

**Gráfico 3 – A moda das turmas I e II**

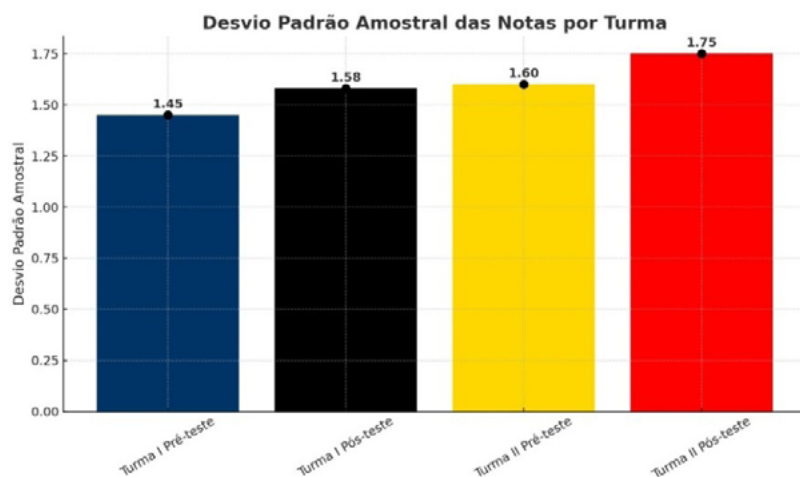
Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As notas da moda também aumentaram em ambas as turmas após o pós-teste, especialmente na Turma II, indicando uma melhora no desempenho geral; já o desvio padrão da média, ou a dispersão dos valores em torno da média aritmética, indica o quanto os dados estão concentrados. O desvio padrão é uma medida de dispersão indicativa do quanto os valores de um conjunto de dados se afastam, em média, da média aritmética, sendo fundamental para avaliar a variabilidade e a consistência dos dados (Morettin; Bussab, 2009). Demonstra também um aumento que sugere maior heterogeneidade nas medidas (Gráfico 4).

**Gráfico 4 – Desvio Padrão das Médias turmas I e II**

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

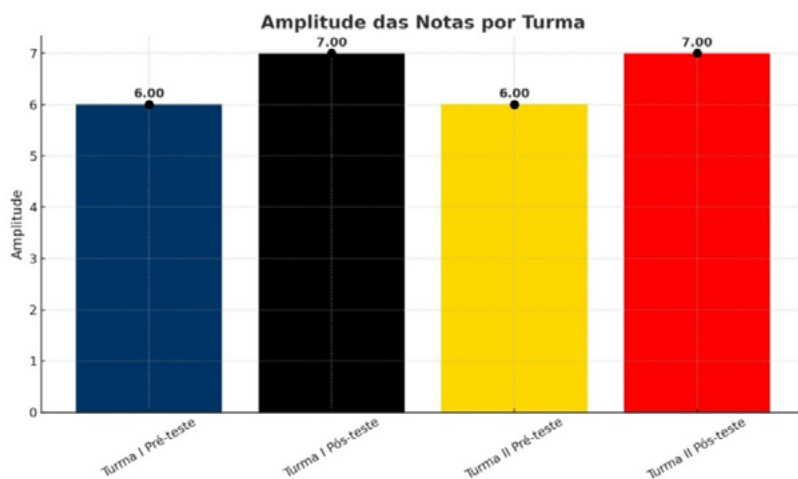
Na Gráfico 5, tem-se uma estimativa da dispersão dos dados da amostra em relação à sua média, servindo como uma previsão da variabilidade da população da qual a amostra foi retirada. Diferente do desvio padrão populacional, aqui foi usado um ajuste ( $n-1$  no denominador) para compensar o fato de as amostras subestimarem a verdadeira variabilidade. Ressalta-se que o desvio padrão amostral é uma medida estimativa da variabilidade dos dados de uma amostra em torno da média amostral, ajustando sua fórmula populacional para corrigir o viés da amostra, dividindo pela quantidade de observações menos um ( $n - 1$ ) em vez de  $n$  (Morettin; Bussab, 2009).

**Gráfico 5 - Desvio padrão amostral das turmas I e II**

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O desvio padrão é, também, fundamental para avaliar a variabilidade e a consistência dos dados (Morettin; Bussab, 2009). No Gráfico 6 tem-se uma estimativa da amplitude que fornece uma rápida noção da variação total dos conjuntos de dados – é a diferença entre o maior e o menor valor de um conjunto de dados. Representa, portanto, a medida mais simples de dispersão, indicativa do intervalo total dos dados observados (Morettin; Bussab, 2009). Útil para uma análise inicial da dispersão e no controle de qualidade para verificar os limites da variação, a amplitude, contudo, é sensível a valores extremos e não reflete a distribuição interna dos dados, sendo usada aqui como uma medida de dispersão menos sensível.

**Gráfico 6 - Amplitude das turmas I e II**



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 1, são apresentados os resumos das médias e dos desvios padrão que serão empregados no teste *t*.

**Tabela 1 - Resultados das médias e desvios padrões das notas**

Turma I pré-teste: média	Turma I pós-teste: média	Turma II pré-teste: média	Turma II pós-teste: média
5,26	5,60	5,54	7,31
Turma I pré-teste: desvio	Turma I pós-teste: desvio	Turma II pré-teste: desvio	Turma II pós-teste: desvio
1,28	1,50	1,58	1,56

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Os testes (t), Tabela 2 revelaram:

**Tabela 2** - Resultados das médias e desvios padrões das notas

Turmas	T	P
Turma I	t = 1,69	p = 0,10
Turma II	t = 7,33	p < 0,0001

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Como o valor de p para a Turma II é muito pequeno (menor que 0,05), rejeita-se a hipótese nula, o que indica que há uma diferença estatisticamente. O valor de t obtido no teste t de Student foi 7,33, representando uma diferença substancial entre as médias (por exemplo, antes e depois de uma intervenção) em relação à variabilidade dos dados. Quanto maior esse valor, maior a evidência de que a diferença entre os grupos não ocorreu por acaso. No caso da Turma II, o valor de t = 7,33 sugere que a média após a intervenção está significativamente distante da média anterior, considerando a dispersão dos dados. Esse valor é usado para calcular o p-value, que indica a probabilidade de a diferença observada ter ocorrido ao acaso, assumindo que não há efeito real. Nesse caso, o p-value foi menor que 0,0001, reforçando a evidência de um efeito real da intervenção.

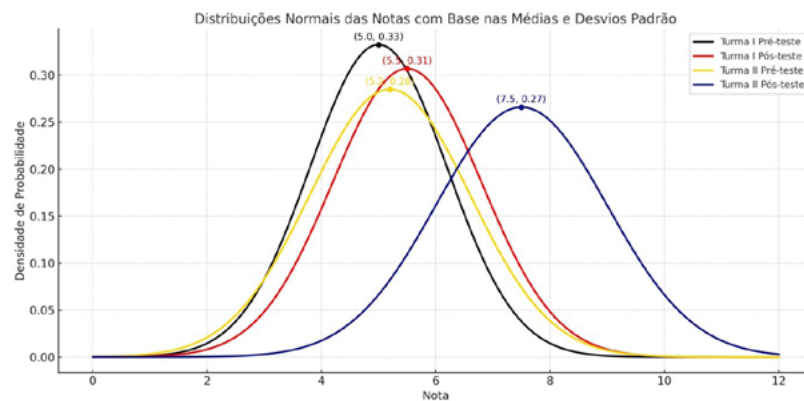
Em termos simples:

- Se o valor de p for pequeno (geralmente menor que 0,05), isso significa que é muito improvável que a diferença observada tenha ocorrido por acaso; portanto, rejeita-se a hipótese nula caso da turma II.
- Se o valor de p for maior que 0,05, não se verifica evidência suficiente para rejeitar a hipótese nula, e consideramos que a diferença pode ter sido fruto do acaso.

Aplicando ao estudo:

- Turma I:  $p = 0,10 \rightarrow$  não rejeita a hipótese nula, ou seja, sem efeito estatisticamente significativo.
- Turma II:  $p < 0,0001 \rightarrow$  rejeita fortemente a hipótese nula, indicando que a metodologia diversificada teve impacto real no desempenho. O resultado pode ser verificado na Gráfico 7.

**Gráfico 7 - Desvio padrão amostral das turmas I**



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O gráfico ilustrou um maior deslocamento da distribuição da Turma II após a intervenção, corroborando os resultados quantitativos. A aplicação de uma metodologia diversificada apresentou impacto relevante na aprendizagem de seus alunos. O aumento significativo da média e o valor de  $p$  inferior a 0,05 indicam melhora real no desempenho. Por outro lado, a Turma I, que manteve o modelo tradicional, não mostrou evolução significativa, ainda que tenha apresentado um pequeno incremento na média. Esse resultado está alinhado com estudos contemporâneos sobre metodologias ativas, que defendem que a variação nas estratégias de ensino pode promover maior retenção de conteúdo e desenvolvimento de competências.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo evidenciou a relevância pedagógica da régua de cálculo como instrumento didático no ensino de Física e Astronomia. Ao explorar sua aplicação prática em contextos educacionais reais, foi possível demonstrar que essa ferramenta, embora historicamente associada a uma era anterior à computação digital, ainda possui potencial formativo ao estimular o raciocínio matemático-analítico dos estudantes. A associação entre manipulação concreta e abstração algébrica revelou-se eficaz para a construção de conhecimento significativo.

A análise estatística dos dados, conduzida mediante o teste *t* de Student, confirmou de modo robusto a eficácia da intervenção metodológica. A Turma II, exposta ao uso sistemático da régua de cálculo, apresentou um aumento significativo em seu desempenho médio, com valor de  $t = 7,33$  e  $p < 0,0001$ , o que permite rejeitar a hipótese nula com elevado grau de confiança. Tal resultado não apenas valida a eficácia pedagógica do instrumento, como também sugere que seu uso induz uma reorganização qualitativa na estrutura cognitiva dos aprendizes, promovendo maior familiaridade com noções de proporcionalidade, escalonamento e aproximação logarítmica. Portanto, pode contribuir para o aprimoramento da aprendizagem em disciplinas que exigem elevado grau de abstração. Assim, Pereira (2025, p. 94) corrobora os resultados:

Os métodos quantitativos utilizados durante a pesquisa, quando da coleta numérica das respostas e análise estatística de seus resultados, se mostraram exitosos. Uma vez que de posse dos dados iniciais houve a intervenção por parte do pesquisador no sentido de oferecer aos alunos pesquisados uma aprendizagem potencialmente significativa dos conceitos.

Além disso, a utilização da régua de cálculo incentivou uma postura ativa por parte dos alunos, exigindo que compreendessem os processos por trás dos resultados numéricos. Ao contrário das calculadoras digitais, que oferecem soluções imediatas, a régua promove um ambiente de reflexão e desenvolvimento de habilidades cognitivas relacionadas a estimativa, análise dimensional e sentido físico dos valores numéricos. Isso favorece uma aprendizagem mais crítica e profunda, alinhada às competências do currículo paulista.

Por fim, este trabalho reafirma a importância da diversificação de recursos didáticos na educação científica. Ferramentas como a régua de cálculo não devem ser vistas como obsoletas, mas sim como pontes entre o passado e o presente pedagógico, capazes de enriquecer a prática docente e ampliar o repertório metodológico dos professores. Espera-se que este estudo inspire novas investigações e aplicações da régua de cálculo em diferentes contextos escolares, consolidando seu valor enquanto mediadora do conhecimento científico.

## AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Número do processo: (88887151577/2025-00).

## REFERÊNCIAS

BARBOSA, J. I. L. **Astronomia**: Representações Sociais de Estudantes do Ensino Médio Integrado e Licenciandos em Física. 2018. 175 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2018.

BARROS, E. A. C.; MAZUCHELI, J. Um Estudo Sobre o Tamanho e Poder dos Testes *t-Student* e Wilcoxon. **Acta Sci. Technol.** Maringá, v. 27, n. 1, p. 23-32, jan./jun., 2005.

CRESWELL, J. W. **Research design** *Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. 4th ed. Los Angeles: SAGE, 2014.

CURRÍCULO Paulista. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2025.

GOSSET, W. A. S. *The Probable Error of a Mean*. **Biometrika**, Oxford, v. 6, n. 1, p. 1-25, mar. 1908.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística Básica**. São Paulo: Saraiva, 2009.

O LEGADO pioneiro de Katherine Johnson, matemática da Nasa. **IMPA - Instituto de Matemática Pura e Aplicada**, Rio de Janeiro. 2020. Disponível em: <https://impa.br/notices/o-legado-de-katherine-johnson-matematica-da-nasa/>. Acesso em: 28/06/2025

PEREIRA, A. J. L. **O Ensino Sobre Planetas e “Planetas Anões” do Sistema Solar para Alunos do Sexto Ano do Ensino Fundamental Utilizando um Planetário Digital**. 2025. 113 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2025.

SANTOS, A. G.; OLIVEIRA, A. N.; PEREIRA, A. C. C. As Contribuições da Régua de Cálculo Linear na Construção dos Saberes e das Práticas Docentes. **Boletim Online de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 8, n. 15, p. 17-36, out. 2020.

SOUZA, T. T. **Uma Breve Introdução à Linguagem Python para Professores de Matemática**. Monografia. 108 p. (Licenciatura em Matemática) — Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2020.

THOMPSON, J. E. **A manual of the slide rule: its principles, operation, and uses**. Fac-símile da edição original de 1930. Scotts Valley, CA: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.

VOELZKE, M. R.; BARBOSA, J. I. L. Impact of a didactic sequence on basic astronomy concepts for graduates in physics of online and classroom modalities. **EPJ Web of Conferences**, v. 200, p. 01021, 2019.

# 6

$$ax^2+bx+c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} =$$

$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$

*José Eduardo Dobre Ferreira*

*Marcos Rincon Voelzke*

## A INTEGRAÇÃO DA ASTRONOMIA NO ENSINO DE MATEMÁTICA:

### UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA BASEADA EM METODOLOGIAS ATIVAS

## INTRODUÇÃO

A educação matemática brasileira tem enfrentado desafios relacionados à promoção de aprendizagens que ultrapassem a mera memorização de procedimentos e fórmulas, buscando desenvolver uma compreensão profunda dos conceitos e sua aplicação em contextos reais. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento que orienta os currículos da Educação Básica no Brasil, destaca a necessidade de trabalhar competências e habilidades que articulem diferentes áreas do conhecimento, promovendo o desenvolvimento integral dos estudantes (Brasil, 2018).

A interdisciplinaridade, nesse cenário, é um caminho essencial para tornar as aulas mais significativas e motivadoras. A Astronomia, enquanto área do conhecimento que desperta curiosidade e fascínio, oferece uma oportunidade rica para a conexão com conteúdos matemáticos, permitindo a contextualização e a aplicação prática de conceitos que, muitas vezes, são vistos como abstratos ou distantes da realidade dos estudantes (Anastácio; Voelzke, 2022; Barbosa; Voelzke, 2016).

Além disso, o uso de Metodologias Ativas (MA) tem ganhado destaque como estratégia para promover o protagonismo do aluno, estimular a colaboração, o pensamento crítico e a construção coletiva do conhecimento. A Aprendizagem Baseada em Equipes (ABE), metodologia adotada nesta pesquisa, promove a interação entre pares, a divisão de responsabilidades e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, aspectos valorizados pela BNCC em suas competências gerais.

O uso de Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) potencializa esse processo, ao ampliar as possibilidades de acesso, investigação e apresentação de informações, promovendo um ambiente de aprendizagem dinâmico, crítico e colaborativo (Brasil, 2018).

Este capítulo tem como objetivo apresentar uma Sequência Didática (SD) elaborada para integrar Astronomia e Matemática, com o suporte de MA e TDIC, aplicada a turmas do 9º ano do Ensino Fundamental e do 1º ano do Ensino Médio. A pesquisa buscou responder como essa integração pode potencializar a aprendizagem significativa (AS) dos alunos, alinhada às orientações da BNCC, nos conceitos e saberes de Astronomia.

## METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido no Colégio Monteiro Lobato, instituição privada localizada em São Paulo/SP, com o objetivo de investigar os efeitos de uma intervenção pedagógica interdisciplinar envolvendo Matemática e Astronomia. A pesquisa contou com a participação de 44 estudantes, que compuseram a Turma Global (TG), sendo 17 do nono ano do Ensino Fundamental e 27 do primeiro ano do Ensino Médio, todos na faixa etária entre 14 e 16 anos.

Os procedimentos éticos foram rigorosamente seguidos, com a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) pelos participantes e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) por seus responsáveis legais. O projeto recebeu aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Cruzeiro do Sul (Parecer CEP nº 6.899.863), garantindo todos os aspectos éticos da investigação.

Para análise dos dados, optou-se por trabalhar com a TG, composta pela soma dos participantes válidos de ambas as séries que atenderam aos critérios de inclusão: (1) autorização formal dos responsáveis por meio do TALE; (2) participação integral em todas as etapas da pesquisa; e (3) assinatura do TCLE. Essa decisão metodológica permitiu ampliar a base de dados para análise, considerando que todos os participantes vivenciaram a mesma intervenção pedagógica.

A abordagem metodológica combinou estratégias quantitativas e descritivas, configurando-se como pesquisa de campo por ocorrer no ambiente natural de aprendizagem. A intervenção foi desenvolvida por meio de uma SD que articulou conceitos matemáticos com temas astronômicos, alinhados às competências da BNCC.

A coleta de dados na Turma Global foi realizada mediante:

1. Questionários diagnósticos e avaliativos padronizados.
2. Observação sistemática das atividades.
3. Registros das produções discentes.
4. Diário de campo do pesquisador.

Os instrumentos foram aplicados de forma idêntica para todos os participantes da TG, garantindo a uniformidade dos dados coletados. A análise posterior considerou tanto os resultados quantitativos obtidos através dos questionários quanto as observações qualitativas registradas durante o processo.

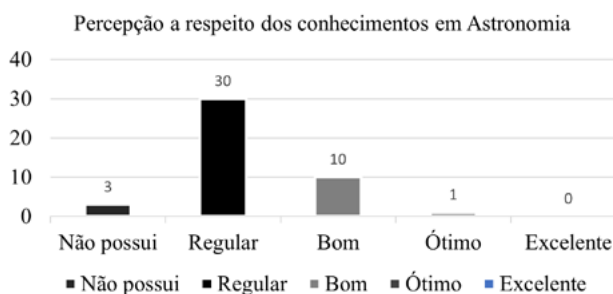
Essa configuração metodológica, com o tratamento conjunto dos dados por meio da composição da TG, permitiu uma visão abrangente dos impactos da intervenção pedagógica, ao mesmo tempo que manteve o rigor científico necessário para a validação dos resultados. A opção por analisar os dados de forma agregada justifica-se pela natureza similar da intervenção aplicada a ambos os grupos e pela faixa etária próxima dos participantes.

Considerando que os alunos apresentavam níveis variados de conhecimento prévio em Astronomia e Matemática, uma sondagem diagnóstica se fez necessária para adequar o planejamento pedagógico às necessidades da SD. Para conhecer os saberes prévios e aferir o avanço no aprendizado, foram aplicados questionários com 13 questões de múltipla escolha sobre Astronomia, antes (pré-SD) e após (pós-SD) a sequência didática. Esses instrumentos foram

baseados em pesquisas de Anastácio (2020) e Barbosa e Voelzke (2016), contemplando temas como o Sistema Solar, movimentos da Terra e conceitos astronômicos básicos.

A primeira questão (Q1) indagava a respeito da percepção de cada aluno quanto ao seu conhecimento dos conceitos de Astronomia. A Figura 1 ilustra os resultados obtidos após o teste pré-SD.

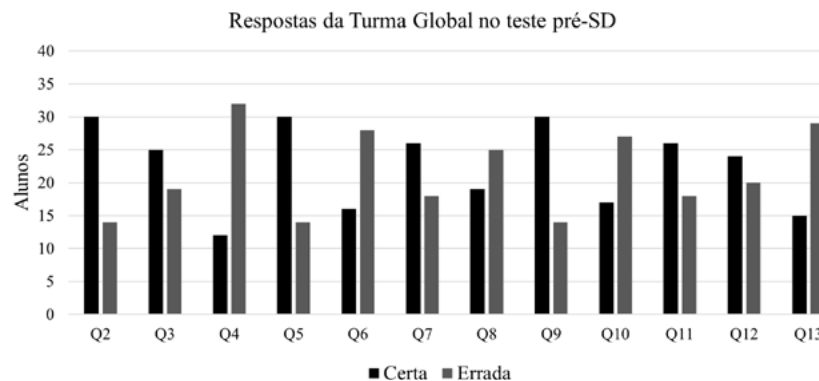
**Figura 1 - Respostas à Questão 1 (Pré-SD)**



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As respostas das outras 12 questões, identificadas pela letra Q seguida de sua posição no questionário, podem ser observadas na Figura 2, indicando a quantidade de respostas corretas e incorretas.

**Figura 2 - Resultado do questionário pré-SD**



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Os resultados do questionário pré-SD revelaram que determinados conceitos, já trabalhados nas aulas de Ciências em anos anteriores, apresentaram um desempenho abaixo do mínimo satisfatório. A quantidade de acertos para que o conceito abordado na questão fosse desconsiderado na elaboração da SD, por turma, correspondia a metade do número de alunos da sala adicionado um. Por isso, foram selecionadas as questões indicadas no Quadro 1 para serem revisadas na SD.

**Quadro 1 - Questões selecionadas para a SD**

Turma	Questões
9º EF	Q3, Q4, Q6, Q8, Q10 e Q13
1º EM	Q4, Q6, Q7, Q8, Q10, Q11, Q12 e Q13

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

Além disso, foram aplicadas atividades diagnósticas de Matemática na plataforma *Khan Academy* (Khan Academy, 2025) e avaliações interativas na plataforma *Kahoot!* (Kahoot, 2025), para verificar a consolidação das habilidades matemáticas relacionadas, como uso da notação científica, cálculo de proporções e resolução de problemas.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A BNCC (Brasil, 2018) estabelece diretrizes importantes para o ensino de Matemática no Ensino Médio, com ênfase na necessidade de consolidar, ampliar e aprofundar as aprendizagens de maneira inter-relacionada. Essa proposta visa superar a abordagem fragmentada tradicional, promovendo uma visão mais integrada da Matemática em diversos contextos (Brasil, 2018). Nesse cenário,

a teoria da AS, desenvolvida por David Ausubel na década de 1960 (Ausubel, 2003), oferece um referencial teórico valioso para compreender como ocorre a construção do conhecimento matemático de forma mais efetiva.

A relação entre Matemática e Astronomia tem raízes históricas profundas – a Matemática como ferramenta fundamental para a compreensão dos fenômenos celestes. Na educação contemporânea, essa relação tem sido explorada para ampliar o interesse dos alunos e tornar a aprendizagem mais contextualizada (Barbosa; Voelzke, 2016). Ao associar conceitos matemáticos a fenômenos astronômicos, os estudantes podem compreender a aplicabilidade dos conteúdos, o que favorece a AS, conforme propõe Ausubel (2003).

O autor (2003) postula que a AS acontece quando novas informações são relacionadas de maneira não arbitrária e substantiva, com aspectos relevantes da estrutura cognitiva do aprendiz. Esse processo exige dois elementos fundamentais: a existência de conhecimentos prévios adequados na estrutura mental do aluno (chamados de subsunçores) e material de aprendizagem potencialmente significativo. Moreira (2011) amplia essa compreensão ao diferenciar claramente a AS da aprendizagem mecânica: enquanto esta se limita à memorização temporária de informações isoladas, a primeira implica na construção de relações substantivas entre conceitos, resultando em uma compreensão mais profunda e duradoura.

A BNCC encontra ressonância nessa perspectiva ao defender que o ensino deve partir dos saberes prévios dos estudantes e de sua realidade sociocultural. Essa convergência fica ainda mais evidente quando são consideradas as contribuições de Paulo Freire, para quem o processo educativo deve ser dialógico e partir da realidade concreta dos educandos. Freire (1996, p. 44) argumenta que “ninguém ignora tudo, ninguém sabe tudo. Por isso, aprendemos uns com os outros”, reforçando o valor dos conhecimentos prévios na construção de novos saberes.

No contexto específico do ensino de Matemática, a interdisciplinaridade com a Astronomia surge como uma estratégia particularmente promissora para concretizar esses princípios. A Astronomia, por sua natureza intrínseca, demanda a aplicação de diversos conceitos matemáticos – desde geometria espacial até funções e cálculos – para compreensão de fenômenos celestes. Como destacam Voelzke e Macêdo (2020), essa área do conhecimento oferece um contexto rico e motivador para a aprendizagem matemática, permitindo que os alunos percebam a utilidade prática dos conceitos abstratos.

Estudos como o de Anastácio e Voelzke (2022) demonstram como medidas astronômicas podem servir como organizadores prévios eficazes para a aprendizagem de conceitos matemáticos complexos. Ao trabalhar com situações concretas, como o cálculo de distâncias entre corpos celestes ou a compreensão de escalas do universo, os estudantes desenvolvem não apenas habilidades matemáticas, mas também uma visão mais integrada do conhecimento. Essa abordagem está em perfeita sintonia com a proposta da BNCC de desenvolver competências que permitam aos alunos mobilizarem conhecimentos em contextos diversos.

A efetividade dessa integração interdisciplinar pode ser potencializada pelo uso de MA, particularmente pela ABE. Essa abordagem, detalhada por Mota e Rosa (2018), reorganiza completamente os processos de ensino e aprendizagem, transferindo para o aluno o protagonismo na construção do conhecimento. A ABE estrutura-se em três momentos principais: preparação individual, durante a qual os estudantes se familiarizam com os conceitos básicos; aplicação de testes formativos (Teste individual de Garantia do Preparo [TiGP] e Teste em equipe de Garantia de Preparo [TeGP]) e realização de tarefas colaborativas em grupo.

A implementação da ABE à proposta pedagógica desta pesquisa no ensino de Matemática com temas de Astronomia revelou tanto desafios quanto potencialidades. Inicialmente, houve

resistência por parte de alguns alunos e familiares, acostumados ao modelo tradicional de ensino. No entanto, o diálogo constante e a demonstração clara dos objetivos pedagógicos permitiram superar essas barreiras. Os estudantes, aos poucos, passaram a se engajar de modo mais ativo no processo, desenvolvendo não apenas competências matemáticas, mas também habilidades socioemocionais, como colaboração, responsabilidade e pensamento crítico.

A avaliação nesse contexto precisa ser repensada para acompanhar a dinâmica das MA. Como destacam Krug *et al.* (2016), é essencial utilizar instrumentos diversificados que considerem tanto o domínio conceitual quanto o desenvolvimento de competências. A autoavaliação e a heteroavaliação tornam-se componentes cruciais nesse processo, permitindo que os próprios estudantes reflitam sobre seu aprendizado e participação no trabalho coletivo.

Os resultados observados na aplicação dessa abordagem interdisciplinar com MA sugerem um caminho promissor para o ensino de Matemática no Ensino Médio. Ao conectar conceitos matemáticos com aplicações em Astronomia por meio de estratégias como a ABE, os educadores podem criar situações de aprendizagem mais significativas e engajadoras. Os estudantes, por sua vez, desenvolvem uma compreensão mais profunda e contextualizada dos conteúdos, percebendo a Matemática não como um conjunto de fórmulas abstratas, e sim como uma ferramenta poderosa para compreender e intervir na realidade.

Essa perspectiva está em perfeita sintonia com os princípios da BNCC, que enfatiza a necessidade de formar estudantes críticos, criativos e capazes de resolver problemas complexos. A integração entre AS, interdisciplinaridade e MA representa, portanto, não apenas uma alternativa pedagógica promissora, mas uma resposta adequada às demandas educacionais contemporâneas. Ao adotar essa abordagem, as escolas podem contribuir para a formação de cidadãos melhor preparados para os desafios do século XXI, capazes

de aplicar conhecimentos matemáticos em contextos diversos e de atuar de forma colaborativa na solução de problemas reais.

## ELABORAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A SD desenvolvida teve como objetivo central promover uma AS por meio da integração entre Matemática e Astronomia, utilizando MA, tecnologias digitais e estratégias colaborativas. As atividades propostas buscaram articular os conhecimentos científicos e matemáticos em contextos reais e historicamente situados, ampliando o repertório conceitual e investigativo dos estudantes. Três atividades principais compuseram a SD: exploração do Sistema Solar, cálculo do raio da Terra a partir do modelo de Eratóstenes, e análise dos movimentos da Terra no espaço e seus impactos. Todas as ações foram fundamentadas nas competências gerais da BNCC (Brasil, 2018) e mobilizaram habilidades específicas das áreas de Matemática e Ciências da Natureza, com ênfase no uso das TDIC.

A primeira atividade teve como foco o estudo das dimensões e proporções do Sistema Solar (SS), promovendo o uso de notação científica, razão, proporção e escalas astronômicas como ferramentas para interpretar dados e representar grandezas. Os estudantes foram estimulados a investigar as características dos corpos celestes (planetas, luas, asteroides, o Sol), utilizando plataformas digitais como *Eyes on the Solar System* (NASA, 2025), *Solar System Scope* (INOVE, 2025) e *Stellarium* (Stellarium, 2025).

A princípio, aplicou-se uma avaliação diagnóstica com apoio da plataforma *Khan Academy* (Khan Academy, 2025), que permitiu identificar a estrutura cognitiva dos alunos e ajustar as intervenções pedagógicas. Após essa etapa, os estudantes passaram por duas fases de testes: o TiGP e o TeGP, ambos aplicados via *Kahoot!* (Kahoot, 2025), com o objetivo de promover reflexão prévia e estimular o trabalho colaborativo.

Na sequência, cada equipe produziu um jornal científico digital com base em pesquisas autônomas, apresentando dados estruturados sobre regiões do SS, curiosidades, características físicas e comparações com a Terra e o Sol. O produto final foi compartilhado e apresentado aos pares em momentos de socialização e reflexão coletiva, incentivando a oralidade, a argumentação e a autoria.

A segunda atividade explorou o célebre experimento de Eratóstenes de Cirene para estimar o raio da Terra no século III a.C. O modelo matemático proposto exigiu a retomada de conhecimentos prévios como regra de três, proporcionalidade, teorema de Tales, geometria dos triângulos e propriedades do círculo. Ao compreender o método histórico e replicá-lo com dados contemporâneos, os alunos foram conduzidos a uma reflexão crítica sobre a natureza da ciência e os modos de produção do conhecimento.

A primeira fase consistiu na construção conceitual do experimento e em uma pesquisa argumentativa sobre a esfericidade da Terra, orientada por critérios rigorosos (como formatação, extensão mínima e ausência de plágio). O uso de TDIC e recursos de inteligência artificial foi amplamente explorado, o que permitiu à docência identificar a necessidade de aprofundamento quanto ao uso crítico dessas ferramentas.

A fase seguinte envolveu os testes TiGP e TeGP com desafios práticos de cálculo do raio terrestre. Na versão individual, os estudantes resolveram problemas baseados em medidas reais entre cidades brasileiras (ex.: Porto Alegre e Manaus). Na versão em equipe, os grupos escolheram pares de cidades e repetiram o processo utilizando plataformas como *Google Earth* (Google, 2025) e *Time and Date Sun Calculator* (Timeanddate, 2025).

O encerramento da atividade ocorreu com apresentações dos trabalhos e debates coletivos, nos quais os alunos compartilharam

suas conclusões e reflexões. Esse momento favoreceu a argumentação científica e o entendimento entre diferentes formas de pensar.

A última atividade da sequência propôs a análise dos movimentos da Terra no espaço (rotação e translação) e seus efeitos sobre os ciclos naturais, como dias e noites, estações do ano, e a ocorrência de eclipses. Para isso, os estudantes utilizaram a plataforma interativa *Earth Space Lab* (Cernik, 2025), que permite simulações de fenômenos astronômicos em tempo real.

A fase inicial envolveu a exploração individual da ferramenta, que apresenta simulações intuitivas com objetivos de aprendizagem bem definidos. Os conceitos abordados envolveram notação científica, razão, proporção e ciclos naturais, com ênfase em como os fenômenos astronômicos afetam o cotidiano (ex.: agricultura, turismo, mudanças climáticas).

Na fase seguinte, foram novamente aplicados os testes TiGP e TeGP na plataforma *Kahoot!* (Kahoot, 2025), seguidos de uma atividade de pesquisa colaborativa. As equipes deveriam representar visualmente as relações entre solstícios, equinócios, estações do ano e eclipses, além de elaborar uma reflexão crítica sobre o impacto desses fenômenos na vida humana, articulando conteúdo científico, criatividade e linguagem multimodal.

O encerramento da atividade e da sequência ocorreu por meio de debates abertos e apresentações orais, com a participação ativa da maioria dos alunos. Foram discutidos temas emergentes como aquecimento global, sustentabilidade, desafios da agricultura e conquista do espaço, demonstrando o potencial das atividades para mobilizar reflexões interdisciplinares e críticas. Apesar de muitos estudantes ainda não apresentarem argumentos cientificamente fundamentados, o envolvimento foi expressivo e a construção de significados ocorreu de forma coletiva.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico apresenta os resultados dos questionários aplicados para avaliar os conhecimentos em Astronomia antes e após a implementação da Sequência Didática (SD). A análise foi conduzida de duas formas: por ano (9º EF e 1º EM separadamente) e de forma agregada (Turma Global), considerando apenas os alunos que responderam ambos os questionários (pré e pós-SD). Aqui, abordaremos apenas o resultado da TG.

A SD foi desenvolvida entre março e junho de 2024, com os questionários aplicados em março (pré-SD) e setembro (pós-SD) do mesmo ano. A escolha por um intervalo prolongado entre as aplicações (seis meses) seguiu recomendações de Brown *et al.* (2008) para minimizar efeitos de memorização e permitir uma avaliação mais fidedigna da SD. Os questionários mantiveram-se idênticos em conteúdo e formato para ambas as turmas, com cuidados especiais para não haver compartilhamento de respostas ou questões entre as aplicações.

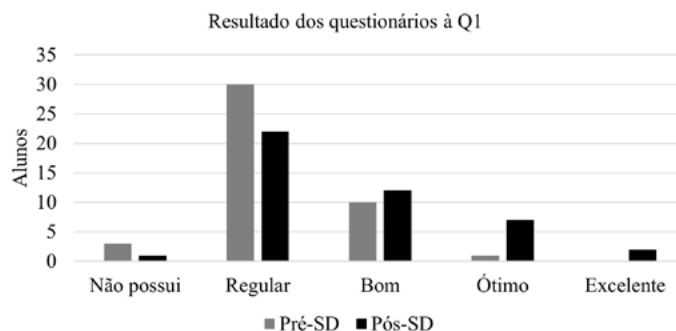
Para preservar o anonimato, adotou-se um sistema de codificação:

- AF1 a AF17: alunos do 9º EF.
- AM1 a AM27: alunos do 1º EM.

Essa nomenclatura permitiu acompanhar de modo individual o desempenho ao longo do estudo sem comprometer a identidade dos participantes. Os questionários avaliaram exclusivamente conhecimentos astronômicos, não incluindo habilidades matemáticas. A comparação entre pré e pós-testes buscou identificar variações quantitativas nos acertos, possíveis avanços conceituais e padrões de aprendizagem na TG.

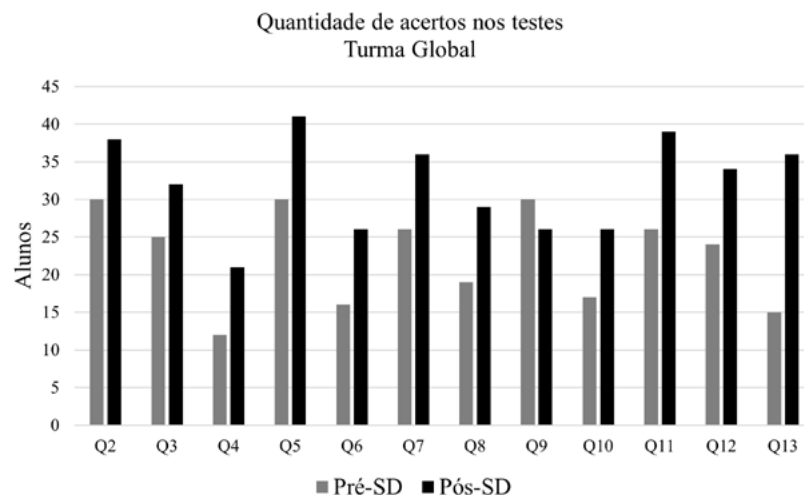
A manutenção do mesmo número de respondentes em ambos os momentos (17 no EF e 27 no EM) garantiu a comparabilidade dos dados. Os resultados observados após a implementação da SD, representados graficamente nas Figuras 3 e 4, sugerem variações significativas no desempenho da TG.

**Figura 3** - Comparativo entre as respostas à Q1 nos questionários aplicados



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

**Figura 4** - Comparativo entre as respostas nos questionários aplicados



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Para avaliar a eficácia da SD na TG, realizou-se uma análise estatística comparativa dos questionários pré e pós-intervenção. Adotou-se o Teste de Hipóteses, procedimento que permite verificar a validade de suposições sobre uma população com base em dados amostrais (Triola, 2018). O teste foi configurado com hipótese nula ( $H_0$ ) assumindo igualdade entre os momentos de aplicação, enquanto a hipótese alternativa ( $H_1$ ) propunha diferença significativa nos resultados (Quadro 2). O  $\mu_d$ , que é a diferença entre o número de acertos comparando os testes pré-SD e pós-SD, foi considerado zero, já que  $H_0$  afirmava que o desempenho dos alunos foi o mesmo em ambos os testes, ou seja, não houve diferença na quantidade de acertos.

**Quadro 2 - Declaração das hipóteses do teste**

Hipótese	Sentença Matemática	Declaração sobre a hipótese
Nula - $H_0$	$\mu_d = 0$	A média das diferenças de acertos nos questionários é igual a zero, ou seja, o desempenho obtido pelos alunos é o mesmo considerando os questionários pré-SD e pós-SD.
Alternativa - $H_1$	$\mu_d > 0$	A média das diferenças de acertos nos questionários é maior que zero, ou seja, o desempenho obtido pelos alunos no questionário pós-SD é melhor que no questionário pré-SD.

Fonte: adaptado de Larson e Faber (2015).

Considerando a natureza pareada dos dados – mesmos alunos avaliados em dois momentos distintos –, aplicou-se o teste t de *Student* para amostras dependentes, método adequado quando satisfeitas três condições essenciais (Larson; Faber, 2015): aleatoriedade na seleção amostral, dependência entre as medições e distribuição normal dos dados ou tamanho amostral mínimo de 30 pares. A Turma Global, composta por 44 alunos, atendia plenamente a esses requisitos.

Os parâmetros estatísticos foram estabelecidos com rigor metodológico (Quadro 3): nível de significância ( $\alpha$ ) de 5% (0,05),

graus de liberdade (gl) calculados como  $n-1$  (em que  $n$  representa o número de pares de dados) e valor crítico ( $t_0$ ) determinado conforme a distribuição  $t$  de *Student* (Larson; Faber, 2015) Optou-se por um teste unilateral à direita, visando especificamente verificar se a média de acertos no pós-SD superava significativamente o desempenho inicial.

**Quadro 3** - Valor crítico para cada teste unilateral à direita, com  $\alpha = 0,05$

Turma	$n$	Gl	$t_0$
Global	44	43	1,681

Fonte: adaptado de Larson e Faber (2015).

O Quadro 4 mostra a variação nos acertos dos alunos entre os questionários pré-SD e pós-SD. Esses dados foram utilizados para verificar se  $H_0$  era válida.

**Quadro 4** - Diferença de acertos obtidos pelos alunos

Aluno	AF1	AF2	AF3	AF4	AF5	AF6	AF7	AF8	AF9
Diferença	4	4	4	2	7	4	7	4	2
Aluno	AF10	AF11	AF12	AF13	AF14	AF15	AF16	AF17	
Diferença	1	2	3	2	2	2	4	2	
Aluno	AM1	AM2	AM3	AM4	AM5	AM6	AM7	AM8	AM9
Diferença	7	2	3	2	0	2	2	2	1
Aluno	AM10	AM11	AM12	AM13	AM14	AM15	AM16	AM17	AM18
Diferença	2	1	1	2	2	4	1	2	2
Aluno	AM19	AM20	AM21	AM22	AM23	AM24	AM25	AM26	AM27
Diferença	1	3	2	2	5	0	3	2	8

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

O Quadro 5 apresenta as equações para se determinar a média das diferenças ( $\bar{d}$ ), o desvio padrão ( $s_d$ ) e a estatística de teste padronizada ( $t$ ).

**Quadro 5** - Equações utilizadas para se obter o *t* de Student

Equação	Descrição
I. $\bar{d} = \frac{\sum d}{n}$	$d$ → diferença entre os acertos (pós-SD e pré-SD). $\bar{d}$ → média das diferenças amostrais.
II. $S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}}$	$\sum d$ → soma das diferenças de acertos (pós-SD e pré-SD). $n$ → tamanho da amostra. $s_d$ → desvio padrão das diferenças amostrais.
III. $t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{s_d}{\sqrt{n}}}$	$\mu_d$ → média das diferenças populacionais. $t$ → distribuição <i>t</i> de Student.

Fonte: adaptado de Larson e Faber (2015).

Considerando os Quadros 3 e 5, além das variações de acertos apresentadas no Quadro 4, foi calculado *t* para a TG.

$$\begin{aligned} \sum d &= 4 + 4 + 4 + 2 + 7 + 4 + 7 + 4 + 2 + 1 + 2 + 3 + 2 + 2 + \\ &2 + 4 + 2 + 7 + 2 + 3 + 2 + 0 + 2 + 2 + 2 + 1 + 2 + 1 + \\ &1 + 2 + 2 + 4 + 1 + 2 + 2 + 1 + 3 + 2 + 2 + 5 + 0 + 3 + \\ &2 + 8 = 120 \end{aligned}$$

$$\bar{d} = \frac{\sum d}{n} = \frac{120}{44} \cong 2.73$$

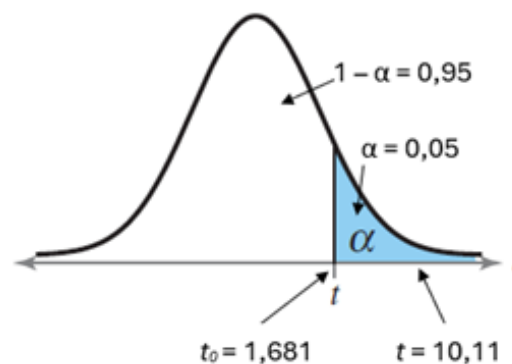
$$\begin{aligned} \text{I. } \sum d^2 &= 4^2 + 4^2 + 4^2 + 2^2 + 7^2 + 4^2 + 7^2 + 4^2 + 2^2 + \\ &1^2 + 2^2 + 3^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 4^2 + 2^2 + 7^2 + \\ &2^2 + 3^2 + 2^2 + 0^2 + 2^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + 2^2 + \\ &1^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 4^2 + 1^2 + 2^2 + 2^2 + 1^2 + \\ &3^2 + 2^2 + 2^2 + 5^2 + 0^2 + 3^2 + 2^2 = 470 \end{aligned}$$

$$\text{II. } S_d = \sqrt{\frac{\sum d^2 - \frac{(\sum d)^2}{n}}{n-1}} = \sqrt{\frac{470 - \frac{(120)^2}{44}}{44-1}} \cong \sqrt{3.32} \cong 1.82$$

$$\text{III. } t = \frac{\bar{d} - \mu_d}{\frac{S_d}{\sqrt{n}}} = \frac{2,73 - 0}{\frac{1,82}{\sqrt{44}}} \cong 10,11$$

Como  $t$  se encontra na região de rejeição (Figura 5), em nível de significância de 5%, a hipótese nula foi rejeitada, indicando que houve aumento no número de acertos.

**Figura 5** - Estatística do teste padronizado para a TG



Fonte: adaptado de Larson e Faber (2015).

Há evidências para aceitar a hipótese alternativa, dado que houve aumento de questões corretas no conteúdo de Astronomia quando comparados os questionários pós-SD e pré-SD. Estatisticamente, há indícios de que a SD promoveu aprendizagem potencialmente significativa aos alunos da TG.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa, desenvolvida no Colégio Monteiro Lobato, apresentou evidências robustas de que a articulação entre os conhecimentos matemáticos e astronômicos, quando mediada por MA e

alinhada às diretrizes da BNCC, constitui uma abordagem pedagógica potencialmente eficaz para promover AS nos anos finais do Ensino Fundamental e início do Ensino Médio. Os resultados obtidos ao longo da implementação da SD não apenas confirmaram a hipótese inicial, como também revelaram desdobramentos importantes para a prática docente contemporânea.

O percurso metodológico adotado, desde o diagnóstico inicial até a avaliação final, demonstrou coerência e eficácia. O questionário diagnóstico aplicado no início do processo cumpriu com excelência seu papel de identificar tanto os conhecimentos prévios dos estudantes quanto suas principais lacunas de aprendizagem em Astronomia. De modo paralelo, as atividades de sondagem matemática revelaram que, embora os alunos possuíssem a base conceitual necessária, com frequência não reconheciam as aplicações práticas desses conhecimentos – lacuna que a SD veio preencher.

A construção da SD mostrou-se adequada ao contexto escolar investigado. Sua estrutura em três atividades interligadas permitiu uma progressão coerente dos conceitos, respeitando tanto o cronograma escolar quanto o ritmo de aprendizagem dos alunos. O planejamento cuidadoso, que incorporou desde o início os princípios do protagonismo estudantil e da interdisciplinaridade, revelou-se acertado, como comprovado pelos dados de engajamento e desempenho coletados.

A implementação da SD superou expectativas em vários aspectos. O crescente interesse dos alunos pela temática astronômica foi perceptível não apenas por meio dos instrumentos formais de avaliação, mas também em manifestações espontâneas no cotidiano escolar. A palestra do Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke sobre cometas representou um momento especialmente significativo, catalisando o interesse pela Astronomia e demonstrando o potencial de parcerias com especialistas para enriquecer o processo educativo.

Os resultados quantitativos e qualitativos dos questionários pré e pós-SD confirmaram avanços substantivos na compreensão dos conceitos astronômicos. Mais do que a mera aquisição de informações, observou-se a capacidade dos alunos em estabelecer conexões significativas entre os novos conhecimentos e sua base conceitual prévia, característica fundamental da AS. Esse processo foi evidente, em especial, nas atividades que exigiam aplicação dos conceitos matemáticos para resolver problemas astronômicos.

A adoção da ABE como metodologia central mostrou-se uma escolha acertada. Além de promover o desenvolvimento das competências cognitivas específicas, a ABE favoreceu o aprimoramento de habilidades socioemocionais como colaboração, comunicação e pensamento crítico. As rubricas de avaliação aplicadas revelaram melhora consistente no desempenho dos alunos, especialmente na capacidade de articular diferentes conhecimentos para resolver problemas complexos.

O uso das TDIC trouxe contribuições adicionais relevantes. Ao longo da SD, foi possível observar uma evolução no modo como os alunos buscavam, avaliavam e utilizavam informações científicas, demonstrando maior criticidade e discernimento no uso de fontes digitais – competência essencial no mundo contemporâneo e explicitamente valorizada pela BNCC.

A experiência bem-sucedida no Colégio Monteiro Lobato demonstrou que é perfeitamente possível conciliar inovação pedagógica com o rigor curricular, desde que haja planejamento cuidadoso e apoio institucional. O acolhimento da proposta pela coordenação pedagógica foi fator determinante para superar resistências iniciais e garantir o sucesso da implementação.

Em síntese, esta pesquisa oferece contribuições relevantes para a área de educação em três níveis principais: (1) no plano teórico,

reforça a validade dos princípios da AS no contexto da educação interdisciplinar; (2) no plano metodológico, demonstra a eficácia da combinação entre abordagens ativas e integração curricular; (3) no plano prático, oferece um modelo replicável para a articulação entre diferentes áreas do conhecimento no âmbito escolar.

Os resultados obtidos reforçam a importância de continuar investindo em pesquisas que explorem novas formas de promover AS, sempre em diálogo com as demandas da sociedade contemporânea e com os princípios da educação integral preconizados pela BNCC. A experiência aqui relatada representa um passo significativo nessa direção, abrindo caminho para investigações futuras que possam ampliar e aprofundar estas constatações em outros contextos educacionais.

## REFERÊNCIAS

- ANASTÁCIO, M. A. S. **Astronomia no Ensino Médio: uma Proposta de Curso com Foco na Aprendizagem Significativa e Uso de Ambiente Colaborativo como Ferramenta de Tecnologia Digital**. 2020. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.
- ANASTÁCIO, M. A. S.; VOELZKE, M. R. Astronomia no Ensino Médio e os Itinerários Formativos de Ciências da Natureza. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisas em Ensino**, v. 6, n. 1, p. 118-129, 2022.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e Retenção de Conhecimentos**: uma Perspectiva Cognitiva. Lisboa: Editora Plátano, 1 ed., 2003.
- BARBOSA, J. I. L.; VOELZKE, M.R. Questionário Diagnóstico sobre Conceitos Básicos de Astronomia por Alunos do Ensino Médio Integrado. **REnCiMa**, v. 7, n. 2, p. 25-38, São Paulo, 2016.
- BASE Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BROWN, G.T.L.; IRVING, S.E.; KEEGAN, P.J. **An Introduction to Educational Assessment, Measurement and Evaluation: Improving the Quality of Teacher-Based Assessment.** New Zealand: Prentice Hall, 2008.

CERNIK, V. **Earth Space Lab** [ferramenta online]. Disponível em: <https://www.earthspacelab.com/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa.** 43 ed. São Paulo: Editora Paz e Terra, 1996.

GOOGLE [ferramenta online]. Disponível em: <https://www.google.com/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

INOVE. **Solar System Scope** [ferramenta online]. Disponível em: <https://www.solarsystemscope.com/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KAHOOT. **Game-based blended learning & classroom response system** [ferramenta online]. Disponível em: <https://kahoot.com/pt/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KHAN ACADEMY. Plataforma *Khan Academy* [ferramenta online]. Disponível em: <https://pt.khanacademy.org/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

KRUG, R. R.; VIEIRA, M. S. M.; MACIEL, M. V. A.; ERDMANN, T. R.; VIEIRA, F. C. F.; KOCH, M. C.; GROSSEMAN, S. O “bê-á-bá” da Aprendizagem Baseada em Equipe. **Revista Brasileira de Educação Médica**, v. 40, p. 602-610, 2016.

LARSON, R.; FABER, B. **Estatística Aplicada.** São Paulo: Editora Pearson, 2015.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem Significativa: um Conceito Subjacente. *Aprendizagem Significativa em Revista*. **Meaningful Learning Review**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOTA, A. R; ROSA, C. T. W. Ensaio sobre Metodologias Ativas: Reflexões e Propostas. **Revista Espaço Pedagógico**, v. 25, n. 2, p. 261-276, 2018.

NASA. *Eyes on the Solar System* [ferramenta online]. Disponível em: <https://eyes.nasa.gov/apps/solar-system/#/home>. Acesso em: 15 jan. 2025.

STELLARIUM [ferramenta online]. Disponível em: <https://stellarium.org/pt/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

TIMEANDDATE. *Time and Date Sun Calculator* [ferramenta online]. Disponível em: <https://www.timeanddate.com/sun/>. Acesso em: 15 jan. 2025.

TRIOLO, M. F. **Introdução à Estatística**. Rio de Janeiro: Editora LTC, 2018.

VOELZKE, M. R.; MACÊDO, J. A. Aprendizagem Significativa, Objetos de Aprendizagem e o Ensino de Astronomia. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, São Paulo, v. 11, n. 5, p. 1-19, 2020.

# 7

## A INTER E TRANSDISCIPLINARIDADE DA ASTRONOMIA NO ENSINO FUNDAMENTAL NA BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

*Orlando Rodrigues Ferreira*  
*Marcos Rincon Voelzke*



$$\begin{aligned}x^2 - a^2 &= (x+a)(x-a) \\x^2 + 2ax + a^2 &= (x+a)^2 \\x^2 - 2ax + a^2 &= (x-a)^2 \\x^2 + (a+b)x + ab &= (x+a)(x+b) \\x^3 + a^3 &= (x+a)(x^2 - ax + a^2) \\x^3 - a^3 &= (x-a)(x^2 + ax + a^2) \\x^{2n} - a^{2n} &= (x^n - a^n)(x^n + a^n)\end{aligned}$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2 - 4ac}}{2a}$$



$$E = MC^2$$

$$x_1 = \frac{1+3+3+6+8+9}{6} =$$

$$x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} = 30$$

$$x_3 = \frac{4+7+1+6}{4} = 18$$

$$4 \frac{10}{15} - 4 \frac{2}{5} + 5 \frac{1}{2} = a$$

$$\frac{ad+bc}{bd}$$

$$\begin{aligned}a+b &= b+a \\a(b+c) &= ab+ac\end{aligned}$$

## INTRODUÇÃO

Este trabalho é uma adequação de excerto da tese de doutorado de Ferreira (2020) sob orientação de Voelzke e reflete sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2017) no âmbito das competências e habilidades (C&H) que devem ser desenvolvidas pelos alunos desde o Ensino Fundamental (EF). Na área de Ciências da Natureza (CN) se objetiva a alfabetização e o letramento científico para permitir compreender, interpretar e transformar o mundo natural, social e tecnológico, ademais considerando a Astronomia por seu caráter interdisciplinar e transdisciplinar. Também analisa se os professores possuem as necessárias preparações inter e transdisciplinares, enquanto o Anuário Brasileiro da Educação Básica - 2024 (Brasil, 2024a) demonstra que significativa parcela não possui formação apropriada, porém favoravelmente com a Lei 14.187/2024 (Brasil, 2024b) estabelecendo diretrizes à valorização e capacitação continuada dos profissionais da Educação.

### A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR

A BNCC procura centrar parte da discussão nas C&H, que devem se apoiar mais na Educação Básica (EB) e menos na grade curricular; outrossim, “[...] pretende estabelecer 60% dos conteúdos a serem aprendidos na Educação Básica, deixando os outros 40% para serem determinados regionalmente [...]” (Tonegutti, 2016). Entretanto, o que são C&H e como são importantes para estudantes e professores? O documento corrobora que a “[...] educação deve afirmar valores e estimular ações que contribuam para a transformação da sociedade, tornando-a mais humana, socialmente justa e, também, voltada para a preservação da natureza.” (Brasil, 2017, p. 8), com isso almejando a responsabilidade, a cidadania e a ética para “[...] recriar valores perdidos ou jamais alcançados [...] à

construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.” (Brasil, 2017, p. 9). Destaca-se que:

[...] ao longo do Ensino Fundamental, a área de Ciências da Natureza tem um compromisso com o desenvolvimento da alfabetização e do letramento científico, que envolve a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais da ciência (Brasil, 2017, p. 321).

Dessa maneira, em maior abrangência a BNCC considera como competências:

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social e cultural para entender e explicar a realidade [...]

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e inventar soluções com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

[...]

4. Utilizar conhecimentos das linguagens verbal (oral e escrita) e/ou verbo-visual (como Libras), corporal, multimodal, artística, matemática, científica, tecnológica e digital para expressar-se e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e, com eles, produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Utilizar tecnologias digitais de comunicação e informação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas do cotidiano (incluindo as escolares) ao se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos e resolver problemas.

6. Valorizar a diversidade de saberes e vivências culturais e apropriar-se de conhecimentos e experiências que lhe possibilitem entender as relações próprias do mundo [...].
7. Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns [...].
8. Conhecer-se, apreciar-se [...] com autocrítica e capacidade para lidar com elas e com a pressão do grupo.
9. Exercitar a empatia, o diálogo, a resolução de conflitos e a cooperação, [...] reconhecendo-se como parte de uma coletividade com a qual deve se comprometer.
10. Agir pessoal e coletivamente com autonomia, responsabilidade, flexibilidade, resiliência e determinação, tomando decisões, com base nos conhecimentos construídos na escola [...] (Brasil, 2017, p. 9)

## COMPETÊNCIAS & HABILIDADES OU HABILIDADES & COMPETÊNCIAS?

A área de CN na BNCC está dividida em três Unidades Temáticas (UT): “Matéria e Energia”, “Vida e Evolução” e “Terra e Universo”. Para Armstrong e Barboza (2012), as “[...] ciências da natureza são aquelas que estudam os objetos e os fenômenos da natureza e os organismos vivos, tendo em vista que tais fenômenos podem ser observados em ambientes naturais ou, então, produzidos em laboratórios de pesquisa.” (Armstrong; Barboza, 2012, p. 28). Desse modo, cada UT da CN na BNCC é interpretada epistemologicamente como resultado do conhecimento, assim se contextualizando social, histórica e culturalmente. Porquanto, se deve estabelecer C&H específicas em CN para serem aprimoradas no decorrer dos nove anos do EF. Segundo Moretto (1999):

As habilidades estão associadas ao saber fazer: ação física ou mental que indica a capacidade adquirida. Assim, identificar variáveis, compreender fenômenos, relacionar informações, analisar situações-problema, sintetizar, julgar, correlacionar e manipular são exemplos de habilidades.

Já as competências são um conjunto de habilidades harmonicamente desenvolvidas e que caracterizam por exemplo uma função/profissão específica: ser arquiteto, médico ou professor de química. As habilidades devem ser desenvolvidas na busca das competências (Moretto, 1999, p. 51).

Logo, conhecimento é o saber acumulado no decorrer da vida e a habilidade é a possibilidade de treinar, aplicar e utilizar o conhecimento e o pensamento crítico e reflexivo, enquanto a competência caracteriza-se pela mobilização dos recursos cognitivos – saberes, aptidões e informações – para solucionar com eficiência uma série de situações.

Em determinadas circunstâncias, existe a preocupação de que o ensino-aprendizagem por H&C possa prejudicar a progressão dos conteúdos. No entanto, isso não se justifica porque a proposta é fazer com que o estudante adquira competência a partir das suas habilidades congênitas. Destarte, necessário que juntamente com os conteúdos sejam proporcionadas situações para o reforço e a expansão das habilidades, isto é, invertendo a ordem da BNCC de Competências & Habilidades para Habilidades & Competências. Justifica-se a inversão devido à lógica de que para se adquirir competência é necessário primeiramente ter habilidade.

Oportuno realçar que um estudante, ao adquirir H&C acompanhado de um orientador – professor, educador, tutor etc. –, aprenderá a utilizá-las adequada e proveitosamente. No entanto, nesse processo também deve-se apropriar do conhecimento científico e tecnológico – alfabetização e letramento científico; literacia – para

compreender as suas implicações sociais, a fim de que possa se tornar ciente da realidade e da sua atuação como cidadão no/do mundo devidamente preparado para resolver situações-problema.

## TRABALHAR HABILIDADES & COMPETÊNCIAS NA ESCOLA

Nestes tempos das Tecnologias de Informação e Comunicação [TIC] jamais se produziu e consumiu tanta informação e conhecimento na História, por isso a Escola necessita reavaliar os seus posicionamentos, rever valores e processos de ensino-aprendizagem. Antes do advento da sociedade altamente científica e tecnológica, a Escola era considerada como a principal – e por vezes única – responsável pelos conteúdos e conhecimentos disseminados. No entanto, isso não possui mais sentido porque os estudantes possuem pelos meios tecnológicos fácil acesso às informações; porém, muitas vezes, estas são imprecisas e erradas. Portanto, a Escola deve se concentrar nas H&C para predispor os docentes a compreender e enfrentar circunstâncias cotidianas próprias e dos educandos.

As tendências da Educação consolidam o aluno como protagonista e o principal responsável pelo seu processo de ensino-aprendizagem e o professor como agente mediador numa prática sociointeracionista (Vygotsky, 1991; 2008), devendo se apoderar do conhecimento de maneira crítica e reflexiva, principalmente compreendendo que o escolar se encontra em constante questionamento e transformações física e psicológica. Armstrong e Barboza (2012) corroboram, afirmando que:

[...] em uma sociedade dominada pela ciência e pela tecnologia, o ensino de ciências tem como característica principal o fato de possibilitar ao aluno a aquisição de conhecimento e de novas concepções adquiridas no processo ensino-aprendizagem, que lhe darão a oportunidade de participar dos desafios do cotidiano como um cidadão ativo.

[...] é importante que o aluno compreenda o que seja o conhecimento científico, como ele se desenvolve e quais são suas principais características, bem como entenda que ele não é algo pronto e acabado, indiscutível e imutável (Armstrong; Barboza, 2012, p. 34-50).

Ainda em relação as H&C quanto as CN a formação do estudante cidadão considerado a partir de suas realidades histórica, social e cultural que firmam seus conceitos e conhecimentos prévios, Armstrong (2008) esclarece que:

Os estudos sobre os conceitos científicos mostram que, por trás das fórmulas complexas e da linguagem técnica que envolve as disciplinas que compõem o grupo das ciências naturais, está o aluno que busca transcender as barreiras do conhecimento comum que traz do seu cotidiano, a fim de adquirir um nível de conhecimento mais aprofundado, tornando possível a substituição dos conceitos prévios por conhecimento que os levem à formação de um novo espírito científico (Armstrong, 2008, p. 60).

Observa-se que o exposto por Armstrong conduz à Aprendizagem Significativa a partir dos subsunçores (Ausubel; Novak; Hanesian, 1978), à translacionalidade do conhecimento científico (Ferreira, 2020) e às inter e transdisciplinaridades (Morin; Freitas; Nicolescu *et al.*, 1994) e filosoficamente ao conceito bachelardiano de Ciência e conhecimento (Bachelard, 1996).

## ASTRONOMIA NA BNCC

Na BNCC, a Astronomia caracteristicamente é interdisciplinar por interagir com as demais áreas do conhecimento e transdisciplinar por transcendê-las, inclusive nos termos da Carta da Transdisciplinaridade (Morin; Freitas; Nicolescu *et al.*, 1994), porque as UT – Matéria e Energia; Vida e Evolução; Terra e Universo – integram-se conforme são considerados os enfoques, no sentido de contextualização e perspectivas, e as abordagens, no sentido

da visão de mundo ou de um assunto. Além disso, também deve-se considerar o ponto de vista sobre determinadas questões, a maneira, métodos ou interpretações da realidade e do conhecimento sensível e inteligível.

Nos Quadros 1 a 9, as UT de CN da BNCC relacionam-se aos objetos de conhecimentos e habilidades requeridas aos estudantes do 1º ao 9º anos do EF, demonstrando o caráter inter e transdisciplinar da Astronomia.

**Quadro 1 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 1º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 1º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características dos materiais</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corpo humano</li> <li>Respeito à diversidade</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Escalas de tempo</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Comparar características de diferentes materiais presentes em objetos de uso cotidiano, discutindo sua origem, os modos como são descartados e como podem ser usados de forma mais consciente.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Localizar, nomear e representar graficamente (por meio de desenhos) partes do corpo humano e explicar suas funções.</li> <li>Discutir as razões pelas quais os hábitos de higiene do corpo (lavar as mãos antes de comer, escovar os dentes, limpar os olhos, o nariz e as orelhas etc.) são necessários para a manutenção da saúde.</li> <li>Comparar características físicas entre os colegas, reconhecendo a diversidade e a importância da valorização, do acolhimento e do respeito às diferenças.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar e nomear diferentes escalas de tempo: os períodos diários (manhã, tarde, noite) e a sucessão de dias, semanas, meses e anos.</li> <li>Selecionar exemplos de como a sucessão de dias e noites orienta o ritmo de atividades diárias de seres humanos e de outros seres vivos.</li> </ul>	

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 332-333).

**Quadro 2 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 2º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 2º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propriedades e usos dos materiais</li> <li>Prevenção de acidentes domésticos</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seres vivos no ambiente</li> <li>Plantas</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Movimento aparente do Sol no céu</li> <li>O Sol como fonte de luz e calor</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar de que materiais (metais, madeira, vidro etc.) são feitos os objetos que fazem parte da vida cotidiana, como esses objetos são utilizados e com quais materiais eram produzidos no passado.</li> <li>Propor o uso de diferentes materiais para a construção de objetos de uso cotidiano, tendo em vista algumas propriedades desses materiais (flexibilidade, dureza, transparência etc.).</li> <li>Discutir os cuidados necessários à prevenção de acidentes domésticos (objetos cortantes e inflamáveis, eletricidade, produtos de limpeza, medicamentos etc.).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrever características de plantas e animais (tamanho, forma, cor, fase da vida, local onde se desenvolvem etc.) que fazem parte de seu cotidiano e relacioná-las ao ambiente em que eles vivem.</li> <li>Investigar a importância da água e da luz para a manutenção da vida de plantas em geral.</li> <li>Identificar as principais partes de uma planta (raiz, caule, folhas, flores e frutos) e a função desempenhada por cada uma delas, e analisar as relações entre as plantas, o ambiente e os demais seres vivos.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada.</li> <li>Comparar o efeito da radiação solar aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).</li> </ul>	

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 334-335).

**Quadro 3 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 3º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 3º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produção de som</li> <li>Efeitos da luz nos materiais</li> <li>Saúde auditiva e visual</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características e desenvolvimento dos animais</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Características da Terra</li> <li>Observação do céu</li> <li>Usos do solo</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Produzir diferentes sons a partir da vibração de variados objetos e identificar variáveis que influem nesse fenômeno.</li> <li>Experimentar e relatar o que ocorre com a passagem da luz através de objetos transparentes (copos, janelas de vidro, lentes, prismas, água etc.), no contato com superfícies polidas (espelhos) e na intersecção com objetos opacos (paredes, pratos, pessoas e outros objetos de uso cotidiano).</li> <li>Discutir hábitos necessários para a manutenção da saúde auditiva e visual considerando as condições do ambiente em termos de som e luz.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar características sobre o modo de vida (o que comem, como se reproduzem, como se deslocam etc.) dos animais mais comuns no ambiente próximo.</li> <li>Descrever e comunicar as alterações que ocorrem desde o nascimento em animais de diferentes meios terrestres ou aquáticos, inclusive o homem.</li> <li>Comparar alguns animais e organizar grupos com base em características externas comuns (presença de penas, pelos, escamas, bico, garras, antenas, patas etc.).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).</li> <li>Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu.</li> <li>Comparar diferentes amostras de solo do entorno da escola com base em características como cor, textura, cheiro, tamanho das partículas, permeabilidade etc.</li> <li>Identificar os diferentes usos do solo (plantação e extração de materiais, dentre outras possibilidades), reconhecendo a importância do solo para a agricultura e para a vida.</li> </ul>	

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 336-337).

**Quadro 4 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 4º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 4º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Misturas</li> <li>Transformações reversíveis e não reversíveis</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Cadeias alimentares simples</li> <li>Microrganismos</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pontos cardeais</li> <li>Calendários, fenômenos cíclicos e cultura</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar misturas na vida diária, com base em suas propriedades físicas observáveis, reconhecendo sua composição.</li> <li>Testar e relatar transformações nos materiais do dia a dia quando expostos a diferentes condições (aquecimento, resfriamento, luz e umidade).</li> <li>Concluir que algumas mudanças causadas por aquecimento ou resfriamento são reversíveis (como as mudanças de estado físico da água) e outras não (como o cozimento do ovo, a queima do papel etc.).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analisar e construir cadeias alimentares simples, reconhecendo a posição ocupada pelos seres vivos nessas cadeias e o papel do Sol como fonte primária de energia na produção de alimentos.</li> <li>Descrever e destacar semelhanças e diferenças entre o ciclo da matéria e o fluxo de energia entre os componentes vivos e não vivos de um ecossistema.</li> <li>Relacionar a participação de fungos e bactérias no processo de decomposição, reconhecendo a importância ambiental desse processo.</li> <li>Verificar a participação de microrganismos na produção de alimentos, combustíveis, medicamentos, entre outros.</li> <li>Propor, a partir do conhecimento das formas de transmissão de alguns microrganismos (vírus, bactérias e protozoários), atitudes e medidas adequadas para prevenção de doenças a eles associadas.</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar os pontos cardeais, com base no registro de diferentes posições relativas do Sol e da sombra de uma vara (gnômon).</li> <li>Comparar as indicações dos pontos cardeais resultantes da observação das sombras de uma vara (gnômon) com aquelas obtidas por meio de uma bússola.</li> <li>Associar os movimentos cíclicos da Lua e da Terra a períodos de tempo regulares e ao uso desse conhecimento para a construção de calendários em diferentes culturas.</li> </ul>	

Fonte: transcrito e Adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 338-339).

**Quadro 5 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 5º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 5º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propriedades físicas dos materiais</li> <li>Ciclo hidrológico</li> <li>Consumo consciente</li> <li>Reciclagem</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nutrição do organismo</li> <li>Hábitos alimentares</li> <li>Integração entre os sistemas digestório, respiratório e circulatório</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Constelações e mapas celestes</li> <li>Movimento de rotação da Terra</li> <li>Periodicidade das fases da Lua</li> <li>Instrumentos óticos</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Explorar fenômenos da vida cotidiana que evidenciem propriedades físicas dos materiais – como densidade, condutibilidade térmica e elétrica, respostas a forças magnéticas, solubilidade, respostas a forças mecânicas (dureza, elasticidade etc.), entre outras.</li> <li>Aplicar os conhecimentos sobre as mudanças de estado físico da água para explicar o ciclo hidrológico e analisar suas implicações na agricultura, no clima, na geração de energia elétrica, no provimento de água potável e no equilíbrio dos ecossistemas regionais (ou locais).</li> <li>Selecionar argumentos que justifiquem a importância da cobertura vegetal para a manutenção do ciclo da água, a conservação dos solos, dos cursos de água e da qualidade do ar atmosférico.</li> <li>Identificar os principais usos da água e de outros materiais nas atividades cotidianas para discutir e propor formas sustentáveis de utilização desses recursos.</li> <li>Construir propostas coletivas para um consumo mais consciente e criar soluções tecnológicas para o descarte adequado e a reutilização ou reciclagem de materiais consumidos na escola e/ou na vida cotidiana.</li> </ul>	

- Selecionar argumentos que justifiquem por que os sistemas digestório e respiratório são considerados corresponsáveis pelo processo de nutrição do organismo, com base na identificação das funções desses sistemas.
  - Justificar a relação entre o funcionamento do sistema circulatório, a distribuição dos nutrientes pelo organismo e a eliminação dos resíduos produzidos.
  - Organizar um cardápio equilibrado com base nas características dos grupos alimentares (nutrientes e calorias) e nas necessidades individuais (atividades realizadas, idade, sexo etc.) para a manutenção da saúde do organismo.
  - Discutir a ocorrência de distúrbios nutricionais (como obesidade, subnutrição etc.) entre crianças e jovens a partir da análise de seus hábitos (tipos e quantidade de alimento ingerido, prática de atividade física etc.).
- 
- Identificar algumas constelações no céu, com o apoio de recursos (como mapas celestes e aplicativos digitais, entre outros), e os períodos do ano em que elas são visíveis no início da noite.
  - Associar o movimento diário do Sol e das demais estrelas no céu ao movimento de rotação da Terra.
  - Concluir sobre a periodicidade das fases da Lua, com base na observação e no registro das formas aparentes da Lua no céu ao longo de, pelo menos, dois meses.
  - Projetar e construir dispositivos para observação à distância (luneta, periscópio etc.), para observação ampliada de objetos (lupas, microscópios) ou para registro de imagens (máquinas fotográficas) e discutir usos sociais desses dispositivos.

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 340-341).

**Quadro 6 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 6º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 6º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Misturas homogêneas e heterogêneas</li> <li>▪ Separação de materiais</li> <li>▪ Materiais sintéticos</li> <li>▪ Transformações químicas</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Célula como unidade da vida</li> <li>▪ Interação entre os sistemas locomotor e nervoso</li> <li>▪ Lentes corretivas</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Forma, estrutura e movimentos da Terra</li> </ul>

Habilidades
<ul style="list-style-type: none"> <li>Classificar como homogênea ou heterogênea a mistura de dois ou mais materiais (água e sal, água e óleo, água e areia etc.).</li> <li>Identificar evidências de transformações químicas a partir do resultado de misturas de materiais que originam produtos diferentes dos que foram misturados (mistura de ingredientes para fazer um bolo, mistura de vinagre com bicarbonato de sódio etc.).</li> <li>Selecionar métodos mais adequados para a separação de diferentes sistemas heterogêneos a partir da identificação de processos de separação de materiais (como a produção de sal de cozinha, a destilação de petróleo, entre outros).</li> <li>Associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Explicar a organização básica das células e seu papel como unidade estrutural e funcional dos seres vivos.</li> <li>Concluir, com base na análise de ilustrações e/ou modelos (físicos ou digitais), que os organismos são um complexo arranjo de sistemas com diferentes níveis de organização.</li> <li>Justificar o papel do sistema nervoso na coordenação das ações motoras e sensoriais do corpo, com base na análise de suas estruturas básicas e respectivas funções.</li> <li>Explicar a importância da visão (captação e interpretação das imagens) na interação do organismo com o meio e, com base no funcionamento do olho humano, selecionar lentes adequadas para a correção de diferentes defeitos da visão.</li> <li>Deduzir que a estrutura, a sustentação e a movimentação dos animais resultam da interação entre os sistemas muscular, ósseo e nervoso.</li> <li>Explicar como o funcionamento do sistema nervoso pode ser afetado por substâncias psicoativas.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar as diferentes camadas que estruturam o planeta Terra (da estrutura interna à atmosfera) e suas principais características.</li> <li>Identificar diferentes tipos de rocha, relacionando a formação de fósseis a rochas sedimentares em diferentes períodos geológicos.</li> <li>Selecionar argumentos e evidências que demonstrem a esfericidade da Terra.</li> <li>Inferir que as mudanças na sombra de uma vara (gnômon) ao longo do dia em diferentes períodos do ano são uma evidência dos movimentos relativos entre a Terra e o Sol, que podem ser explicados por meio dos movimentos de rotação e translação da Terra e da inclinação de seu eixo de rotação em relação ao plano de sua órbita em torno do Sol.</li> </ul>

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 344-345).

**Quadro 7 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 7º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 7º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máquinas simples</li> <li>Formas de propagação do calor</li> <li>Equilíbrio termodinâmico e vida na Terra</li> <li>História dos combustíveis e das máquinas térmicas</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Diversidade de ecossistemas</li> <li>Fenômenos naturais e impactos ambientais</li> <li>Programas e indicadores de saúde pública</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composição do ar</li> <li>Efeito estufa</li> <li>Camada de ozônio</li> <li>Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis)</li> <li>Placas tectônicas e deriva continental</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Discutir a aplicação, ao longo da história, das máquinas simples e propor soluções e invenções para a realização de tarefas mecânicas cotidianas.</li> <li>Diferenciar temperatura, calor e sensação térmica nas diferentes situações de equilíbrio termodinâmico cotidianas.</li> <li>Utilizar o conhecimento das formas de propagação do calor para justificar a utilização de determinados materiais (condutores e isolantes) na vida cotidiana, explicar o princípio de funcionamento de alguns equipamentos (garrafa térmica, coletor solar etc.) e/ou construir soluções tecnológicas a partir desse conhecimento.</li> <li>Avaliar o papel do equilíbrio termodinâmico para a manutenção da vida na Terra, para o funcionamento de máquinas térmicas e em outras situações cotidianas.</li> <li>Discutir o uso de diferentes tipos de combustível e máquinas térmicas ao longo do tempo, para avaliar avanços, questões econômicas e problemas socioambientais causados pela produção e uso desses materiais e máquinas.</li> <li>Discutir e avaliar mudanças econômicas, culturais e sociais, tanto na vida cotidiana quanto no mundo do trabalho, decorrentes do desenvolvimento de novos materiais e tecnologias (como automação e informatização).</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Caracterizar os principais ecossistemas brasileiros quanto à paisagem, à quantidade de água, ao tipo de solo, à disponibilidade de luz solar, à temperatura etc., correlacionando essas características à flora e fauna específicas.</li> <li>Avaliar como os impactos provocados por catástrofes naturais ou mudanças nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema afetam suas populações, podendo ameaçar ou provocar a extinção de espécies, alteração de hábitos, migração etc.</li> </ul>	

- Interpretar as condições de saúde da comunidade, cidade ou estado, com base na análise e comparação de indicadores de saúde (como taxa de mortalidade infantil, cobertura de saneamento básico e incidência de doenças de veiculação hídrica, atmosférica entre outras) e dos resultados de políticas públicas destinadas à saúde.
  - Argumentar sobre a importância da vacinação para a saúde pública, com base em informações sobre a maneira como a vacina atua no organismo e o papel histórico da vacinação para a manutenção da saúde individual e coletiva e para a erradicação de doenças.
  - Analisar historicamente o uso da tecnologia, incluindo a digital, nas diferentes dimensões da vida humana, considerando indicadores ambientais e de qualidade de vida
- 
- Demonstrar que o ar é uma mistura de gases, identificando sua composição, e discutir fenômenos naturais ou antrópicos que podem alterar essa composição.
  - Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse.
  - Justificar a importância da camada de ozônio para a vida na Terra, identificando os fatores que aumentam ou diminuem sua presença na atmosfera, e discutir propostas individuais e coletivas para sua preservação.
  - Interpretar fenômenos naturais (como vulcões, terremotos e tsunamis) e justificar a rara ocorrência desses fenômenos no Brasil, com base no modelo das placas tectônicas.
  - Justificar o formato das costas brasileira e africana com base na teoria da deriva dos continentes.

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 346-347).

**Quadro 8 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 8º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 8º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Fontes e tipos de energia</li> <li>▪ Transformação de energia</li> <li>▪ Cálculo de consumo de energia elétrica</li> <li>▪ Circuitos elétricos</li> <li>▪ Uso consciente de energia elétrica</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mecanismos reprodutivos</li> <li>▪ Sexualidade</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sistema Sol, Terra e Lua</li> <li>▪ Clima</li> </ul>



### Habilidades

- Identificar e classificar diferentes fontes (renováveis e não renováveis) e tipos de energia utilizados em residências, comunidades ou cidades.
  - Construir circuitos elétricos com pilha/bateria, fios e lâmpada ou outros dispositivos e compará-los a circuitos elétricos residenciais.
  - Classificar equipamentos elétricos residenciais (chuveiro, ferro, lâmpadas, TV, rádio, geladeira etc.) de acordo com o tipo de transformação de energia (da energia elétrica para a térmica, luminosa, sonora e mecânica, por exemplo).
  - Calcular o consumo de eletrodomésticos a partir dos dados de potência (descritos no próprio equipamento) e tempo médio de uso para avaliar o impacto de cada equipamento no consumo doméstico mensal.
  - Propor ações coletivas para otimizar o uso de energia elétrica em sua escola e/ou comunidade, com base na seleção de equipamentos segundo critérios de sustentabilidade (consumo de energia e eficiência energética) e hábitos de consumo responsável.
  - Discutir e avaliar usinas de geração de energia elétrica (termelétricas, hidrelétricas, eólicas etc.), suas semelhanças e diferenças, seus impactos socioambientais, e como essa energia chega e é usada em sua cidade, comunidade, casa ou escola.
- 
- Comparar diferentes processos reprodutivos em plantas e animais em relação aos mecanismos adaptativos e evolutivos.
  - Analisar e explicar as transformações que ocorrem na puberdade considerando a atuação dos hormônios sexuais e do sistema nervoso.
  - Comparar o modo de ação e a eficácia dos diversos métodos contraceptivos e justificar a necessidade de compartilhar a responsabilidade na escolha e na utilização do método mais adequado à prevenção da gravidez precoce e indesejada e de Doenças Sexualmente Transmissíveis (DST).
  - Identificar os principais sintomas, modos de transmissão e tratamento de algumas DST (com ênfase na AIDS), e discutir estratégias e métodos de prevenção.
  - Selecionar argumentos que evidenciem as múltiplas dimensões da sexualidade humana (biológica, sociocultural, afetiva e ética).
- 
- Justificar, por meio da construção de modelos e da observação da Lua no céu, a ocorrência das fases da Lua e dos eclipses, com base nas posições relativas entre Sol, Terra e Lua.
  - Representar os movimentos de rotação e translação da Terra e analisar o papel da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à sua órbita na ocorrência das estações do ano, com a utilização de modelos tridimensionais.
  - Relacionar climas regionais aos padrões de circulação atmosférica e oceânica e ao aquecimento desigual causado pela forma e pelos movimentos da Terra.
  - Identificar as principais variáveis envolvidas na previsão do tempo e simular situações nas quais elas possam ser medidas.
  - Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana.

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 348-349).

**Quadro 9 - Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades requeridas para o 9º ano do EF pela BNCC**

Ciências: 9º ano	
Unidades Temáticas	Objetos de Conhecimento
Matéria e Energia	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aspectos quantitativos das transformações químicas</li> <li>Estrutura da matéria</li> <li>Radiações e suas aplicações na saúde</li> </ul>
Vida e Evolução	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hereditariedade</li> <li>Ideias evolucionistas</li> <li>Preservação da biodiversidade</li> </ul>
Terra e Universo	<ul style="list-style-type: none"> <li>Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo</li> <li>Astronomia e cultura</li> <li>Vida humana fora da Terra</li> <li>Ordem de grandeza astronômica</li> <li>Evolução estelar</li> </ul>
Habilidades	
<ul style="list-style-type: none"> <li>Investigar as mudanças de estado físico da matéria e explicar essas transformações com base no modelo de constituição submicroscópica.</li> <li>Comparar quantidades de reagentes e produtos envolvidos em transformações químicas, estabelecendo a proporção entre as suas massas.</li> <li>Identificar modelos que descrevem a estrutura da matéria (constituição do átomo e composição de moléculas simples) e reconhecer sua evolução histórica.</li> <li>Planejar e executar experimentos que evidenciem que todas as cores de luz podem ser formadas pela composição das três cores primárias da luz e que a cor de um objeto está relacionada também à cor da luz que o ilumina.</li> <li>Investigar os principais mecanismos envolvidos na transmissão e recepção de imagem e som que revolucionaram os sistemas de comunicação humana.</li> <li>Classificar as radiações eletromagnéticas por suas frequências, fontes e aplicações, discutindo e avaliando as implicações de seu uso em controle remoto, telefone celular, raio X, forno de micro-ondas, fotocélulas, etc.</li> <li>Discutir o papel do avanço tecnológico na aplicação das radiações na medicina diagnóstica (raio X, ultrassom, ressonância nuclear magnética) e no tratamento de doenças (radioterapia, cirurgia ótica a laser, infravermelho, ultravioleta etc.).</li> </ul>	

- Associar os gametas à transmissão das características hereditárias, estabelecendo relações entre ancestrais e descendentes.
  - Discutir as ideias de Mendel sobre hereditariedade (fatores hereditários, segregação, gametas, fecundação), considerando-as para resolver problemas envolvendo a transmissão de características hereditárias em diferentes organismos.
  - Comparar as ideias evolucionistas de Lamarck e Darwin apresentadas em textos científicos e históricos, identificando semelhanças e diferenças entre essas ideias e sua importância para explicar a diversidade biológica.
  - Discutir a evolução e a diversidade das espécies com base na atuação da seleção natural sobre as variantes de uma mesma espécie, resultantes de processo reprodutivo.
  - Justificar a importância das unidades de conservação para a preservação da biodiversidade e do patrimônio nacional, considerando os diferentes tipos de unidades (parques, reservas e florestas nacionais), as populações humanas e as atividades a eles relacionados.
  - Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da cidade ou da comunidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.
- 
- Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).
  - Relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal etc.).
  - Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
  - Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Fonte: transcrito e adaptado da BNCC (Brasil, 2017, p. 350-351).

## O PROBLEMA DA FORMAÇÃO CONTINUADA DOS PROFESSORES

Os professores possuem as formações, capacitações e H&C inter e transdisciplinares necessárias à área de CN estabelecidas pela BNCC? Como parte da resposta, o Anuário Brasileiro da Educação Básica - 2024 [ABEB] com indicadores referentes a 2023 demonstra “[...] a partir de fontes primárias, como as pesquisas do IBGE e do

Inep/MEC, [...]” (Brasil, 2024a) as deficiências de qualificações dos professores, com cerca de um terço dos docentes das Escolas públicas não possuindo ordenações ajustadas às disciplinas que lecionam; 12,8% da EB não têm graduações, são professores leigos; 68,0% da rede pública são formados na disciplina que lecionam na Educação Infantil (EI) e no Ensino Médio (EM); do 1º ao 5º ano do EF, sobe para 79,0%, porém, do 6º ao 9º ano decresce para 59,0% os formados nas disciplinas que ministram (Brasil, 2024a). Conseqüentemente, constata-se que ao saírem das Instituições de Ensino Superior (IES) muitos apresentam sérias lacunas de conhecimentos, então se apresentando o enorme desafio de como capacitar continuamente 1.861.118 professores das redes públicas municipais, estaduais e federais, que lecionam para 38 milhões de alunos entre quatro e 17 anos em 136.921 Escolas (Brasil, 2024c). Excetuando algumas poucas instituições de excelência, constata-se que o país carece de modo alarmante de Educação e ensino público de qualidade, sobremaneira implicando negativamente no progresso socioeconômico.

Há muito tempo o problema da qualificação dos professores é demonstrado por pesquisadores em Educação Científica, particularmente relacionados à Astronomia, como Langhi e Nardi (2004); Bretones (2006); Gonzaga (2009); Peixoto, Magalhães, Benetti e Ramos (2012); Ferreira (2014; 2020); Ferreira e Voelzke (2018); Langhi, Oliveira e Vilaça (2018) e outros dedicados às formações iniciais e continuadas de professores. Constatam que a Educação Científica é extremamente necessária em todos os níveis de ensino, mas para que ocorra em conformidade deve-se contemplar as devidas capacitações dos docentes para aprimorar suas habilidades, porque, na provável maioria, estes não se encontram devidamente aptos às práticas pedagógicas e didáticas associadas à Ciência em geral e à Astronomia em particular.

Igualmente, para se formar e capacitar professores torna-se de suma importância os ambientes de Educação e Ensino não

formais, como Observatórios Astronômicos, Planetários, Museus de Ciências e demais instituições que permitam o aprendizado sobre a evolução do conhecimento científico e tecnológico.

## VALORIZAÇÃO DOS PROFESSORES: LEI 14.187, DE 16 DE JANEIRO DE 2024

Entretanto, para contribuir como importante instrumento à resolução do problema da capacitação docente, promulgou-se a Lei 14.187, de 16 de janeiro de 2024, que “Estabelece diretrizes para a valorização dos profissionais da educação escolar básica pública” (Brasil, 2024b), determinando nos Artigos 1º, 4º e 5º e seus incisos a valorização e a formação continuada, registrando-se:

Art. 1º A implementação do princípio de valorização dos profissionais da educação escolar, inscrito no inciso V do art. 206 da Constituição Federal, no que se refere aos profissionais das redes públicas de educação básica, obedecerá às diretrizes fixadas na presente Lei.

[...]

Art. 3º A valorização dos profissionais da educação escolar básica pública contemplará:

II - formação continuada que promova a permanente atualização dos profissionais;

[...].

Art. 5º A formação continuada para a atualização dos profissionais da educação escolar básica pública, promovida e estimulada pelos respectivos sistemas de ensino por meio de programa permanente com planejamento plurianual, contemplará:

I - vinculação com as necessidades de qualificação dos profissionais nas diversas áreas específicas de atuação, inclusive em nível de pós-graduação;

II - oferta de atividades que promovam o domínio do conhecimento atualizado e das metodologias de ensino mais modernas e a elevação da capacidade de reflexão crítica sobre a realidade educacional e social; (Brasil, 2024b)

## REFLEXÕES FINAIS

Neste trabalho, observou-se que, na BNCC, as H&C são consideradas desde os anos iniciais do EF à promoção da alfabetização e do letramento científico dos alunos para entenderem e transformar o mundo. Sugere-se que a ordem prática na BNCC seja invertida de Competências & Habilidades [C&H] para Habilidades & Competências [H&C], porque a habilidade antecede como o potencial do conhecimento acumulado no decorrer da vida, enquanto posteriormente a competência é a mobilização dos recursos cognitivos para resolver situações de forma eficiente.

Perante a facilidade de acesso às TIC, a Escola precisa reavaliar os métodos de ensino-aprendizagem com ênfase no desenvolvimento das H&C para preparar os estudantes às conjunturas cotidianas, assim tornando-os cidadãos cômicos, críticos e reflexivos.

A Astronomia se destaca na BNCC interdisciplinarmente por interagir com as demais áreas do conhecimento e transdisciplinarmente por transcendê-las. Nesse aspecto, a formação dos professores é de vital importância quando indagando se possuem os arcabouços necessários, posto que o ABEB 2024 demonstra que expressiva parcela dos docentes não tem os justos ordenamentos correspondentes às disciplinas que lecionam. Dessa forma, pesquisadores de Educação em Ciência e Astronomia demonstram a necessidade da formação continuada dos docentes para que promovam práticas didáticas e pedagógicas adequadas à BNCC. Por pressuposto, é meritória a contribuição da Lei 14.187/2024, que

“Estabelece diretrizes para a valorização dos profissionais da educação escolar básica pública” (Brasil, 2024b), mormente determinando no Artigo 3º, inciso II, a formação continuada que promova a permanente atualização dos docentes.

Além da Escola, constatou-se que ambientes de Educação e Ensino não formal, como Observatórios Astronômicos, Planetários, Museus de Ciência e demais análogos, são complementos importantes para os professores e estudantes.

## REFERÊNCIAS

ARMSTRONG, D. L. de P. **Fundamentos filosóficos do ensino de Ciências Naturais**. Curitiba: Ibpex, 2008.

ARMSTRONG, D. L. de P.; BARBOZA, L. M. V. **Metodologia do ensino de ciências biológicas e da natureza**. Série Metodologias. Curitiba: Intersaberes, 2012.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. 2ª edição. Tradução: Evan Nick, Heliana de Barros Conde Rodrigues, Luciana Peotta, Maria Ângela Fontes e Maria da Glória Rocha Maron. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978.

BACHELARD, G. **O novo espírito científico**. Tradução de Antônio José Pinto Ribeiro. Lisboa: Edições 70, 1996.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum**: Educação é a base. Conselho Nacional de Educação, Secretaria de Educação Básica, Secretaria Executiva e Ministério da Educação; parceria Conselho Nacional de Secretários de Educação e União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. Brasília: MEC, 2017.

BRASIL. **Anuário Brasileiro da Educação Básica**. 11ª edição; Todos Pela Educação; IBGE; INEP/MEC. São Paulo: Moderna; Fundação Santillana, 2024a.

BRASIL. **Lei 14.187, de 16 de janeiro de 2024**:

Estabelece diretrizes para a valorização dos profissionais da educação escolar básica pública. *In*: Diário Oficial da União, Seção 1, nº 12, p. 3, 17 jan. 2024b.

BRASIL. **Qual é o tamanho da Educação Básica pública brasileira?** In: Anuário Brasileiro da Educação Básica, 11ª edição. Todos Pela Educação; IBGE; INEP/MEC. São Paulo: Moderna; Fundação Santillana, 2024c.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu.** Tese (doutorado); orientador Prof. Dr. Maurício Compiani. Campinas: Unicamp, 2006.

FERREIRA, O. R. **CTS-Astro: Astronomia no enfoque da Ciência, Tecnologia e Sociedade e Estudo de Caso em Educação a Distância.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática; orientador: Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2014.

FERREIRA, O. R. **O Estado da Arte da Educação e do Ensino de Astronomia no Brasil e a Translação do Conhecimento Científico.** Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática; orientador: Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke). Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade Cruzeiro do Sul. São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2020.

FERREIRA, O. R.; VOELZKE, M. R. Tópicos de Astronomia aplicados ao ensino: uma disciplina do curso de Pós-graduação lato sensu em Educação a Distância (EAD) em Ensino de Astronomia da Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo/SP, Brasil. *Revista de Ensino de Ciências e Matemática (RenCiMa)*, v. 9, n. 4, p. 183-202, 2018.

GONZAGA, E. P. **Análise da evolução das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais (Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra).** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática; orientador Prof. Dr. Marcos Rincon Voelzke). São Paulo: Universidade Cruzeiro do Sul, 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física (ENPEF)**, Física, Comunicação e Cultura, 26-30 de outubro de 2004, Jaboticatubas/MG, p. 4-13.

LANGHI, R.; OLIVEIRA, F. A. de; VILAÇA, J. Formação reflexiva de professores em Astronomia: indicadores que contribuem no processo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 35, nº 2, p. 461-477, 2018.

MORETTO, V. P. Reflexões Construtivistas sobre Habilidades e Competências. **Dois Pontos**: Teoria & Prática em Gestão, Belo Horizonte, v. 5, n. 42, p. 50-54, mai./jun. 1999.

MORIN, E.; FREITAS, L. de; NICOLESCU, B. (Comitê de Redação) *et al.* Carta da transdisciplinaridade. **I Congresso Mundial de Transdisciplinaridade**. Lisboa: Convento Arrábida, 1994.

PEIXOTO, D. E.; MAGALHÃES, R. B.; BENETTI, B.; RAMOS, E. M. de F. Astronomia na formação de professores: uma experiência didática em cursos de Pedagogia. **II Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA)**, 24 a 27 de julho de 2012, São Paulo, p. 148-153.

TONEGUTTI, C. A. **Base Nacional Comum Curricular**: Uma análise crítica. Do autor; Sindicato dos Servidores do Magistério Municipal de Curitiba. Rebouçás: SISMMAC, 2016.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. São Paulo: Martins Fontes, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e linguagem**. 4a edição; tradução: Jefferson Luíz Camargo; revisão técnica: José Cipolla Neto. São Paulo: Martins Fontes, 2008.

# 8

*Claudia Barcelos Giaquinto*  
*Raphael Paixão Branco Teixeira*  
*Rita de Cássia Frenedo*

## ENTRE PLANTAS E COLMEIAS:

A CRIAÇÃO DE ABELHAS SEM  
FERRÃO NO ALTO DAS SACADAS DE  
APARTAMENTOS EM ÁREAS URBANAS

## INTRODUÇÃO

As abelhas são insetos pertencentes à ordem *Hymenoptera* e à superfamília *Apoidea*, representadas por cerca de 20 mil espécies distribuídas em até 4 mil gêneros em todo o mundo (Michener, 2007). Têm papel fundamental na manutenção dos ecossistemas e na produção de alimentos, por serem polinizadoras eficientes de plantas (Possani, 2020). Segundo a Prefeitura da Cidade de São Paulo (2020), aproximadamente 80% das plantas utilizadas por humanos e outros animais dependem da polinização realizada por esses insetos. Além disso, produzem subprodutos como mel, cera, própolis e pólen apícola.

No Brasil, conforme dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), embora a espécie mais conhecida seja a exótica *Apis mellifera*, com ferrão, existem mais de 1.500 espécies nativas, com ampla variação morfológica e comportamental. Contudo, cerca de 100 espécies de abelhas no mundo estão ameaçadas de extinção, sendo o desmatamento uma das principais causas.

Esse risco está associado à perda de habitat provocada por queimadas e ao uso de agrotóxicos, que afetam especialmente as espécies mais sensíveis (Palumbo, 2015). A conversão de ambientes naturais para fins agrícolas ou urbanos também compromete a conservação das polinizadoras. Rosa *et al.* (2017) alertam que essas atividades impactam não apenas as abelhas, mas também a sobrevivência da própria humanidade.

Em relação à classificação comportamental das espécies de abelhas, existem aquelas com hábitos sociais e elevado grau de organização da colmeia - denominado eussocialidade — e as de hábitos solitários. Segundo o Parque de Ciência e Tecnologia da USP (CienTec-USP), abelhas solitárias possuem ferrão funcional, porém não produzem mel. Exemplos dessa diversidade

incluem a Mamangava-de-toco, *Xylocopa* (*Neoxylocopa*), de hábito solitário, e a Mamangava-de-chão, *Bombus* (*Thoracobombus*), de comportamento social.

Outro critério classificatório baseia-se nas características fenotípicas relacionadas ao ferrão. Abelhas com ferrão atrofiado ou vestigial pertencem à tribo *Meliponini* (Oliveria *et al.*, 2013). No Brasil, a meliponicultura – criação de abelhas sociais sem ferrão – utiliza essas espécies devido à facilidade de manejo. Entre os gêneros mais comuns estão *Melipona* e *Cephalotrigona*, *Scaptotrigona*, *Tetragona* (Cortopassi-Laurino *et al.*, 2006), *Tetragonisca* e *Plebeia* (Oliveria *et al.*, 2013).

Conforme Oliveria e colaboradores (2013), essas abelhas sociais formam colônias perenes com divisão de castas e funções. As operárias são a casta mais numerosa, mas há também machos para reprodução, rainhas virgens e, geralmente, apenas uma rainha fisogástrica apta à fecundação.

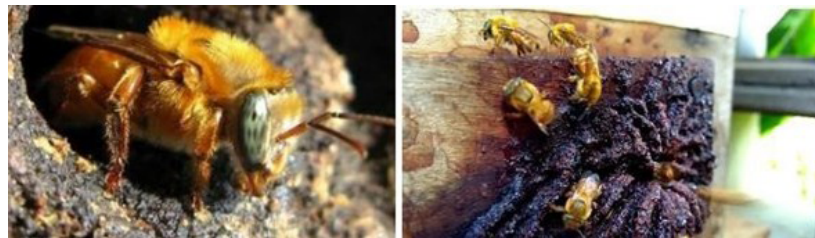
## ESPÉCIES COMERCIAIS

As abelhas sem ferrão (ASF) são importantes para a regeneração do meio ambiente, uma vez que sua dependência dos recursos florais as leva a desenvolver adaptações específicas aos locais onde atuam (Silva; Paz, 2012). A meliponicultura, criação racional dessas abelhas por humanos, favorece não apenas a conservação das espécies criadas, mas também de outros organismos associados (Pereira; Souza; Lopes, 2017).

Destaca-se, nesse contexto, a criação da Uruçu-Amarela do Cerrado (*Melipona rufiventris*), espécie sem ferrão essencial à polinização de ecossistemas naturais e agrícolas (Heberlê, 2022). Com aproximadamente 9,5 mm, suas colônias são formadas por uma rainha e cerca de 600 operárias, o que permite a produção de 2,5 a 3,5 kg.

de mel ao ano. Contudo, por estar ameaçada de extinção, sua aquisição é difícil e pode custar até R\$ 1.200,00.

**Figura 1 - Uruçu-Amarela, Tujuba, ou ainda Tujuba**



Fonte: <https://mfrural.com.br>.

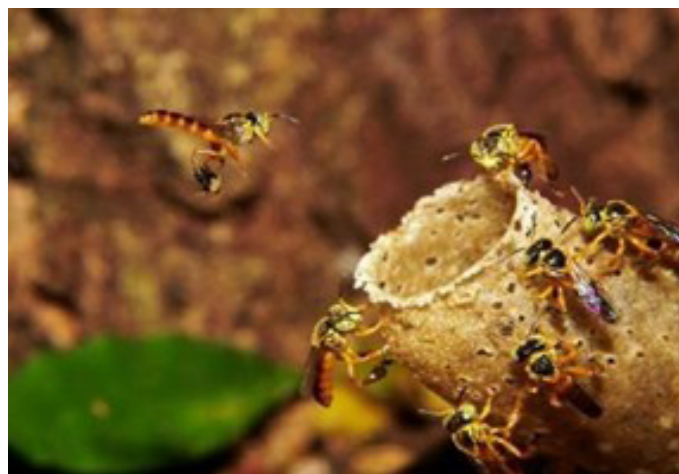
Diversas espécies de ASF podem ser criadas em caixas racionais visando à produção de mel e à polinização, mas a atividade exige conformidade com normas legais estaduais, sejam os objetivos comerciais, científicos ou recreativos (Witter; Nunes-Silva, 2014). Criadores com mais de 49 colônias devem efetuar o Cadastro Técnico Federal (CTF) no site do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA) (categoria 20-81) e obter autorização ambiental conforme a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).

Embora o Brasil possua mais de 300 espécies nativas de ASF, poucas são manejadas racionalmente. Entre as mais indicadas para a produção de mel destacam-se: *Melipona scutellaris* (Uruçu), *M. fasciculata* (Tiúba), *M. subnitida* (Jandaíra), *M. manaosensis* (Uruçu-Cinzenta), *M. quadrifasciata anthidioides* (Mandaçaia) e *Tetragonisca angustula* (Jataí). O principal entrave à utilização de outras espécies é a falta de conhecimento sobre sua biologia e reprodução, o que dificulta o manejo e a conservação. Além disso, algumas não se adaptam ao sistema racional de criação (Pereira; Souza; Lopes, 2017).

De acordo com a A.B.E.L.H.A. (2020), é recomendável priorizar espécies nativas da região, pois estas já se encontram adaptadas

ao ambiente local, demandando menos cuidados, evitando competição por recursos e reduzindo riscos de infestações por parasitas e doenças. Dentre as mais populares está a Jataí (*Tetragonisca angustula*), amplamente distribuída no Brasil e muito utilizada em áreas urbanas (Pereira; Souza; Lopes, 2017). Apesar do pequeno tamanho (4 mm), suas colônias, com até 8.000 operárias e uma rainha, são bastante produtivas. Seu mel, conhecido por propriedades medicinais, pode ser vendido por até R\$ 200,00/kg, valor até 15 vezes superior ao mel da *Apis mellifera* (Witter; Nunes-Silva, 2014). A produção média anual é de 200 g, variando conforme o desenvolvimento da colônia e fatores externos. Uma colônia saudável em caixa padrão INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) custa cerca de R\$ 250,00 (Oliveira *et al.*, 2023).

**Figura 2 - Ninho habitado da Jataí**



Fonte: Cristiano Menezes/Cedida por Denise Alves.

A colmeia da Jataí se destaca por seu pito de entrada tubular, claro, feito de cera pura secretada pelas glândulas sericígenas do abdômen das operárias, que também vigiam a entrada. Para obtenção

de enxames, recomenda-se o uso de ninhos-isca e a compra de colônias apenas de produtores licenciados, conforme a Resolução CONAMA nº 346, de 06 de julho de 2004. O manejo deve ser feito com responsabilidade, utilizando materiais autorizados e técnicas adequadas para a instalação dos ninhos (A.B.E.L.H.A., 2020).

Na criação em apartamentos, as colônias devem ser posicionadas em locais limpos, sombreados, protegidos de vento e chuva, e com acesso facilitado para manutenção. Muitos meliponicultores urbanos optam por meliponários coletivos fixados em paredes ou prateleiras nas varandas. Uma alternativa é instalar as colmeias no interior da residência e conectá-las ao exterior por tubos de PVC acoplados ao pito de entrada, formando um "túnel" que permite o voo das abelhas sem que entrem no ambiente interno (A.B.E.L.H.A., 2020).

**Figura 3** - Exemplo de instalação de meliponários em sacadas de apartamentos



Fonte: Kalhil Pereira França (2009).

**Figura 4** – Exemplo de instalação de túneis para acesso das abelhas criadas na parte interna de residências



Fonte: Paula Moura (2015).

O Quadro 1 lista as espécies que são mais comumente criadas pelos meliponicultores na região Sudeste, do estado de São Paulo:

**Quadro 1** - Principais Espécies de Abelhas sem ferrão (ASF)

Nome Científico	Nome Popular
Abelhas do gênero <i>Frieseomelitta</i>	Moça-Branca, Moça-Preta, Amarela, Marmelada, Mané-de-Abreu
Abelhas do gênero <i>Plebeia</i>	Mirim, Mosquito, Jati, Mosquitinho
<i>Cephalotrigona capitata</i>	Mombucão
<i>Melipona bicolor</i>	Guaraipo, Guarupú
<i>Melipona marginata</i>	Manduri
<i>Melipona mondury</i>	Bugia, Monduri, Tujuba, Uruçu-Amarela
<i>Melipona quadrifasciata</i>	Mandaçaia
<i>Melipona rufiventris</i>	Tujuba, Tujuba, Uruçu-Amarela
<i>Nannotrigona testaceicornis</i>	Iraí
<i>Scaptotrigona bipunctata</i>	Tubuna, Canudo
<i>Scaptotrigona depilis</i>	Mandaguari, Canudo, Tubiba
<i>Tetragonisca angustula</i>	Jataí

Fonte: Nogueira-Neto (1997).

## IMPORTÂNCIA DAS ABELHAS SEM FERRÃO (ASF)

As ASF, pertencentes ao grupo dos meliponídeos, são essenciais para a manutenção dos ecossistemas urbanos, atuando como polinizadoras fundamentais de numerosas espécies vegetais. Elas são particularmente importantes na reprodução de plantas nativas, que, por sua vez, sustentam a biodiversidade local. Adaptadas ao ambiente urbano, sobretudo em locais com escassez de outros polinizadores, essas abelhas contribuem para a frutificação de plantas ornamentais e para a formação de habitats diversos, fortalecendo cadeias alimentares e aumentando a resiliência ecológica (Caetano *et al.*, 2024).

A prática de instalar meliponários em sacadas de apartamentos representa uma estratégia sustentável e eficaz de conscientização sobre a conservação desses polinizadores. O cultivo criterioso de plantas que atraem ASF pode provocar efeitos positivos na biodiversidade urbana, promovendo interações ecológicas importantes, como a dispersão de sementes, a conservação do solo e o equilíbrio dos ciclos da água (Barbiéri; Franco, 2020). Dessa forma, os meliponários contribuem para atenuar impactos típicos da urbanização, como a perda de habitats e a própria redução das populações de polinizadores.

Além dos ganhos ambientais, a preservação das ASF está diretamente relacionada à segurança alimentar e à qualidade de vida nas cidades. Diversas culturas agrícolas e espécies vegetais cultivadas em áreas urbanas dependem dessas abelhas para seu pleno desenvolvimento. Assim, proteger e valorizar os meliponídeos integra uma estratégia abrangente de urbanização sustentável, que alia preservação da biodiversidade e educação ambiental (EA) ao integrar meliponários e flora urbana, o que pode se tornar um componente essencial para o futuro ecológico das cidades (Pereira da Silva; Ferrarezi Junior, 2022).

## A INTERAÇÃO ENTRE MELIPONÁRIOS EM SACADAS DE APARTAMENTOS E A BOTÂNICA URBANA

A instalação de meliponários em sacadas configura-se como uma prática estratégica da apicultura urbana, integrando a meliponicultura à botânica em contextos metropolitanos. Essa ação favorece o incremento da biodiversidade em centros urbanos, especialmente com o auxílio das ASF, reconhecidas por sua relevância na polinização de ambientes densamente habitados e ecologicamente fragmentados (Dantas, 2024).

A botânica urbana, voltada ao cultivo de plantas em áreas limitadas das cidades, é fortalecida por essa prática, que estimula a plantação de espécies nativas e comestíveis e a criação de microambientes ricos em biodiversidade. Tais espaços funcionam como centros de aprendizado e de convivência com a natureza, promovendo a sensibilização ambiental entre os moradores (Bertolini *et al.*, 2023).

A meliponicultura urbana exige ainda um planejamento sustentável e multidisciplinar, envolvendo conhecimentos de biologia, ecologia e urbanismo. A análise das interações entre as abelhas e a vegetação cultivada permite evidenciar impactos positivos na biodiversidade local, no bem-estar urbano e na relação da população com o meio ambiente, ampliando o papel ecológico dessa prática (Imperatriz-Fonseca *et al.*, 2024).

Adicionalmente, a criação de ASF favorece a saúde e o bem-estar humano, pois o contato diário com as colmeias pode atuar de forma terapêutica, auxiliando na redução da ansiedade e da depressão. Aliada a hortas e pomares urbanos, essa atividade intensifica a polinização, melhora a produtividade vegetal e contribui para cidades mais verdes e sustentáveis.

## ECOLOGIA E POLINIZAÇÃO

A relação entre ecologia e polinização é essencial para entender o papel das ASF nos ecossistemas urbanos, especialmente em locais como sacadas de apartamentos. Essas abelhas contribuem de modo significativo para a reprodução das plantas e para a manutenção da biodiversidade, sendo particularmente importantes em áreas onde há escassez de polinizadores tradicionais, como as abelhas com ferrão (Bertolini *et al.*, 2023).

A criação de meliponários em sacadas evidencia a dinâmica ecológica nas cidades, pois as ASF, ao coletarem néctar e pólen, promovem a fecundação das flores de forma eficaz. Esse processo resulta em frutos e sementes de melhor qualidade e favorece espécies vegetais cultivadas em ambientes urbanos, como ervas aromáticas e flores ornamentais, contribuindo também para a oferta de abrigo e alimento a outros organismos (Mussak, 2021; Meirelles *et al.*, 2025). Assim, manter as colmeias em espaços urbanos permite não apenas o fortalecimento da polinização, mas também a conscientização sobre a importância da biodiversidade e da proteção dos polinizadores. Dessa forma, a interação entre abelhas e plantas torna-se um elemento chave para a construção de cidades mais sustentáveis e integradas à natureza (Pereira da Silva; Ferrarezi Junior, 2022).

## CARACTERÍSTICAS COMPORTAMENTAIS E ALIMENTARES DAS PRINCIPAIS ESPÉCIES DE ASF

As ASF, especialmente do gênero *Melipona*, destacam-se pela complexa organização social e pela divisão de tarefas entre os membros da colônia. Sua natureza dócil permite uma criação segura

em centros urbanos, favorecendo a convivência com humanos. Além disso, comunicam-se por meio de feromônios e danças, o que as torna eficientes agentes polinizadores em ambientes citadinos (Vasconcelos *et al.*, 2024).

Essas abelhas alimentam-se preferencialmente de flores nativas, cuja disponibilidade está alinhada ao seu ciclo de vida. Jardins urbanos com plantas da flora local, como os instalados em sacadas, fortalecem a permanência das ASF e promovem relações ecológicas mais equilibradas (Conceição; Queiroz; Santos, 2024).

A escolha de néctar e pólen está relacionada à qualidade nutricional, à presença de compostos voláteis e às condições climáticas. A diversidade botânica próxima aos meliponários influencia diretamente essa seleção. Plantas das famílias *Asteraceae* – como a camomila (*Matricaria chamomilla*), o girassol (*Helianthus annuus*), a calêndula (*Calendula officinalis*), a margarida (*Leucanthemum vulgare*), o dente-de-leão (*Taraxacum officinale*) e a arnica (*Arnica montana*) – e *Fabaceae* – como o feijão-de-cheiro (*Tephrosia spp.*), a caliandra/ esponjinha (*Calliandra spp.*), a flor-de-São-Joaquim (*Bauhinia forficata*), a clitória/ conchinha-azul (*Clitoria ternatea*), o angico (*Anadenanthera spp.*) e o tamboril (*Enterolobium contortisiliquum*) – são bastante atrativas, oferecendo néctar nutritivo e contribuindo com a fixação de nitrogênio nos substratos (Knoll; Bego; Imperatriz-Fonseca, 1993).

A frequência das visitas florais revela as preferências alimentares das ASF e garante o fornecimento contínuo de nutrientes, essencial à saúde das colônias. Assim, práticas de jardinagem urbana com foco em espécies nativas fortalecem a biodiversidade e os ecossistemas urbanos, além de influenciarem positivamente a qualidade dos produtos apícolas e o bem-estar das colônias de *Melipona* (Bertolini *et al.*, 2023).

## PLANTAS EM SACADAS DE APARTAMENTOS E A ESCOLHA DE ESPÉCIES ADEQUADAS

O cultivo de plantas em sacadas urbanas, além de seu valor estético, promove benefícios ecológicos, ambientais e psicológicos, integrando a natureza ao cotidiano das cidades (Kleinert; Silva, 2020). Espécies como suculentas, ervas e flores nativas, desde que adaptadas à luminosidade, ao clima e à irrigação, são ideais para pequenos espaços, ajudando na purificação do ar, no controle térmico e no bem-estar dos moradores.

Associadas a meliponários, essas plantas formam micro-habitats atrativos às ASF, favorecendo a biodiversidade e as relações mais sustentáveis com o ambiente urbano (Oliveira *et al.*, 2023; Lima dos Santos; Barbosa; Prezoto, 2021). Essa interação melhora a polinização e a produtividade vegetal, essenciais para a sustentabilidade urbana frente à perda de biodiversidade (Alves, 2023; Bertolini *et al.*, 2023).

Espécies adaptadas ao clima local, como alecrim (*Rosmarinus officinalis*) e suculentas do gênero *Sedum*, são recomendadas por sua baixa manutenção. Já plantas com floração escalonada, como lavanda (*Lavandula spp.*), calêndula (*Calendula officinalis*) e manjeriço (*Ocimum basilicum*), garantem alimento contínuo às ASF (Giordani, 2023).

Para otimizar o uso do espaço, sugere-se o cultivo vertical com espécies compatíveis (Diniz, 2025), dando preferência a plantas com múltiplas funções, como menta (*Mentha spp.*) e manjeriço, que aliam valor culinário à importância ecológica (Lima; Dias, 2024).

A diversidade vegetal favorece a saúde das colônias, fortalece as interações ecológicas e potencializa a polinização, mesmo em contextos urbanos (Campelo *et al.*, 2022). Nesse cenário, políticas públicas devem incentivar a criação de habitats urbanos

favoráveis aos polinizadores (Aranda *et al.*, 2024). A atuação de cidadãos na instalação de meliponários mostra como ações individuais podem contribuir com a conservação ambiental e a agricultura urbana (Lanca de Andrade *et al.*, 2024).

Com a urbanização crescente no Brasil, cresce também o interesse pela meliponicultura urbana, reconhecida por seus benefícios ambientais, educacionais e pela produção de mel. A presença de ASF em sacadas reforça a conexão entre áreas verdes e polinizadores, proporcionando ainda uma abordagem social e cultural (Barbosa *et al.*, 2021).

## METODOLOGIA

O referenciamento de informações do presente trabalho utiliza o método de pesquisa bibliográfica descritiva, que consiste na seleção, identificação, fichamento, compilação, análise e interpretação da literatura científica disponível sobre o tema abordado (Marconi; Lakatos, 2008). A coleta de dados considerou fontes primárias, como artigos científicos, dissertações, teses e trabalhos de conclusão de curso de ensino superior.

As buscas foram realizadas em abril de 2023, por meio do Google Acadêmico, utilizando os termos “abelhas sem ferrão”, “ambiente urbano”, “ambiente doméstico” e “meliponicultura”, resultando em 5.436 publicações entre 2011 e 2023. Os materiais consultados pertencem aos repositórios das seguintes instituições: Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Ceará (UFC), Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade de São Paulo (USP), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e repositório do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA).

Foram definidos três critérios de inclusão: 1. Tratar exclusivamente da tribo *Meliponini* (abelhas sem ferrão); 2. Abordar a criação em ambiente urbano ou doméstico como tema central ou complementar; 3. Estar disponível gratuitamente *online*, em português ou inglês. As publicações que não atendiam a esses requisitos foram excluídas.

Ao final do levantamento foram obtidas 12 pesquisas que atenderam aos critérios estabelecidos, todas redigidas originalmente em português. A análise seguiu os princípios da análise qualitativa temática, com foco na identificação de padrões e repetições nos dados (Souza, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

O artigo "Protótipo de meliponário para criação de abelhas em áreas urbanas" (Leitão, 2022) aponta que a temperatura ideal para a criação de abelhas em áreas urbanas é de 34,5 °C, sendo recomendadas coberturas com telhas cerâmicas, madeira ou garrafas PET para manter essa condição. Quanto às espécies mais indicadas para criação em ambientes domésticos, são elas: *Plebeia sp.* (conhecida como Mosquito), citada por quatro autores; *Melipona scutellaris* (Uruçu) e *Tetragonisca angustula* (Jataí), ambas citadas por três autores; e, por fim, *Melipona subnitida* (Jandaíra) e *Scaptotrigona bipunctata* (Canudo), citadas por dois autores.

A madeira é o material preferido para a construção de meliponários, sendo o modelo do INPA o mais adotado, seguido por variações artesanais. A alimentação das colônias baseia-se na coleta de flores, com possível suplementação de água com açúcar (1:1), mel de abelha africanizada diluído ou "bombons" de pólen para aporte proteico. Os estudos também ressaltam a necessidade de evitar

agrotóxicos nas plantas visitadas e o controle da umidade relativa do ar para prevenir infestações por outros insetos nas colmeias.

O referido estudo aponta a madeira como o material mais indicado para a construção de colmeias, tanto por seu isolamento térmico quanto pela facilidade de obtenção. Quanto à alimentação das abelhas deve ser balanceada, com suplementação quando necessário. A qualidade ambiental ao redor do meliponário é essencial para o bem-estar das abelhas e das pessoas envolvidas.

Segundo a Resolução nº 346 do CONAMA, a captura de abelhas deve ser feita por métodos não destrutivos, como ninhos-isca. Quanto ao perfil dos meliponicultores, varia regionalmente no país; por exemplo, na Paraíba predominam criadores mais velhos e experientes voltados à subsistência e comercialização, enquanto no Sul e Sudeste há predominância de jovens criadores, muitos com menos de 20 anos, que praticam a atividade como hobby ou para consumo próprio.

A aquisição de colônias de ASF ocorre, em sua maioria, por meio de ninhos-isca ou são repassadas por amigos e familiares, sendo menos comum a compra direta ou a coleta na natureza. A maioria dos estudos analisados concentra-se no Nordeste, especialmente no estado da Paraíba com cerca de 50%, o que pode limitar a representatividade nacional, principalmente em relação a recomendações técnicas, como o uso de materiais isolantes para os meliponários.

A instalação de colmeias em sacadas de apartamentos tem se mostrado eficaz na promoção da biodiversidade e sustentabilidade urbana. Ao polinizarem flores, as ASF auxiliam na recuperação de processos ecológicos e no crescimento de espécies nativas e ornamentais, transformando sacadas em refúgios que fortalecem as relações entre fauna e flora urbanas.

A diversidade vegetal ao redor dos meliponários contribui para a manutenção das colônias de ASF, reduzindo a competição

por recursos e fortalecendo as redes ecológicas. Ao mesmo tempo, esses espaços cumprem uma função educativa ao sensibilizar a população sobre a importância dos polinizadores e incentivar práticas sustentáveis, como a jardinagem urbana. Nesse contexto, a Educação Ambiental (EA) torna-se essencial para integrar a meliponicultura à preservação da biodiversidade, especialmente em áreas urbanas, onde sacadas e varandas assumem papel estratégico na criação de jardins e colmeias, promovendo o contato com a natureza, amenizando ilhas de calor e contribuindo para cidades mais verdes, resilientes e equilibradas.

Diferenças regionais no perfil dos meliponicultores reforçam a necessidade de práticas responsáveis na criação de ASF, mesmo em projetos bem-intencionados. Este estudo, ao reunir um compilado de dados relevantes e verificados a partir de fontes confiáveis sobre essas abelhas e suas interações com a botânica e a ecologia, visa orientar tanto o público em geral quanto pesquisadores na promoção do uso sustentável e consciente dessa atividade, especialmente em ambientes domésticos e urbanos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A instalação de meliponários em sacadas urbanas é uma prática inovadora que une dimensões ecológicas, sociais e culturais. As ASF contribuem para a polinização, preservam a biodiversidade e melhoram os ecossistemas urbanos ao utilizarem plantas nativas e ornamentais como fonte alimentar. Além dos benefícios ambientais, a atividade resgata saberes tradicionais e fortalece os vínculos entre cultura, natureza e sustentabilidade. Estudos indicam que os meliponários ampliam as áreas verdes, elevam a qualidade de vida nas cidades, promovem a educação ambiental e incentivam o engajamento comunitário. Integrada à botânica urbana, essa prática

oferece uma alternativa sustentável aos desafios das metrópoles, favorece o bem-estar, equilibra o microclima e reforça a relação da sociedade com o meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, S. G. **Distribuição Espacial e Estrutura Genética de Abelhas sem Ferrão (Hymenoptera: Apidae: Meliponini) em Área Urbana no Bioma Mata Atlântica.** 2023. 125 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Biociências e Biotecnologia, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2023.
- ARANDA, R.; BENETTI, C.; JESUS, D. L. V. De; DOMBROSKI, E.; SOUZA, G. C. de; ESSER, I. V. Extensão Universitária nas Áreas Verdes e Escolas. A Experiência do Projeto “Hotel de Polinizadores Tornando as Áreas Urbanas Amigáveis Para Abelhas e Vespas”, **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 20, e2423735 p. 01-14, 2024.
- ASSOCIAÇÃO Brasileira de Estudos das Abelhas. Espécies para Criação. A.B.E.L.H.A., 2020. Disponível em: <https://abelha.org.br/especies-para-criacao/>. Acesso em: 21 abr. 2023.
- BARBIÉRI, C.; FRANCOY, T. M. *Theoretical Model for Interdisciplinary Analysis of Human Activities: Meliponiculture as an Activity that Promotes Sustainability.* **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e00202, 2020.
- BARBOSA, R. R. S.; LEITE, R. de A.; CAVALCANTE, J. da S.; DA SILVA, M. R. M. Percepção dos Alunos do 9º Ano sobre a Importância das Abelhas sem Ferrão no Ecossistema / *Perception of 9th grade students on the importance of stingless bees in the ecosystem.* **Brazilian Journal of Development**, [S. l.], v. 7, n. 8, p. 78084–78090, 2021.
- BERTOLINI, A. M.; CARVALHO, A. M.; BOGUS, C. M.; MARCHIONI, D. M. (org.) Biodiversidade e Sistemas Alimentares: a Contribuição (in) Visível das Abelhas sem Ferrão, 2023. São Paulo: Faculdade de Saúde Pública, USP.
- CAETANO, T. S. G.; FRANCO, J. R.; OLIVEIRA, V. C. de; AGOSTINHO, I. M.; ALMEIDA, I. A. de; PAI, E. D.; NARDI JUNIOR, G. de. A importância das abelhas sem ferrão na polinização das culturas agrícolas no Brasil. **REVISTA DELOS**, [S. l.], v. 17, n. 61, 2024. DOI: 10.55905/rdelos17n61-126. Disponível em: <https://ojs.revistadelos.com/ojs/index.php/delos/article/view/2722>. Acesso em: 18 set. 2025.

CAMPELO, J. da C.; VILAS-BOAS, H. C.; SOUZA, F. I. G. de; CARVALHO-ZILSE, G. A. Efeito da alimentação suplementar em colônias de *Melipona seminigra* Friese, 1903 em meliponários na região metropolitana de Manaus – AM. **Congresso Amazonense de Meliponicultura: profissionalização com sustentabilidade**. Setembro, 2022.

CONCEIÇÃO, C. A.; QUEIROZ, P. C.; SANTOS, M. N. dos. O Uso das Abelhas sem Ferrão como Ferramenta Educacional. **Seminário de Agroecologia do Mato Grosso do Sul (AGROECOL)**. Dezembro, 2024.

CORTOPASSI-LAURINO, M. *et al.* *Global Meliponiculture: Challenges and Opportunities*. **Apidologie**, v. 37, p. 275-292, 2006.

DANTAS, J. A. **Abelhas Nativas como Instrumento para Ecoalfabetização em Escola da Rede Pública de Manaus, AM**. 2024. 94 p. Tese (Doutorado em Ciências do Ambiente e Sustentabilidade na Amazônia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

DINIZ, M. L. **Áreas Verdes Urbanas como Refúgio para Visitantes Florais: uma Revisão sob o Olhar da Ciência Cidadã**. 2025. 35 p. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Botânica, INPA, Manaus, 2025.

GIORDANI, G. Plantas Melíferas que Florescem o Ano Todo. **Folha Oceânica**, 2023. Disponível em: <https://folhaoceanica.com.br/plantas-melíferas-que-florescem-o-ano-todo/>. Acesso em: 30 maio 2025.

HEBERLÊ, D. **Pesquisadores e meliponicultores trabalham juntos para salvar abelha em risco de extinção**. EMBRAPA – Biodiversidade, Florestas e Silvicultura: Pesquisa, Desenvolvimento e Inovação, Notícias de 06/09/2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73213996/pesquisadores-e-meliponicultores-trabalham-juntos-para-salvar-abelha-em-risco-de-extincao>. Acesso em: 11 mai. 2025.

IMPERATRIZ-FONSECA, V. L.; MAIA-SILVA, C.; SANTOS, A. C. M. DOS; OLIVEIRA, H. S. DE; MEIRELLES FILHO, J. C. S. Meliponicultura na Amazônia Brasileira: Prioridades e Ações. In: MARCOVITCH, J.; VAL, A. (org.) **Bioeconomia para quem? Bases para um desenvolvimento sustentável na Amazônia** São Paulo: Com-Arte, 2024. p. 121-148.

KLEINERT, A.M.P.; SILVA, C.I. (org.) **Plantas e Pólen em Áreas Urbanas: Uso no Paisagismo Amigável aos Polinizadores**. Rio Claro: CISE. 2020.

KNOLL, F. R. N.; BEGO, L. R.; IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Abelhas em Áreas Urbanas: um Estudo no Campus da Universidade de São Paulo. In: PIRANI, J. R.; CORTOPASSI-LAURINO, M. (coord.). **Flores e Abelhas em São Paulo**. São Paulo: USP/FAPESP, 1993.

LANCA DE ANDRADE, N.; PRISCILA RIBEIRO, D.; JOSÉ DOS SANTOS, L. F.; TEIXEIRA, V.; DE OLIVEIRA SOUZA, A. C. Abelhas sem ferrão: conhecimento atual e conscientização ambiental. **Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal**, [S. l.], v. 4, n. 1, p. e4107, 2024.

LEITÃO, J. A. L. **Protótipo de Meliponário para Criação de Abelhas em Áreas Urbanas**. 2023. 42 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2023.

LIMA DOS SANTOS, S. J.; BARBOSA, B. C.; PREZOTO, F. A Fauna de Abelhas sem Ferrão em Áreas Urbanas: 50 Anos de Estudos e Prioridades de Pesquisa no Brasil. **Scientia Plena**, [S. l.], v. 16, n. 12, 2021.

LIMA, B.; DIAS, E. A. Avaliação do bem-estar de abelhas na meliponicultura a partir da identificação de pontos críticos nas etapas da criação. **XII Congresso Brasileiro de Agroecologia**. Novembro, 2023.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Metodologia do Trabalho Científico**. São Paulo: Atlas, 2008.

MEIRELLES, R. N.; GUIMARÃES, A. dos S.; PIRES, P. R. S.; FERREIRA, L. da F. da S.; UHLMANN, L. N. G. Levantamento de Abelhas em Flores em uma Área de Aterro Sanitário em Recuperação Florestal, no Município de São Luiz Gonzaga, RS. **Revista Delos**, [S. l.], v. 18, n. 65, p. e4255, 2025.

MICHENER, C. D. **The Bees of the World**. 2nd. ed. Baltimore: Johns Hopkins University Press, 2007.

MUSSAK, J. **Nicho Trófico de *Melipona quadrifasciata quadrifasciata* Lepeletier, 1836 (Hymenoptera: Apidae) em Ambiente Natural e Urbano da Mata Atlântica no Sul de Santa Catarina**. 2021. 44 p. Dissertação (Mestrado), Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2021.

NOGUEIRA-NETO, P. N. **A Criação de Abelhas Indígenas sem Ferrão (Meliponinae)**. São Paulo: Editora Nogueirapis, 1997.

OLIVEIRA, A. A. de; DÁRIO, B. M. M.; SANTOS, H. V. R. dos; FORJAZ, G.; BENOSKI, G.; FLORIANO, F. A. S.; SOUZA, L. F. de; JESUS, A. B. de; RODRIGUES, L. B.; SARAIVA, A. de S. Captura e Manejo de Abelhas Nativas sem Ferrão: um Guia Técnico de Captura e Manutenção de Colônias para Uso em Ensaio Laboratoriais e educacionais. **Entomology Beginners**, [S. l.], v. 4, p. e061, 2023. DOI: 10.12741/2675-9276.v4.e061.

OLIVERIA, F. F. de *et al.* **Guia ilustrado das abelhas "sem ferrão" das reservas Amanã e Mamirauá, Amazonas, Brasil (Hymenoptera, Apidae, Meliponini)**. Bahia: Repositório Institucional da UFBA, 2013. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/23672>. Acesso em: 21 abr. 2023.

PALUMBO, H. N. **Nossas Brasileirinhas**: as Abelhas Nativas. Curitiba: Dokumen, 2015.

PEREIRA DA SILVA, L.; FERRAREZI JUNIOR, E. As Abelhas e sua Relevante Importância no Processo de Polinização. **Revista Interface Tecnológica**, Taquaritinga, v. 19, n. 1, p. 248–259, 2022.

PEREIRA, F. de M.; SOUZA, B. de A.; LOPES, M. T. do. **Criação de Abelhas sem Ferrão**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2017.

POSSANI, F. A. A. *et al.* Abelhas: importância ecológica e conservação. **Seminário de Extensão Universitária da UEMS (SEMEX)**, 2020.

PREFEITURA de São Paulo. **A Importância das Abelhas para o Equilíbrio dos Ecossistemas**: o Inseto é Responsável pela Reprodução de 80% das Plantas. São Paulo: Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2020.

ROSA, J. M. *et al.* **Polinizadores em Perigo**: Por Que Nossas Abelhas Estão Desaparecendo? Brasília, DF: Embrapa, 2017.

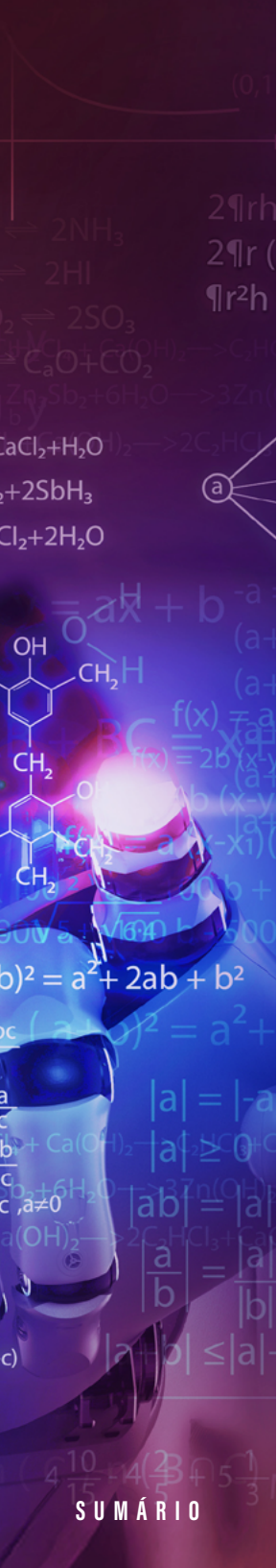
SILVA, W. P.; PAZ, J. R. L. Abelhas sem Ferrão: Muito Mais do que uma Importância Econômica. **Natureza Online**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 146–152, 2012.

SOUZA, L. K. **Pesquisa com Análise Qualitativa de Dados**: Conhecendo a Análise Temática. Porto Alegre: Lume Repositório Digital UFRGS, 2019.

UNIVERSIDADE de São Paulo. **As Abelhas Solitárias. São Paulo**: CienTec-USP. Disponível em: <https://www.parquecientec.usp.br/passeio-virtual/trilhas-do-parque-cientec/trilha-fontes-do-ipuranga/visitando-o-meliponario/as-abelhas-solitarias>. Acesso em: 21 abr. 2023.

VASCONCELOS, G. B. *et al.* **Abelhas Sem Ferrão na Horta da Faculdade de Saúde Pública**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Saúde Pública, 2024.

WITTER, S.; NUNES-SILVA, P. **Manual de Boas Práticas para o Manejo e Conservação de Abelhas Nativas (Meliponíneos)**. Porto Alegre: Secretaria do Meio Ambiente e Infraestrutura do Rio Grande do Sul, 2014.



# 9

*Camila Ferreira Cavalheiro  
Fabiana Aparecida Vilaça  
Marcio Eugen K. L. dos Santos  
Rita de Cássia Frenedo*

## ENSINO DE CITOLOGIA ONCÓTICA:

UMA EXPERIÊNCIA POR MEIO  
DA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

## INTRODUÇÃO

De acordo com Brasileiro Filho (2021), a citologia oncótica é um método de estudo morfológico dentro da Anatomia Patológica, constituindo um importante meio de rastreamento, sobretudo de lesões neoplásicas e malignas, além de possuir a função secundária de detecção de agentes etiológicos como vírus, fungos, protozoários e bactérias.

O próprio Brasileiro Filho (2021) defende a sua utilização da citologia oncótica, por meio do exame colpocitológico, para a identificação precoce e prevenção do câncer de colo uterino. Para a constituição desta pesquisa foram utilizadas amostras de colpocitologia oncótica (amostras cervicovaginais), mas o profissional citologista pode realizar, também, a análise de outros esfregaços, como mama, tireoide e líquidos cavitários, por exemplo.

Ainda nesse sentido, Gompel e Koss (2006) relatam que, por intermédio da citologia oncótica, é possível a identificação precoce do câncer, pois trata-se de um método de análise que, mediante esfregaços, consegue identificar o surgimento de alterações morfológicas celulares, principalmente na cérvix uterina.

Voltando aos primórdios dessa história, temos Geórgios Nicholas Papanicolaou (1883-1962), um médico grego considerado o grande incentivador desse exame como método de rastreamento precoce do câncer, principalmente o câncer da cérvix uterina. O Doutor Pap, como ficou mais conhecido, iniciou sua dedicação ao estudo das variações morfológicas celulares em meados de 1928. A princípio, o seu intuito era, em amostras vaginais de cobaias de laboratório, realizar a averiguação de variações celulares devido a alterações hormonais (Silva Neto, 2020).

Graças a seus estudos, foi possível o rastreamento de células com alterações pré-neoplásicas (lesão de baixo grau e lesão de alto grau) antes mesmo do surgimento do câncer propriamente dito (carcinoma *in situ*). E, como as lesões pré-cancerosas evoluem de maneira extremamente lenta, são curáveis na maioria dos casos quando evidenciadas nos estágios iniciais (Mitteldorf, 2016).

Hoje, a classificação citomorfológica utilizada é a do Sistema de Bethesda para laudos colpocitológicos, sendo que o Instituto Nacional do Câncer (INCA) adotou tal classificação em 4 de junho de 2020 para os laudos do Sistema Único de Saúde do Brasil (SUS). De acordo com o supra descrito, torna-se simples perceber a importância da citologia oncológica e, conseqüentemente, da formação de bons profissionais para a sua aplicação como método de diagnóstico.

O ensino desse exame nos cursos de graduação da área da saúde trata-se de uma disciplina profissionalizante de salutar importância para o processo de desenvolvimento das habilidades e competências dos profissionais que queiram atuar nessa área. Desse modo, discentes dos cursos de Ciências Biológicas, Farmácia, Biomedicina, Medicina e Enfermagem podem habilitar-se em citologia oncológica; porém, neste estudo, trabalhou-se apenas com os estudantes dos cursos de Ciências Biológicas e Biomedicina.

De uma maneira geral, o aluno de Biomedicina necessita, para concluir o curso e obter a habilitação de citologista, de uma carga horária mínima de 500 horas de estágio supervisionado na área de citologia oncológica. Já o aluno de Ciências Biológicas (bacharelado), de acordo com a legislação do seu conselho federal de classe, necessita de 360 horas de estágio supervisionado.

Durante a graduação, a disciplina de citologia oncológica tem a função de promover um curso que possa conscientizar o corpo discente da importância e necessidade de utilizar esse exame complementar na propedêutica clínica, objetivando, assim, um direcionamento

mais preciso do diagnóstico final (Abrahim, 2017). Para tanto, faz-se necessária a existência de uma estratégia de ensino que desperte o senso crítico e a capacidade de tomada de decisões nos alunos, além de oferecer o conteúdo prático e teórico necessário para a formação de um citologista (Vilaça; Cavalheiro; Frenedo, 2024).

Diante do que foi apresentado como objetivo primordial do ensino da disciplina, cabe a indagação: como promover um ensino de forma estruturada e dinâmica que, de fato, possa corroborar a formação discente e a prevenção e o rastreamento do câncer?

Portanto, tendo como motivação o problema apresentado, acredita-se que é pela ação docente e sua metodologia de ensino aplicada, com a prática do discente em laboratório, que o ensino dessa disciplina pode tornar-se efetivo e contribuir para a formação de excelência desse profissional da área da saúde.

A necessidade da prática laboratorial discente e a leitura de esfregaços de citologia oncológica ainda na graduação são imprescindíveis na formação do futuro citologista e importantíssimas na construção da habilidade e das competências desses profissionais, que, ao serem detentores desses conhecimentos, contribuirão com o bem-estar da população.

Outro ponto importante em seu ensino é a formação de profissionais críticos, que consigam relacionar as alterações celulares aos processos fisiológicos e patológicos, e não apenas que estimulem o desenvolvimento de uma memória para simples observação de modificações morfológicas nas células.

Além disso, o citologista precisa ser ético, estar preparado para resolver problemas como erros nos processos de coleta e coloração das amostras e ausência de dados clínicos dos pacientes e ainda, claro, preocupar-se em ser sustentável e trabalhar para o progresso da comunidade em que está inserido (Vilaça; Cavalheiro; Frenedo, 2024).

Assim, fica evidente a necessidade de uma estratégia de ensino que permita a formação completa do futuro citologista, e não tenha como foco, somente, a memorização e a repetição para o desenvolvimento de conceitos.

Desse modo, o ensino em citologia oncológica precisa considerar os conceitos teóricos não como imutáveis, mas como resultados, sempre em mudança, da interação humana com objetos e outros sujeitos em situações de construções coletivas de conhecimento, mediante processos dinâmicos e desafios do dia a dia (Miranda, 2001).

Porém, o atual cenário dos cursos da disciplina está pautado em um ensino estático, preocupado em levar ao desenvolvimento de conceitos, mas que não possibilita ao discente a capacidade de relacionar esses conceitos com os processos orgânicos como um todo, nem o desenvolvimento do pensamento crítico e da tomada de decisões, deixando o aluno à margem da construção do seu próprio conhecimento (Vilaça; Cavalheiro; Frenedo, 2024).

Diante do exposto, reitera-se, mais uma vez, a necessidade do desenvolvimento do raciocínio, da tomada de decisões, da capacidade de trabalhar em grupo e do pensamento crítico, pois o citologista precisar relacionar os dados clínicos do paciente com as alterações celulares que está visualizando ao microscópio ótico. Logo, o ensino de citologia oncológica não pode ser pautado na transmissão de conhecimentos do professor para o aluno de maneira passiva.

Portanto, o profissional em saúde deve ser capaz de criar, planejar, implementar e avaliar políticas e ações que visem ao bem-estar geral de determinada comunidade, além de possuir habilidades que possam transformar a prática técnica em subsídios para fornecer acolhimento e prestar cuidados aos vários aspectos de necessidade em saúde das pessoas (Mello; Alves; Lemos, 2018).

Essas habilidades cabíveis ao profissional em saúde deveriam ser construídas ao longo da graduação, de forma que o sujeito egresso já conseguisse abranger suas competências para além do domínio técnico-científico. Assim, seria possível que o conteúdo apreendido fosse transmitido e incorporado com o objetivo de levar qualidade de vida para a população, bem como proporcionar a autonomia no enfrentamento das várias situações adversas que ocorrem no cotidiano desse profissional (Mello; Alves; Lemos, 2018).

Para desenvolvimento de tais habilidades e competências, as metodologias ativas de ensino são pertinentes para incitar o processo de ensino-aprendizagem de estudantes, já que, com sua aplicação, o discente assume o papel de instituidor de seu conhecimento e não somente receptor de informações, papel há muito tempo preconizado pelo ensino tradicional (Mello; Alves; Lemos, 2018).

Dessa maneira, destacamos a importância do ensino baseado na resolução de problemas como uma metodologia ativa que vem sendo adotada em algumas escolas médicas e demais cursos da área da Saúde no Brasil (Moreira; Manfroi, 2011; Mello; Alves; Lemos, 2018; Vignochi *et al.*, 2009).

Essa metodologia, dadas suas questões conceituais, foi aplicada nesta pesquisa como uma referência de ensino-aprendizagem e como ferramenta avaliativa do mesmo processo (Allevato; Onuchic, 2014; Poffal; Rodriguez Dávila, 2020). Assim, seu objetivo foi identificar as contribuições do ensino baseado na resolução de problemas à disciplina de citologia oncótica, focando o desenvolvimento de conhecimento conceituais, procedimentais e atitudinais (Ribeiro Passos; Salgado, 2019), assim como autonomia (Freire, 1998; Ribeiro; Passos; Salgado, 2020) para a formação de futuros biólogos e biomédicos citologistas.

## METODOLOGIA

Para alcançar os objetivos estabelecidos e responder à questão-problema desta pesquisa, foi realizado um estudo de natureza e abordagem qualitativas, com diversos instrumentos de coleta e registro de dados, tais como: consulta a pesquisas científicas e literatura especializada relacionadas ao ensino de citologia oncótica e resolução de problemas, filmagens, fotos e anotações dos estudantes.

É relevante salientar que a pesquisa foi idealizada de uma maneira e, conforme foi sendo desenvolvida, foram realizados ajustes e adaptações, devido à sua característica qualitativa. Isso porque nenhuma pesquisa é totalmente controlável, com início, meio e fim previsíveis, tratando-se de um processo no qual nem todas as etapas são possíveis de serem previstas (Goldenberg, 2010).

A escolha pela pesquisa qualitativa deve-se ao fato de que ela lida com emoções, valores e subjetividades, pois o processo de ensino e aprendizagem é um ato social. Portanto, não é suscetível de quantificação, já que cada discente tem um sentido próprio, diferente dos demais, e isso torna necessário que cada caso seja compreendido em sua singularidade (Goldenberg, 2010).

Dessa maneira, é importante ressaltar que o presente trabalho foi elaborado seguindo duas etapas. A primeira, teórica e qualitativa, mediante uma revisão de literatura, com o intuito de entrar em contato com os artigos, dissertações e teses sobre o ensino de citologia oncótica e resolução de problemas publicados até então. A segunda, prática e qualitativa, caracterizando uma pesquisa empírica, por meio da metodologia da pesquisa-intervenção, cujos dados foram analisados por Análise Textual Discursiva (ATD).

A primeira etapa da pesquisa, teórica e qualitativa, que teve como objetivo trazer publicações que abordassem a temática do

ensino de citologia oncótica no Ensino Superior, foi realizada tendo como descritores: "Ensino de citologia oncótica", "Resolução de Problemas nas Ciências da Saúde" e "Citologia oncótica no Ensino Superior". A revisão de literatura foi realizada em bancos de dados do Brasil, tais como Scielo, Catálogo de Teses e Dissertações da Capes e anais de eventos de citologia oncótica e citopatologia, abrangendo as publicações dos últimos 20 anos sobre o tema. Foram encontradas 51 publicações, sendo que, após leitura flutuante, 46 delas foram consideradas adequadas para compor a pesquisa, conforme relatado por Vilaça, Frenedo e Siqueira (2019).

A segunda etapa da pesquisa, caracterizada como prática e qualitativa, foi realizada segundo os preceitos da pesquisa-intervenção, para alcançar o objetivo de avaliar a importância da resolução de problemas como estratégia de ensino em citologia oncótica.

A escolha pela pesquisa-intervenção deve-se ao fato de que, durante ela, práticas de ensino são criadas, implementadas e avaliadas a partir de um propósito, que é de promover ao máximo a aprendizagem dos discentes (Damiani, 2012). Isso se encaixa perfeitamente nesta investigação, que busca defender a ideia de que a resolução de problemas é a estratégia de ensino ideal para a formação de citologistas.

Nesse sentido, a pesquisa foi idealizada para retratar a realidade dos alunos ao chegarem ao curso de citologia oncótica e como isso pode ser modificado mediante a ação docente e o ensino por meio da resolução de problemas. De acordo com Rocha e Aguiar (2003), o objetivo relaciona-se com a pesquisa-intervenção, pois existe uma dinâmica relação entre pesquisador e sujeitos de pesquisa que determinará os caminhos deste estudo que, por si só, é uma construção.

Ainda, ao analisar-se o que defendem Rocha e Aguiar (2003), evidencia-se que a pesquisa-intervenção possui estreita relação

com a resolução de problemas, pois os pesquisadores e os sujeitos da pesquisa estão envolvidos de modo participativo. Assim, dessa interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e solucionados, levando às mudanças na produção de conhecimento.

Este trabalho foi realizado com os alunos do quinto e do sexto semestres dos cursos de graduação em Ciências Biológicas e Biomedicina. Foram selecionados discentes que mostravam interesse em citologia oncótica ou que tinham a intenção de atuarem como citologistas ao concluírem a graduação e se disponibilizaram a participar da pesquisa no turno inverso ao que estudam, sendo que todos responderam ao TCLE. Ela foi apreciada e aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa em Humanos da Universidade Cruzeiro do Sul, via Plataforma Brasil, recebendo o CAAE 33521220.0.0000.8084.

A pesquisa foi realizada entre os meses de novembro de 2018 a março de 2020, com recessos em janeiro e julho de 2019 e janeiro de 2020. Foram selecionados dez discentes do curso de graduação em Ciências Biológicas e dez do curso de graduação em Biomedicina. O fator de inclusão foi mencionado acima e o de exclusão foi já terem algum tipo de contato com Anatomia Patológica ou cursado a disciplina citologia oncótica. Isso porque, dessa maneira, já poderiam ter maior contato com a leitura de lâminas e demonstrar resistência às atividades propostas.

Os materiais utilizados foram microscópios ópticos e lâminas de colpocitologia oncótica (cervicovaginal) provenientes de doação do Laboratório de Anatomia Patológica, Imuno-histoquímica e Citopatologia (Labpac). É importante lembrar que as lâminas de casos negativos possuíam, no mínimo, cinco anos de arquivo, e as lâminas de casos positivos, no mínimo, 20 anos de arquivo. Antes da aplicação da resolução de problemas, foram elaboradas atividades para que a pesquisadora pudesse levantar os principais conhecimentos

prévios dos alunos e suas dificuldades em relação ao aprendizado de citologia oncótica.

As atividades estavam relacionadas aos seguintes temas: (i) prática em microscopia; (ii) prática em citologia oncótica normal; (iii) prática com casos de processo inflamatório e agentes etiológicos; (iv) prática com lesões neoplásicas de baixo grau; (v) prática com lesões neoplásicas de alto grau; (vi) prática com lesões glandulares; (vii) prática com casos de carcinoma *in situ* e invasor.

As atividades foram realizadas da seguinte maneira: de forma individual: os alunos não foram divididos em grupo; cada discente ficou em um microscópio óptico; foram distribuídas lâminas de acordo com o tema da atividade, por exemplo, na prática sobre agentes etiológicos e inflamação, foram distribuídas aos alunos amostras com *Gardnerella vaginalis* e *Trichomonas vaginalis*, sem que soubessem do laudo, para averiguar se eles seriam capazes de identificar a bactéria e o protozoário, respectivamente; e cada estudante deveria descrever a sua primeira impressão sobre o contato com a amostra, dificuldades de visualização e suposto diagnóstico.

Durante as atividades, a pesquisadora tomou nota das principais dificuldades dos participantes da pesquisa, ao passar de bancada em bancada, inclusive tirando fotos do caderno ou anotações dos discentes. Feito isso, foi estabelecido um plano de ação e realizada a aplicação da resolução de problemas com o intuito de promover o aprendizado de citologia oncótica.

Dessa maneira, os estudantes foram divididos em grupos de dois ou três alunos e aplicou-se a resolução de problemas, cujas etapas foram a prática de microscopia e laudo de exames de colpocitologia oncótica; a elaboração e apresentação de casos clínicos; e a demonstração da consolidação de conhecimentos por meio de seminários.

Devido às suas questões conceituais, a metodologia escolhida foi aplicada nesta pesquisa como uma referência de ensino-aprendizagem e como ferramenta avaliativa do mesmo processo (Allevato; Onuchic, 2014). Assim, durante a realização dos desafios propostos aos estudantes, a pesquisadora também realizou a avaliação do desempenho.

Para análise dos dados obtidos, foi utilizada a Análise Textual Discursiva, por se tratar de uma pesquisa qualitativa e, portanto, haver a necessidade de aproveitar o potencial dos sistemas caóticos no sentido da emergência de novos conhecimentos, possibilitando a formação de novas estruturas de compreensão dos fenômenos sob investigação, expressas, então, em forma de produções escritas (Moraes, 2003).

Os dados obtidos mediante a verificação das anotações de aula dos discentes e dos textos elaborados para a apresentação de seminários pelos sujeitos da pesquisa, acompanhados das práticas e textos de casos clínicos, passaram pelos elementos fundamentais da Análise Textual Discursiva: desconstrução dos textos; estabelecimento de relações; impregnação nos materiais de análise; análise descritiva.

Moraes e Galiuzzi (2016) ressaltam que é importante compreender que a ATD tem um caráter subjetivo e, ao contrário da análise de conteúdo, que é positivista, não pretende testar hipóteses para comprová-las ou refutá-las ao final da pesquisa; a intenção é a compreensão, a reconstrução de conhecimentos existentes sobre os temas investigados.

Dessa maneira, a ATD é construída por meio de três elementos principais: unitarização, na qual ocorre a desmontagem dos textos para que, assim, possam ser examinados os seus detalhes, no intuito de atingir unidades de significado para o fenômeno estudado; categorização, na qual ocorre a reunião das unidades de significado

semelhantes geradas a partir da unitarização dos textos fragmentados; comunicação, destinada à produção de um metatexto, derivado da análise, interpretação e produção de argumentos entre o pesquisador e os dados que foram revelados na pesquisa.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os seminários elaborados foram descritos e analisados na perspectiva metodológica da Análise Textual Discursiva (ATD), que, de acordo com as orientações de Moraes e Galiuzzi (2016), envolve as etapas de unitarização, categorização e comunicação.

O processo de unitarização, ou fragmentação de textos, surgiu a partir das categorias temáticas criadas pela fragmentação dos textos elaborados pelos estudantes para o seminário. Ou seja, implica examinar os textos em seus detalhes, fragmentando-os no sentido de produzir unidades constituintes, enunciados referentes aos fenômenos estudados, de acordo com Moraes e Galiuzzi (2016). Para facilitar a formação das categorias temáticas, foi preconizado, para elaboração desta pesquisa, a organização das unidades de significado de acordo com Vieira (2016).

Nesse sentido, a sigla "S" designa seminário e o número que o segue indica qual foi o grupo de alunos que apresentou o seminário (1- microscopia e colpocitologia oncótica; 2- citologia normal; 3- citologia inflamatória-candidíase; 4- citologia inflamatória – tricomoníase; 5- citologia inflamatória – vaginose bacteriana; 6- citologia do trato genital feminino x histologia do trato genital feminino; 7- alterações neoplásicas em colpocitologia oncótica). O número que acompanha a designação do tema do seminário está relacionado à unidade de significado que a pesquisadora encontrou ao analisar as anotações, diálogos e apresentação dos seminários pelos alunos.

Ainda sobre a aplicação da ATD aos resultados, a primeira coluna do quadro 1 representa o código da unidade de significado; a segunda coluna, os textos extraídos dos seminários elaborados pelos alunos; e, na terceira coluna, há as primeiras interpretações da pesquisadora.

**Quadro 1 - Unidades de significado dos textos elaborados pelos alunos para a apresentação do seminário "Microscopia e Colpocitologia Oncótica"**

Unidade de significado	Frases dos estudantes	Primeira interpretação da pesquisadora
S1.1	Bacilo de Doderlein é do bem!	Entendimento da fisiologia e ecologia cervicovaginal.
S1.2	O bacilo come o citoplasma, mas o que acontece com o núcleo?	Percepção dos processos celulares em função da microbiota, da qual surgem os núcleos nus.
S1.3	São as células intermediárias que sofrem citólise, pois o seu citoplasma está cheio de glicogênio devido à ação progesteracional.	Relação de um processo celular em função da ação hormonal.
S1.4	A lâmina deve ser lida em sua totalidade. Não estamos falando de uma lâmina didática, mas, sim, de um caso que devemos visualizar se há células neoplásicas.	Percepção da importância do exame de colpocitologia oncótica e de sua diferença em relação às lâminas de estudo utilizadas no aprendizado de histologia.
S1.5	Na histologia, temos a visualização de todo tecido, fica mais fácil visualizar as lesões. Na citologia, temos que procurar as células neoplásicas.	Percepção de sua atuação como citologista e da importância do exame de colpocitologia oncótica.
S1.6	Não utilizamos a objetiva de 100x para realizar o rastreamento da lâmina em citologia oncótica. O material deve ser analisado com a objetiva de 10x e confirmado com a de 40x.	Percepção do dia a dia da profissão e de como deve ser a rotina de laboratório.

S1.7	O coilocito é uma evidência da ação do HPV, nós não enxergamos o vírus, mas enxergamos sua ação na célula, que é a quebra do citoesqueleto.	Identificação dos processos moleculares que levam à alteração morfológica da célula.
S1.8	Existe uma variação desta célula que se chama navicular porque a borda do seu citoplasma é espessa parecendo um navio.	Identificação das alterações morfológicas celulares fisiológicas.
S1.9	A amostra em meio líquido deixa o fundo mais limpo.	Percepção da distinção entre as técnicas de coleta e preparo do material.
S1.10	O fundo mais limpo na amostra em meio líquido é bom, mas é ruim, pois perdemos a capacidade de ver o fundo necrótico.	Percepção sobre as técnicas de preparo do material, seus pontos positivos e negativos.
S1.11	O canto da lâmina tem sempre uma surpresa.	Percepção sobre a prática da profissão de citologista.
S1.12	Se o material estiver com muitos neutrófilos e não for possível enxergar as células epiteliais com nitidez, devemos classificar o material como insatisfatório.	Iniciativa para tomada de decisões diante de um evento adverso na amostra.

Fonte: dados de pesquisa (2025).

No quadro 2, descreve-se a categorização das unidades de significado encontradas durante a elaboração do seminário, agrupadas de acordo com seus aspectos em comum, gerando subcategorias conforme a relação com o processo de ensino e aprendizagem em citologia oncológica.

Para tanto, levou-se em conta o fato de que um bom citologista deve ser capaz de entender os processos moleculares, fisiológicos e patológicos que levam às alterações morfológicas celulares visualizadas ao microscópio óptico. A questão da memória fotográfica é importante, mas confere ao profissional da área apenas a capacidade de diferenciar uma estrutura da outra, quando o ideal é

saber o motivo pelo qual a alteração ocorreu, por exemplo. Nesse sentido, o citologista desenvolve a sua capacidade de raciocínio e tomada de decisões e refina o seu laudo final.

**Quadro 2 - Organização das subcategorias e categorias de análise envolvendo a elaboração do seminário 1: "Microscopia e Colpocitologia Oncótica"**

Unidades de significado	Aspecto em comum	Subcategorias	Categorias de análise
S1.1, S1.2, S1.3, S1.7, S1.8	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relação da morfologia celular com os aspectos fisiológicos e moleculares da célula.</li> <li>Identificação de inter-relações entre os processos celulares fisiológicos e patológicos e a morfologia celular.</li> <li>Relação da morfologia celular com os processos moleculares e patológicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formação do raciocínio em citologia oncótica, ligando a morfologia celular aos processos fisiológicos da célula.</li> <li>Formação do raciocínio em citologia oncótica, identificando a origem das lesões celulares e sua morfologia ao microscópio óptico.</li> </ul>	Aspectos relacionados à apropriação de raciocínio e inter-relação dos conteúdos em citologia oncótica.
S1.4, S1.5, S1.6, S1.9, S1.10, S1.11, S1.12	<ul style="list-style-type: none"> <li>Relação com o dia a dia da profissão.</li> <li>Importância do exame de colpocitologia oncótica como método de prevenção do câncer.</li> <li>Noção da diferença entre o exame histopatológico e o citopatológico.</li> <li>Iniciativa para tomada de decisões.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formação da consciência de um citologista e sobre a importância da profissão para o rastreamento do câncer.</li> <li>Formação do raciocínio em citologia oncótica. Desenvolvimento da habilidade de distinguir análises de histopatologia e citopatologia.</li> </ul>	Aspectos relacionados ao perfil de um citologista e desenvolvimento do raciocínio científico sobre citologia oncótica, com o foco voltado para a aplicação clínica dos conhecimentos adquiridos.

Fonte: dados de pesquisa (2025).

Ao realizar a terceira etapa da ATD, ou seja, a comunicação entre os dados, torna-se evidente que a elaboração e apresentação do seminário permitiu aos discentes o conhecimento da base teórica necessária para o entendimento dos processos fisiológicos e patológicos que ocorrem em uma célula, levando à alteração de sua morfologia. Isso é necessário para o refinamento de um diagnóstico em citologia oncótica, conforme explicitado nas unidades de significado S1.1, S1.2, S1.3, S1.7, S1.8.

Dessa maneira, os sujeitos da pesquisa, além da memória fotográfica, também desenvolveram a habilidade de relacionar as alterações morfológicas e lesões celulares aos processos moleculares, fisiológicos e patológicos da célula, evidenciando o ensino-aprendizagem por meio da compreensão, conforme preconizam Allevato e Onuchi (2014) e Pozo (1998) ao citarem os objetivos da resolução de problemas.

Além disso, verificando as anotações dos estudantes e acompanhando o processo de criação e apresentação do seminário 1, foi possível perceber que houve a preocupação em reconhecer a morfologia celular, as alterações e os processos fisiológicos (citólise). Ademais, essa preocupação veio acompanhada da necessidade de também entender e saber explicar os motivos daquelas alterações morfológicas, demonstrando a apropriação do pensamento científico, conforme descreve Pozo (1998). Isso comprova-se pelo fato de os discentes terem buscado a análise da solução obtida, conforme pode ser observado no anexo G (grupo 1).

Tal iniciativa dos alunos corrobora a ideia de Gil Pérez *et al.* (1992) sobre a resolução de problemas no ensino das Ciências Biológicas e da Saúde, já que os autores defendem que a noção de problema em Ciências Biológicas está atrelada às concepções presentes em professores e alunos, objetivando a promoção do ensino e a aprendizagem de conceitos científicos. Esses problemas não teriam respostas conhecidas a priori; por conseguinte, os estudantes

precisariam mobilizar competências para enfrentar questões propostas quer pelos professores, quer pelas situações cotidianas.

As unidades de significado S1.4, S1.5 e S1.6, S1.9, S1.10, S1.11 e S1.12 trazem a evidência de que os discentes conseguiram visualizar a importância da profissão citologista e passaram a desenvolver o pensamento crítico na aplicação clínica da citologia oncológica, mudando, inclusive, sua relação com o microscópio óptico. Ao longo da pesquisa, o instrumento passou a ser considerado um instrumento de trabalho, e não só de aprendizado, indo ao encontro do que pensa Bailin (2002), para que o pensamento crítico leva à qualidade do pensamento e do juízo de valor numa determinada área. O autor ainda sustenta que, para pensar criticamente, é necessário conhecer e atuar de acordo com tais critérios ou normas, sendo alguns deles distintivos principais dos possuidores do pensamento crítico, tais como confiabilidade dos dados coletados, controle de variáveis, credibilidade de fontes de informação e validade das inferências.

A prática em microscopia e elaboração de laudos em colpocitologia oncológica serviu também como um instrumento avaliativo, conforme as ideias de Allevato e Onuchic (2014), ao afirmarem que a aprendizagem e a avaliação devem ocorrer simultaneamente durante o processo de construção do conhecimento. Nesse processo, o professor deve atuar como guia e mediador, pois isso aumenta a aprendizagem e leva à modificação das práticas do docente em sala de aula, quando necessário.

Por fim, ressalta-se, ainda, a necessidade da prática laboratorial em citologia oncológica, já que ela representa um problema ao estudante que chega à disciplina. Nesse sentido, durante a realização de aulas práticas, ocorre o aprendizado da disciplina por meio da resolução de problemas.

Assim, vale ressaltar o que preconiza Leite (2001): os trabalhos práticos por si só devem ser atividades de caráter investigativo,

iniciados pela apresentação de situações problemáticas que despertem o interesse dos estudantes, ou, muitas vezes, que permita sua formulação por eles. Desse modo, provavelmente eles estarão mais motivados para levantarem hipóteses, planejarem os possíveis meios para a solução, testarem e analisarem os fatos coletados. Munidos dessas informações, estarão instrumentalizados para construir resposta(s) para o(s) problema(s) inicialmente proposto(s).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para elaborar as considerações finais em relação a esta pesquisa, retorna-se ao seu problema inicial, bem como a seus objetivos, para, a partir dos resultados obtidos e analisados, apontar considerações acerca da tese inicialmente apresentada, de modo a confirmá-la ou rechaçá-la.

Como ideia norteadora e problema de pesquisa, foi trazida a seguinte indagação: qual a importância da resolução de problemas para o ensino de citologia oncótica? Os resultados indicaram que a metodologia baseada na resolução de problemas confere aos estudantes o desenvolvimento do pensamento crítico, pois permite a relação entre a base teórica e o funcionamento normal de uma célula, considerando-se os aspectos clínicos do paciente. Dessa maneira, a assertividade e a tomada de decisões para laudar um caso com excelência fica mais evidente.

Já em relação aos objetivos proposto, foram eles: identificar as contribuições da resolução de problemas como estratégia de ensino-aprendizagem-avaliação para o ensino de citologia oncótica e a formação de futuros Biólogos e Biomédicos Citologistas; identificar as principais dificuldades dos estudantes em relação ao aprendizado da disciplina; evidenciar a função da resolução de problemas

na formação de profissionais com pensamento crítico; e identificar a importância da resolução de problemas como estratégia de ensino-aprendizagem-avaliação para o planejamento de aulas práticas em citologia oncótica. Pode-se afirmar que foram alcançados, pois:

- Na prática inicial para sondagem dos conhecimentos prévios e levantamento das principais dificuldades dos discentes em relação à aprendizagem de citologia oncótica, identificou-se que os estudantes traziam problemas relacionados à prática em laboratório, ou seja, dificuldade para focalizar e manipular um microscópio óptico. Isso, por sua vez, leva à impossibilidade da leitura da amostra citológica.
- Durante a prática em microscopia e liberação de laudos, ficou evidente a influência do aprendizado por meio de resolução de problemas também como fator avaliativo e na construção de aulas práticas.
- Durante a elaboração dos seminários e casos clínicos, os alunos tiveram de desenvolver textos, ler lâminas e laudar casos para discussão com seus colegas. Ou seja, foram desafios que demandaram a capacidade de trabalho em grupo, negociação, raciocínio, pensamento crítico, fundamentação teórica e tomada de decisões. Os desafios foram cumpridos, e os alunos apresentaram aspectos relacionados à apropriação de raciocínio e inter-relação dos conteúdos em citologia na disciplina. Assim, confirmou-se a importância da resolução de problemas como estratégia de ensino em citologia oncótica, incluindo o desenvolvimento do pensamento crítico.

Tais habilidades são fundamentais para um bom profissional citologista, pois este possui a responsabilidade de rastrear, precocemente, células neoplásicas e infecções virais e, desse modo, contribuir para a manutenção da saúde e da qualidade de vida de seus pacientes. Além disso, o citologista encontra-se, diariamente, diante

de situações que exigem tomada rápida de decisões, trabalho em equipe, negociação, orientação da população e ética.

Dessa maneira, os resultados obtidos com esta pesquisa comprovam a tese aqui defendida de que o ensino de citologia oncótica nas universidades precisa ser aplicado por meio da resolução de problemas com o intuito de levar à formação de citologistas críticos, que favoreçam a formação de uma sociedade mais justa, e com conhecimentos específicos sólidos na área. Assim, haverá a garantia de segurança na leitura de lâminas, rastreamento precoce do câncer e liberação de laudos, levando à melhoria da qualidade de vida da população.

Salienta-se, porém, que a resolução de problemas como estratégia de ensino relaciona-se com a formação e a ação docente. Tal fato abre espaço para novas pesquisas, que abranjam, além da resolução de problemas, também outras práticas e ações docentes. Isso porque o professor deve ter em mente que houve uma necessária mudança no processo de ensino-aprendizagem, de forma que, hoje, o aluno é o protagonista de seu próprio conhecimento. Logo, o ensino não pode mais ser baseado na repetição e memorização de conteúdos. Uma sociedade mais justa depende de professores que formem profissionais críticos, éticos e com sólidos conhecimentos em sua área de atuação.

## REFERÊNCIAS

ABRAHIM, N. M. M. *et al.* **Contribuição da Citopatologia Esfoliativa no Diagnóstico de Lesões de Cavidade Oral.** 2017. 73 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Cirurgia) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2017.

ALLEVATO, N. S. G. **Associando o Computador à Resolução de Problemas Fechados: Análise de uma Experiência.** 2005. 378 P. Tese (Doutorado em Educação Matemática) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2005.

ALLEVATO, N. S. G.; ONUCHIC, L. R. Ensino-aprendizagem-avaliação de Matemática: por que através da Resolução de Problemas. *In: ONUCHIC, L. R. et al. (org.). Resolução de Problemas: Teoria e Prática.* Jundiaí: Paco Editorial, 2014.

ANDREATTA, C. **Aprendizagem Matemática Através da Elaboração e Resolução de Problemas em uma Escola Comunitária Rural.** 2020. 203 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2020.

BAILIN, S. *Critical Thinking and Science Education.* **Science & Education**, v. 11, n. 4, p. 361-375, jul. 2002.

BRASILEIRO FILHO, G. B. **Bogliolo:** Patologia. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

BURZLAFF, J. B. *et al. Exposure to Alcohol or Tobacco Affects the Pattern of Maturation in Oral Mucosal Cells: a cytohistological study.* **Cytopathology: Official Journal of the British Society for Clinical Cytology**, v. 18, n. 6, p. 367-375, dez. 2007.

FERREIRA, N. S. de A. As Pesquisas Denominadas “Estado da Arte” **Educação & Sociedade**, ano 23, p. 257-272, ago. 2002.

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia:** saberes necessários à prática educativa. 7 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1998.

GEDOZ, L. *et al. Proliferative Activity in Clinically Healthy Oral Mucosa Exposed to Tobacco Smoking and Alcohol: a longitudinal study using the agNOR 28 staining technique.* **Analytical and Quantitative Cytology and Histology**, v. 29, n. 4, p. 231-238, ago. 2007.

GIL PÉREZ, D. *et al. Questionando a Didática de Resolução de Problemas: elaboração de um modelo alternativo.* **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 9, n. 1, p. 7-19, 1992.

GOLDENBERG, M. **A arte de Pesquisar:** fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. Rio de Janeiro: Record, 2006.

GOMPEL, C.; KOSS, L.G. **Introdução à Citopatologia Ginecológica com Correlações Histológicas e Clínicas.** São Paulo: Roca, 2006.

HALPERN, D. F. **Thought and Knowledge:** an introduction to critical thinking. 3rd. ed. Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates, 1996.

HOOKE, R. **Micrographia: or Some Physiological Descriptions of Minute Bodies Made by Magnifying Glasses with Observations and Inquiries Thereupon.** London: J. Martyn and J. Allestry, 1665.

LEITE, L. Contributos para uma Utilização Mais Fundamentada do Trabalho Laboratorial no Ensino das Ciências. *In*: CAETANO, H. V.; SANTOS, M. G. (org.). **Cadernos Didáticos de Ciências 1.** Lisboa: Departamento do Ensino Secundário, 2001.

MELO, C. C. B.; ALVES, R. O.; LEMOS, S. M. A. Metodologias de Ensino e Formação na Área da Saúde: revisão de literatura. **Revista CEFAC**, Campinas, v. 16, n. 6, p. 2015-2028, 2014.

MIRANDA, N. S. O Caráter Partilhado da Significação. **Revista Veredas**, Juiz de Fora, v. 5, n. 1, p. 57-81, jan./jun. 2001.

MORAES, R. Uma Tempestade de Luz: a Compreensão Possibilitada pela Análise Textual Discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MORAES, R.; GALIAZZI, M. do C. **Análise Textual Discursiva.** 3 ed. Ijuí: Unijuí, 2016.

MORAIS, R. dos S.; ONUCHIC, L. R. Uma Abordagem Histórica da Resolução de Problemas. *In*: ONUCHIC, L. R. *et al.* (org.). **Resolução de Problemas: Teoria e Prática.** Jundiaí: Paco, 2014.

MOREIRA, M. B.; MANFROI, W. O Papel da Aprendizagem Baseada em Problemas nas Mudanças no Ensino Médico no Brasil. **Revista HCPA**, Porto Alegre, v. 31, n. 4, p. 477-481, 2011.

OLIVEIRA, M. D.; OLIVEIRA, R. D. Pesquisa Social e Ação Educativa: conhecendo a realidade para poder transformá-la. *In*: BRANDÃO, C. R. (org.). **Pesquisa Participante.** São Paulo: Brasiliense, 1985. p. 83-95.

ONUCHIC, L. R.; ALLEVATO, N. S. G. Pesquisa em Resolução de Problemas: caminhos, avanços e novas perspectivas. **Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro, v. 25, n. 41, p. 73-98, dez. 2011.

POFFAL, C. A.; RODRIGUEZ, B. D. A.; D'ÁVILA, C. G. Uma Sequência Didática Baseada na Resolução de Problemas e em Material Manipulativo Envolvendo Funções Exponenciais e Logarítmicas. **Revista Eletrônica de Educação Matemática**, Florianópolis, v. 15, p. 01-22, 2020.

POLYA, G. **A Arte de Resolver Problemas**. Rio de Janeiro: Interciência, 1978. [publicação original de 1945].

POZO, J. I. **A Solução de Problemas: Aprender a Resolver, Resolver para Aprender**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

RIBEIRO, D. C. A.; PASSOS, C. G.; SALGADO, T. D. M. A Metodologia da Resolução de Problemas: uma proposta interdisciplinar sobre agrotóxicos na educação de jovens e adultos. **Revista Linhas**, v. 20, n. 43, p. 205-233, 2019.

SILVA NETO, J. C. **Citologia Clínica do Trato Genital Feminino**. 2 ed. Rio de Janeiro: Thieme Revinter, 2020.

SOLOMON, D.; NAYAR, R. **Sistema Bethesda para Citopatologia Cervicovaginal**. 2 ed. Rio de Janeiro: Revinter, 2005.

VAN DE WALLE, J. A. *Teaching Through Problem Solving*. In: VAN DE WALLE, J. A. **Elementary and Middle School Mathematics**. New York: Logman, 2001.

VASCONCELOS, C.; ALMEIDA, A. **Aprendizagem Baseada na Resolução de Problemas no Ensino das Ciências**: propostas de trabalho para Ciências Naturais, Biologia e Geografia. Porto, Portugal: Porto Editora, 2012.

VILAÇA, F. A.; FRENEDOZO, R. C.; SIQUEIRA, A. C. O Ensino de Citopatologia no Contexto Universitário: um olhar para a produção/publicação acadêmica e sua empregabilidade como ação prática de ensino. **RENCIMA**, São Paulo, v. 10, n. 3, p. 168-187, 2019.

VILAÇA, F. A.; CAVALHEIRO, C.M.; FRENEDOZO, R. C. Resolução de Problemas como Estratégia de Ensino em Citologia Oncótica. In: ROSALEN, M.; PECCIN, S.; VIESBA, L.; GIUSTI, R.; ROSALEN, P. (org.) **Movimentos Docentes no Ensino de Ciências da Saúde**. Santo André: V&V Editora, 2024.



$ax^2+bx+c=0$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$   
 $E=MC^2$   
 $\log_b(x)$   
 $\log_b(xy)$   
 $\log_b\left(\frac{x}{y}\right)$   
 $x_1 = 1+3+3+...+9 =$   
 $x_2 = 2+4+4+8+12 = 30$   
 $x^2+2ax+a=(x+a)$   
 $x^2-2ax+a^2=(x-a)^2$   
 $x^2+(a+b)x+ab=(x+a)(x+b)$   
 $x^3+a^3=(x+a)(x^2-ax+a^2)$   
 $x^3-a^3=(x-a)(x^2+ax+a^2)$   
 $+ac = a(b+c)$   
 $\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{bc}$   
 $\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{a}{bc}$   
 $\frac{a}{b} = \frac{ad+bc}{bd}$   
 $a(b+c) = ab+ac$   
 $a+b = b+a$   
 $a(b+c) = ab+ac$   
 $AB + BC = x+y$   
 $x$

# 10

*Laura Luciane Gonçalves Formaggi*

*Raphael Paixão Branco Teixeira*

*Rita de Cássia Frenedo*

**ETOGRAMAS:**  
**FERRAMENTAS PRÁTICAS**  
**PARA O ENSINO E**  
**APRENDIZAGEM DE CIÊNCIAS**

## INTRODUÇÃO

O ensino de Ciências e Biologia busca capacitar os indivíduos a interagirem ativamente com o mundo, utilizando o conhecimento de forma consciente e crítica em seu cotidiano, desenvolvendo o raciocínio lógico e a compreensão dos processos biológicos, da tecnologia e da relação entre os seres vivos e o meio ambiente (Formaggi; Frenedozo, 2024). No entanto, as autoras ressaltam que a transmissão inadequada do conteúdo pode impedir essa assimilação e conexão com a realidade, demandando uma atuação docente inovadora que explore temas do cotidiano e motive os estudantes. Isso pode ser realizado ao contrapor-se essa postura diferenciada a metodologias puramente expositivas, que centralizam o raciocínio no professor, em favor de abordagens que estimulem a reflexão e a construção ativa do conhecimento pelos alunos.

Nesse sentido, a Etologia – área da ciência que estuda o comportamento animal – explora as conexões entre o comportamento em si, o ambiente em que o animal vive e as características do próprio indivíduo. Integrar a etologia ao ensino é relevante porque permite explorar as vivências dos alunos com animais, estimulando a curiosidade sobre o motivo dos comportamentos, possibilitando ao professor explicar esses comportamentos sob perspectivas evolutivas e ecológicas (Silva, 2024). Para Ferreira, Freitas e Rocha (2019), a etologia é uma ferramenta valiosa para o ensino de Ciências, pois conecta o aprendizado com a realidade dos alunos e permite a exploração das causas e significados dos comportamentos animais sob diferentes perspectivas científicas.

Segundo Del-Claro (2004, p. 14), comportamento animal é “o conjunto de todos os atos que um animal realiza ou deixa de realizar.” Dessa forma, podemos considerar que todas as ações que um animal executa é comportamento – até mesmo quando, aparentemente,

não está realizando nada, isto também deve ser considerado um tipo de comportamento, já que possui uma função para aquele indivíduo. Nogueira, Nishida e Campos (2023) argumentam que o estudo do comportamento animal oferece contribuições importantes para áreas como comportamento humano, neurociências, manejo do meio ambiente, bem-estar animal, educação, ensino de Ciências Naturais (Biologia) e Educação Ambiental.

Sob esse viés, os autores referem que a compreensão da importância do comportamento animal como conteúdo integrador no Ensino de Biologia e na Educação Ambiental contribuem para que os estudantes sejam capazes de entender tanto as relações ecológicas quanto as necessidades de sobrevivência dos seres vivos e a ação humana no meio ambiente. Para Silva (2024), a análise comportamental pode ser realizada por meio da elaboração de um etograma – essencial não apenas para avaliar o bem-estar e a produtividade animais, mas também para a conscientização e preservação de espécies. A autora ainda salienta que compreender detalhadamente os comportamentos de uma espécie revela suas necessidades ambientais específicas, subsidiando esforços de conservação de habitats naturais de maneira mais eficaz.

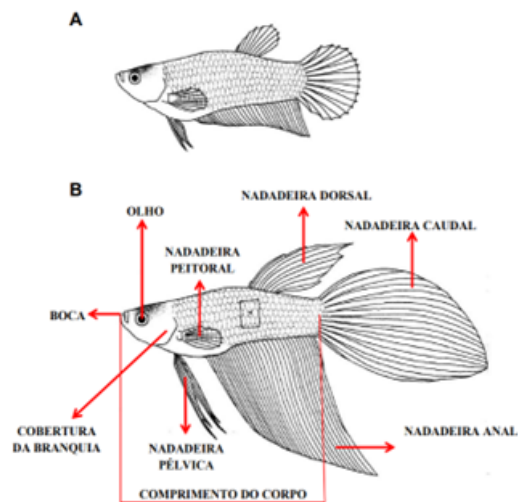
De acordo com Gutierrez-Gomes (2021, p. 96), etograma é “o conjunto de descrições de comportamentos de uma espécie qualquer” e sua elaboração possibilita a descrição dos repertórios comportamentais e seu índice de ocorrência. Pode-se iniciar uma observação para estabelecer quais unidades comportamentais serão apresentadas e sua categorização, tornando a análise mais fácil. Dessa forma, com o auxílio desse instrumento, o pesquisador registra a atividade do animal observado, identifica precisamente uma determinada conduta e estabelece suas relações com diversos fatores (Silva, 2024).

Para realização deste trabalho, o animal escolhido foi o peixe ornamental *Betta splendens*, popularmente conhecido como peixe beta ou peixe lutador. De origem asiática, é amplamente comercializado no Brasil e no mundo. Por possuir hábito alimentar carnívoro, pode ser considerado um eficaz controlador biológico do *Aedes Aegypti*, mosquito transmissor da dengue, devido à sua extraordinária capacidade de predar as larvas presentes na água (Gomes *et al.*, 2019).

Habita regiões alagadiças com águas paradas e pobres em oxigênio, como pântanos, brejos e plantações de arroz. Para sua criação em cativeiro, não necessita de nenhuma suplementação de oxigênio, pois tolera bem condições de baixa concentração de oxigênio dissolvido na água, devido à sua capacidade de respirar ar atmosférico. Por ser um peixe carnívoro, aceita alimentos vivos, como pequenos crustáceos e larvas de mosquitos, alimentos *in natura* como carnes e ração extrusada. A boca voltada para cima permite que o animal se alimente com maior facilidade na superfície da água, principalmente de alimentos que flutuam (Faria *et al.*, 2006).

Apresentam dimorfismo sexual, exceto para algumas espécies nativas que não apresentam diferenças morfológicas evidentes. A diferenciação morfológica se torna mais evidente a partir dos dois meses de idade, quando as nadadeiras dos machos se tornam mais desenvolvidas (Figura 1) (Gomes *et al.*, 2019). Os machos apresentam comportamento extremamente territorialista e agressivo, impossibilitando que mais de um exemplar possa ser mantido no aquário, pois os peixes travam lutas violentas para defender seu território; caso não sejam separados, apenas o mais forte sobreviverá (Faria *et al.*, 2006).

Figura 1 - Dimorfismo sexual entre fêmea (A) e macho (B) da espécie *Betta splendens*



Fonte: Aguiar (2016).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo traçar o perfil comportamental de um indivíduo da espécie *Betta splendens* a partir da elaboração de um etograma, e, dessa forma, realizar a análise dos diferentes comportamentos exibidos pelo animal.

## METODOLOGIA

Para a realização do estudo foi escolhido um animal do gênero masculino, adquirido em um petshop (Figura 2). O animal foi mantido em temperatura ambiente, em um aquário retangular de vidro, com capacidade para dois litros de água, ornamentado com pedras e uma planta artificial. A alimentação foi realizada duas vezes ao dia com ração comercial extrusada, própria para a espécie *B. splendens*, e a limpeza foi realizada a cada sete dias.

**Figura 2** – Macho da espécie *B. splendens*

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

As observações foram conduzidas ao longo de dez dias, utilizando-se o método de amostragem de todas as ocorrências, que, de acordo com Del-Claro (2004), também pode ser chamado *ad libitum* (amostragem de comportamento à vontade), o qual consiste em registrar absolutamente tudo o que é observado, pois cada ação ou inação do animal é relevante para a análise. As observações ocorreram no período da manhã com duração de 30 minutos ao dia, quando se registrou os comportamentos relacionados à alimentação, locomoção, respiração e comportamentos exploratórios. Além disso, utilizou-se um espelho para estimular comportamentos agressivos, com exposições de dez minutos por dia. Para registrar as informações de temperatura diária utilizou-se o aplicativo para celular Google Clima.

A seguir será apresentado o etograma (Tabela 1) desenvolvido a partir da observação diária de um indivíduo da espécie *B. splendens*.

Tabela 1 – Etograma de *B. splendens*

COMPORTAMENTO	SEQUÊNCIA DE DIAS									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	TEMPERATURA AMBIENTE									
	22°C	21°C	22°C	21°C	24°C	21°C	21°C	22°C	19°C	16°C
ALIMENTAÇÃO	Capturar o alimento na superfície	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Seguir a mão do observador						X	X	X	X
	Procurar alimento no substrato				X	X				
LOCOMOÇÃO	Nadar lento	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Nadar rápido	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Nadar próximo à superfície	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Flutuar parado	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exibição lateral	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Exibição frontal	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Descansar no substrato	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Nadar em movimentos ondulatórios		X	X	X	X	X	X	X	X
	Nadar próximo ao substrato		X	X	X	X	X	X	X	X
	Mergulhar em direção ao substrato e subir		X		X	X	X	X	X	X
	Nadar em direção ao fundo					X	X	X	X	X
	Nadar em círculo					X	X		X	X
	Parar de se movimentar e afundar lentamente até o substrato					X		X	X	
Ficar parado flutuando de costas para o observador									X	X

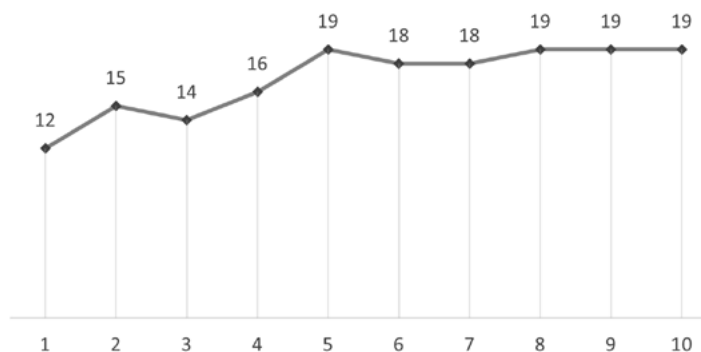
COMPORTAMENTOS EXPLORATÓRIOS	Encarar o observador	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Se aproxima do vidro ao perceber movimentos próximos ao aquário	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Não demonstra interesse pelo espelho					X	X	X	X	X
RESPIRAÇÃO	Encarar o espelho	X	X	X	X					
	Sobe até a superfície para pegar oxigênio	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Durante o período de coleta de dados foram observados 22 comportamentos diferentes, agrupados em quatro categorias (Alimentação, Locomoção, Comportamentos exploratórios e Respiração). A análise do etograma revelou que nenhum dos comportamentos observados foi registrado em todos os dias. Além disso, ao longo das observações, verificou-se que a quantidade de comportamentos registrados por dia obteve aumento gradativo, conforme demonstrado no Gráfico 1.

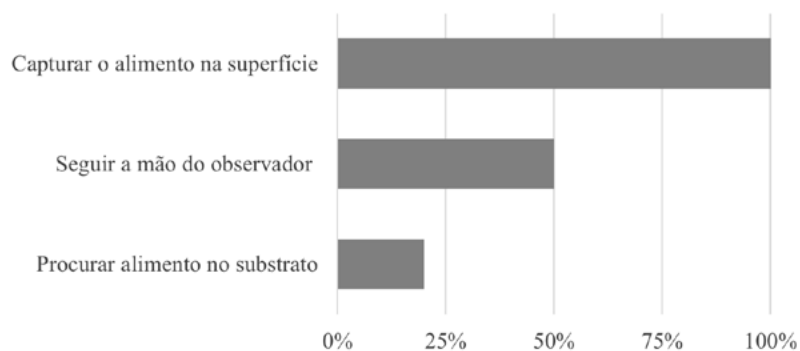
Gráfico 1 - Total de comportamento observados por dia



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na categoria Alimentação foram observados comportamentos de “procurar alimento no substrato” (forragear), “seguir a mão do observador” e “capturar o alimento” na superfície, representando 20%, 50% e 100%, respectivamente, das ocorrências comportamentais relacionadas à alimentação, conforme demonstrado no Gráfico 2. Santos *et al.* (2013) observou comportamentos de alimentação semelhantes ao observado no presente trabalho. Entretanto, o autor ressalta a falta de dados relacionados a esse comportamento, já que grande parte das observações se restringe à observação do comportamento agressivo.

**Gráfico 2** - Percentual de ocorrências comportamentais relacionadas à alimentação



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ainda sobre os comportamentos relacionados à alimentação, foi possível perceber que, após alguns dias sendo alimentado, o peixe começou a seguir a direção da mão do observador enquanto o alimento era oferecido (Figura 3). Portanto, infere-se que o peixe aprendeu a reconhecer que receberia alimento e, diante disso, demonstrava interesse em capturá-lo ativamente.

**Figura 3** - Seguindo a mão do observador ao receber alimento



*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

Na categoria Locomoção, foram observadas 14 ações apresentadas pelo peixe, das quais "descansar no substrato", "exibição frontal", "exibição lateral", "flutuar parado", "nadar próximo à superfície", "nadar rápido" e "nadar lento" representaram 100% das ocorrências comportamentais relacionadas à locomoção (Gráfico 3).

**Gráfico 3** – Percentual de ocorrências comportamentais relacionadas à locomoção

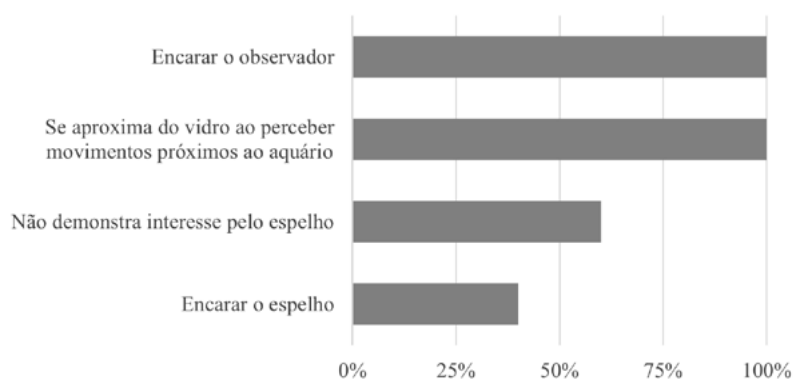


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na categoria Comportamentos exploratórios, observou-se atitudes como: “encarar o espelho”, “não demonstrar interesse pelo espelho”, “aproximar-se do vidro ao perceber movimentos próximos ao aquário” e “encarar o observador”. Segundo Santos *et al.* (2013), os comportamentos agressivos que os machos dessa espécie apresentam podem ser descritos como “movimentação em direção ao peixe-estímulo”, “aumento da saturação da coloração natural”, “abertura de opérculo”, “abertura de nadadeiras dorsal e caudal”. Contudo, é válido ressaltar que tais comportamentos foram classificados como exploratórios, pois, apesar de receber os estímulos para

desencadear comportamentos agressivos, o peixe apenas observou seu reflexo por pouco tempo durante o estímulo e após quatro dias começou a ignorar seu reflexo. No Gráfico 4, apresenta-se o percentual de ocorrências comportamentais relacionadas a comportamentos exploratórios:

**Gráfico 4** – Percentual de ocorrências comportamentais relacionadas a comportamentos exploratórios



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ademais, alguns comportamentos foram registrados desde o primeiro dia de observação até o último, como podemos observar nos Gráficos 2, 3 e 4. Possivelmente, esses comportamentos estão relacionados ao comportamento inato do peixe, como algumas formas de natação, descanso, flutuação, respiração, procura do alimento, captura do alimento ainda na superfície, aproximar-se do vidro quando percebe movimentação próximo ao aquário e encarar o observador. Embora fosse esperado que o peixe exibisse tais comportamentos quando estimulado a enfrentar seu reflexo no espelho, o indivíduo estudado encarou o espelho por alguns dias, mas não apresentou comportamentos agressivos.

De acordo com as análises feitas a partir das observações, é possível verificar os comportamentos inatos e os comportamentos

aprendidos do peixe, como seguir a mão do observador ao receber alimento e ignorar seu reflexo no espelho depois de alguns dias recebendo tal estímulo (Figura 4). Vale ressaltar que a percepção do observador para registrar as observações melhoraram ao longo do estudo; assim, é possível que o peixe já exibisse a maioria dos comportamentos relacionados à natação e não foram percebidos nos primeiros dias de observação.

**Figura 4** - Encarar o espelho



*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

Contudo, não se observou o comportamento reprodutivo no peixe, tipicamente manifestado pela formação de bolhas e construção do ninho. Para o adequado registro dessa categoria comportamental e de outros hábitos, sugere-se o estabelecimento de um período de observação mais extenso. Nesse sentido, pode-se afirmar que o peixe pode manifestar diferentes comportamentos dependendo do estímulo, e sem corresponder às expectativas ao não exibir o comportamento esperado.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A construção do etograma viabilizou a análise e a compreensão dos comportamentos exibidos pelo peixe beta, bem como a sua respectiva frequência. No decorrer das observações, constatou-se a aptidão do animal para estabelecer associações e adquirir aprendizado em seu ambiente, ilustrada pela associação entre a presença humana e o fornecimento de alimento. O desenvolvimento deste trabalho corrobora com Silva (2024), cuja menção à criação de um etograma ressalta que ele permite aos estudantes aprenderem sobre comportamentos específicos de uma espécie e desenvolverem habilidades de observação, análise e interpretação de dados.

A criação de peixe beta é algo simples, podendo ser feita em pequenos locais e com baixo custo, sendo uma opção viável para uma proposta de construção de etograma em diferentes níveis de ensino, conforme apontam Nogueira, Nishida e Campos (2023). Os referidos autores relatam, ainda, a importância da abordagem de conteúdos disciplinares sobre o comportamento animal nas aulas de Biologia da Educação Básica.

Entretanto, há pouca bibliografia relatando a utilização de etograma como ferramentas práticas para o ensino e aprendizagem de Ciências, evidenciando a necessidade de desenvolvimento de estudos posteriores a respeito do tema.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, C. S. **Influência da Coloração Corporal na Interação Agonística entre Peixes *Betta splendens***. 2016. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.

FERREIRA, A. E. L.; FREITAS, R. H. A.; ANDRADE, M. A. B. S. O uso de vídeos de cetáceos para o ensino de etologia. *In: ANDRADE, M. A. B. S.; ROCHA, Z. F. D. C. (Org.) Propostas didáticas inovadoras: recursos e estratégias para o ensino de ciências*. Curitiba: EDUTFPR, 2019. p. 39-73

DEL-CLARO, K. **Comportamento Animal - uma Introdução à Ecologia Comportamental**. São Paulo: Editora-Livraria Conceito, 2004. (e-book)

FARIA, P. M. C. *et al.* Criação, Manejo e Reprodução do Peixe *Betta splendens* (Regan, 1910). **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, v. 30, n. 3-4, p. 134-139, jul/dez. 2006.

FORMAGGI, L. L. G.; FRENEDOZO, R. C. Biologia Reprodutiva das Aves como Estratégia Interdisciplinar para o Ensino de Etologia. *In: ANASTACIO, M. A. S. et al. (org.). Ensino de Ciências e Matemática Ações e Desafios*. 1 ed. São Paulo: Pimenta Cultural, 2024, v. 1, p. 55-65.

GOMES, V. D. S. *et al.* Análise das Características Corporais do Peixe *Betta splendens*. **Visão Acadêmica**, v. 20, n. 3, 2019.

GUTIERREZ-GOMEZ, G. *et al.* Observar e Quantificar: Como Fazer um Etograma. **Biota Amazônica**, v. 11, n. 1, p. 96-101, 2021.

NOGUEIRA, A. P.; NISHIDA, S. M.; CAMPOS, L. M. L. **Material Didático para Professores de Biologia: Comportamento Animal como Tema Articulador**. 2023. 62 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Biológicas) –Instituto de Biociências, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2023.

SANTOS, B. D. D. *et al.* Aplicação de etograma e análise comportamental de *Betta splendens*. **XIII Jornada de Ensino, Pesquisa e Extensão – JEPEX**. 2013.

SILVA, A. M. da C. **Etogramas como Instrumentos Didáticos para o Ensino de Zoologia a partir de Vídeos Disponíveis Virtualmente: o Caso da Onça-pintada (*Panthera onca*)**. 2024. 33 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Biológicas) –Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção-CE. 2024.

# 11

*Karina Alves de Melo*  
*Mauro Sérgio Teixeira da Araújo*

## A INICIAÇÃO CIENTÍFICA COMO POTENCIALIZADORA DE INOVAÇÕES NAS PRÁTICAS DOCENTES E NO DESENVOLVIMENTO DE COMPETÊNCIAS CIENTÍFICAS E PROTAGONISMO ESTUDANTIL NO ENSINO MÉDIO

## INTRODUÇÃO

A Iniciação Científica no Ensino Médio configura-se como uma estratégia pedagógica que pode contribuir para a formação integral dos estudantes ao promover a articulação entre o conhecimento científico e as vivências escolares e sociais. Em consonância com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB nº 9.394/1996), que estabelece como finalidade da Educação o pleno desenvolvimento do educando, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (Art. 2º), as atividades de Iniciação Científica permitem desenvolver competências como pensamento crítico, criatividade, argumentação e autonomia.

A participação de estudantes em projetos investigativos como a Iniciação Científica (IC) e Feiras de Ciências propicia que compreendam e vivenciem a Ciência como uma prática social, dinâmica e contextualizada, o que corrobora com os pensamentos de Melo e Araújo (2024, p. 34):

Além de ampliar a bagagem de conhecimentos dos estudantes, a IC proporciona experiências enriquecedoras que não apenas ampliam o conhecimento, mas também favorecem com que os cidadãos se tornem membros atuantes na sociedade, dotados de pensamento crítico e reflexivo.

O modelo pedagógico do Programa de Ensino Integral (PEI) está estruturado em premissas relevantes como protagonismo juvenil, corresponsabilidade, formação continuada, excelência em gestão e replicabilidade de boas práticas pedagógicas (São Paulo, 2021). Essa última premissa é fundamental para que experiências exitosas como a Iniciação Científica possam ser sistematizadas e disseminadas em outras unidades escolares da rede.

O PEI é uma ação do Programa Educação – Compromisso de São Paulo, que tem como principal objetivo “promover a formação

de indivíduos autônomos, solidários e competentes, com conhecimentos, valores e habilidades dirigidas ao pleno desenvolvimento da pessoa humana e seu preparo para o exercício da cidadania” (São Paulo, 2012, p. 10). A visão de futuro do programa estabelece que, até 2030, a rede estadual paulista seja reconhecida como uma referência internacional em ensino público integral, figurando entre os 25 melhores sistemas educacionais do mundo.

Além disso, o PEI adota como fundamento pedagógico os Quatro Pilares da Educação, propostos pela UNESCO (Delors, 1999); ou seja: aprender a conhecer, aprender a fazer, aprender a conviver e aprender a ser. Esses pilares constituem os fundamentos para uma formação integral e humanista e estão diretamente relacionados ao desenvolvimento das competências cognitivas, produtivas, sociais e pessoais dos estudantes. De acordo com a SEDUC-SP (2021, p. 12), “os Quatro Pilares da Educação devem servir como norteadores para as ações desenvolvidas nas escolas, pois o trabalho com as competências é essencial para garantir a formação integral dos estudantes”.

Nesse contexto, destaca-se que os alunos da escola pública de Guarulhos foco desta investigação nunca haviam participado de Feiras de Ciências ou de atividades formais de IC. Esse cenário começou a mudar com a atuação da professora de Física, que, por meio de aulas experimentais e práticas investigativas, despertou o interesse dos estudantes por temas científicos, incentivando-os a desenvolver projetos autorais relacionados ao seu cotidiano e à realidade socioambiental local.

A culminância desse processo de investigação associado à Iniciação Científica foi a participação dos estudantes na Feira de Ciências e Engenharia de Guarulhos (FECEG), inserida na Semana Municipal de Ciência, Inovação e Tecnologia (SEMCITEC). A ação expressa e potencializa os princípios pedagógicos do PEI ao integrar teoria e prática e promover o protagonismo dos estudantes. Aproximadamente 180 estudantes do Ensino Médio participaram

da IC, sendo que cerca de 90% deles apresentaram seus projetos na feira. Sob a orientação de 13 professores de diferentes áreas do conhecimento, os estudantes vivenciaram um processo formativo que reafirma o papel do professor como agente de transformação social, propiciando uma vivência que dialoga com a reflexão de Senosien *et al.* (2024, p. 15):

Sobre a formação e papel do professor no processo educativo é relevante que a formação inicial promova o desenvolvimento de competências e habilidades que possibilitem tanto aos futuros docentes quanto aos seus estudantes enfrentarem os desafios decorrentes das novas relações que marcam a vida na atual sociedade e que se manifestam em situações que são enfrentadas diariamente.

Essa perspectiva está em consonância com as premissas do PEI, que valoriza a atuação docente como promotora de experiências significativas e transformadoras. Além disso, está alinhada aos pressupostos da Educação CTS ao favorecer uma formação crítica e contextualizada, capaz de relacionar o conhecimento científico às realidades vividas pelos estudantes, conforme defendem Ferraz e Araújo (2023). A experiência relatada também reforça o caráter replicável das práticas bem-sucedidas, conforme defendido no modelo pedagógico do PEI (São Paulo, 2021), demonstrando que a formação científica dos estudantes pode ser promovida em diferentes contextos escolares, desde que haja intencionalidade pedagógica, articulação entre teoria e prática e integração com os desafios sociais contemporâneos.

A análise apresentada neste estudo baseia-se nas respostas fornecidas pelos docentes a três perguntas norteadoras, com o objetivo de compreender os impactos do programa de IC tanto no desenvolvimento dos estudantes quanto na transformação das suas próprias práticas pedagógicas, à luz dos marcos educacionais contemporâneos, especialmente a Base Nacional Comum

Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) (ONU, 2015), a LDB (Brasil, 1996) e os princípios da Educação CTS.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A IC no Ensino Médio desempenha um papel essencial na promoção da cultura científica entre os jovens, estimulando o pensamento crítico e a autonomia intelectual. De acordo com o CNPq (RN 017/2006), o objetivo geral da IC para esse nível de ensino é “fortalecer o processo de disseminação das informações e conhecimentos científicos e tecnológicos básicos, e desenvolver atitudes, habilidades e valores necessários à educação científica e tecnológica dos estudantes”. Tal diretriz ressalta a importância de inserir os alunos em práticas investigativas desde cedo, contribuindo para sua formação integral. Estudos mostram que estudantes que participaram de projetos de IC durante o Ensino Médio apresentaram um desempenho acadêmico mais satisfatório em comparação àqueles que não vivenciaram essa experiência (Leitão Filho, 1996; Caberlon, 2003). Nesse contexto, Pavão (2005, p. 8) destaca que o objetivo central da IC é “Formar cientistas sim, mas o propósito educacional, antes de tudo, deve contemplar a formação de cidadãos, indivíduos aptos a tomar decisões e a estabelecer os julgamentos sociais necessários ao século 21”.

A IC, quando articulada à Educação CTS, revela-se um instrumento significativo para a emancipação dos sujeitos na medida em que promove uma educação científica crítica, contextualizada e socialmente comprometida. Essa integração contribui para que os estudantes compreendam a Ciência não apenas como um conjunto de saberes técnicos, mas como uma prática social situada em contextos históricos, culturais e éticos, favorecendo a formação de cidadãos

capazes de refletir e intervir diante dos desafios do mundo contemporâneo. Nesse sentido, Bentes e Coimbra (2015, p. 2) afirmam que:

A Iniciação Científica no Ensino Médio Integrado pode contribuir para desenvolver nos sujeitos cognoscentes o espírito e as atitudes de cidadãos autônomos e conscientes das realidades brasileira e global, via escolarização, elevando os níveis de informação e conhecimentos disponíveis sobre ciências, tecnologias e outras dimensões dos saberes da vida prática.

Essa compreensão está alinhada aos princípios da Educação CTS, que reconhece a Ciência como uma prática humana comprometida com a formação cidadã e com a transformação social. Nesse sentido, desenvolver a IC no Ensino Médio pode constituir um recurso eficaz para promover o engajamento, o protagonismo e o empenho dos estudantes, aspectos que são enfatizados por Melo e Araújo (2024, p. 33):

A IC configura como uma ferramenta relevante para o desenvolvimento de habilidades que capacitam os estudantes a construir novos conhecimentos, além de contribuir de maneira significativa para avanços em diversas áreas, especialmente na Ciência.

A Educação CTS propõe uma perspectiva interdisciplinar e contextualizada para o ensino de Ciências, integrando dimensões sociais, culturais e ambientais, com o objetivo de tornar o processo educativo mais significativo e conectado à realidade dos estudantes. Conforme Aikenhead (2005), essa perspectiva humaniza a Ciência, incentivando a reflexão crítica acerca do seu papel na sociedade. Esse enfoque é igualmente contemplado na BNCC (Brasil, 2018), que destaca a importância do protagonismo dos estudantes, da construção de sentido no processo de aprendizagem e da articulação entre os saberes escolares e as vivências cotidianas dos educandos.

Ademais, a IC no Ensino Médio pode contribuir para o alcance dos ODS, especialmente o ODS 4, que visa assegurar educação

inclusiva e equitativa de qualidade, e o ODS 9, que promove a inovação, a pesquisa científica e o desenvolvimento tecnológico (ONU, 2015). Dessa forma, a implementação da IC no ambiente escolar não apenas fortalece o pensamento científico e a curiosidade intelectual dos estudantes, mas também favorece a formação de cidadãos críticos, participativos e preparados para enfrentar os desafios éticos e sociais do século XXI, em conformidade com os princípios da Educação CTS e os compromissos estabelecidos pela BNCC.

## METODOLOGIA

Este estudo caracteriza-se como uma pesquisa de abordagem qualitativa, com delineamento descritivo-interpretativo. O instrumento de coleta de dados consistiu em um formulário eletrônico composto por três questões abertas que foram respondidas por 13 docentes de diferentes áreas do conhecimento e que atuam em uma escola pública estadual pertencente ao PEI da Secretaria da Educação do Estado de São Paulo (SEDUC-SP), localizada no município de Guarulhos, estado de São Paulo. Esses professores atuaram como orientadores de trabalhos apresentados em Feiras de Ciências.

Ressalta-se que, para todos eles, essa foi a primeira experiência como orientadores de projetos científicos. Durante o processo de orientação, ocorrido tanto nas aulas regulares quanto nos horários destinados à atividade, os professores envolveram-se diretamente com os estudantes na condução da produção científica. As atividades incluíram a elaboração de projetos de pesquisa, a realização de experimentos, o acompanhamento por meio de diários de bordo e a orientação quanto à estruturação dos resumos e à apresentação em formato de pôsteres, expostos em sessão pública durante a Semana do Conhecimento de Guarulhos.

Considerando a riqueza das experiências relatadas pelos docentes durante o processo de orientação, julgou-se oportuno sistematizar e interpretar os dados obtidos por meio do questionário aplicado. Para tanto, empregou-se a técnica de Análise de Conteúdo, conforme delineada por Bardin (2011), com o intuito de identificar sentidos recorrentes nas respostas e construir categorias temáticas emergentes que evidenciassem as percepções, os desafios e as contribuições relatadas pelos professores em relação à vivência da IC no contexto escolar. O instrumento continha as seguintes questões:

1. Como você percebeu a importância do programa de Iniciação Científica – pela FECEG – para os estudantes?
2. Quais as principais mudanças você constatou nos alunos que participaram da Iniciação Científica?
3. Para você, quais mudanças a Iniciação Científica – FECEG – gerou em sua atividade docente na escola?

Antes da etapa de categorização, realizou-se uma análise preliminar visando compreender o contexto da pesquisa por meio da triangulação entre os relatos dos docentes e os princípios orientadores da BNCC, da Educação CTS e dos ODS, de modo a estabelecer conexões entre os fundamentos teóricos e as práticas pedagógicas vivenciadas. A seguir, apresentam-se os resultados organizados por questão investigada.

## ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os dados coletados foram analisados com base na técnica de Análise de Conteúdo proposta por Bardin (2011), o que permitiu a construção de categorias e subcategorias que representam, de forma estruturada, a percepção docente a respeito da participação

dos estudantes no programa de IC. A análise foi dividida em três eixos, correspondentes às perguntas orientadoras da pesquisa.

## 1. PERCEÇÃO DA IMPORTÂNCIA DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA PARA OS ESTUDANTES

A partir das respostas fornecidas para essa questão emergiram as seguintes quatro categorias de análise:

- a. Desenvolvimento de habilidades científicas e pessoais: destaca-se a capacidade dos alunos em produzir artigos, aplicar entrevistas e demonstrar competências que muitas vezes não emergem em contextos tradicionais. Nesse sentido, a docente 8 afirmou: *“Durante o projeto, o aluno aprende, por exemplo, a pesquisar e produzir artigos, fazer testes, montar e aplicar questionários, realizar entrevistas”*.
- b. Integração entre teoria e prática: evidencia-se pela valorização de experiências práticas que proporcionaram maior envolvimento e compreensão dos conteúdos escolares. Nessa categoria podemos destacar a fala do Professor 7: *“Porque a teoria e a prática se completam”*; *“Por ser uma aula prática em relação ao que vemos na escola, os alunos se envolvem mais”*.
- c. Ampliação de horizontes e impacto social: reconhece-se que a participação em eventos científicos ampliou a visão de mundo dos estudantes, conforme se depreende da fala do Professor 6: *“O programa tem importância para os estudantes pois abre portas e possibilidades de crescimento individual e para a sociedade”*. Por sua vez, o Professor 4 complementa: *“Muito importante e inovadora para despertar o interesse científico”*.

- d. Valorização e motivação: ressalta-se o entusiasmo, o empenho coletivo e a valorização da produção intelectual dos alunos, aspectos que foram evidenciados em respostas como a do Professor 11: *“Uma grande oportunidade para o aluno mostrar sua produção, sua aprendizagem, ter contato com outros estudantes e ser visto”*. O Professor 2 por sua vez destaca que: *“Através do engajamento dos alunos percebe-se como eles se sentiram importantes em estar participando”*.

Essa percepção está em consonância com os princípios da Educação CTS, ao reconhecer a Ciência como prática social e colaborativa, além de dialogar diretamente com as competências gerais da BNCC, como o pensamento científico, crítico e criativo, a argumentação e a responsabilidade.

## 2. MUDANÇAS PERCEBIDAS NOS ALUNOS PARTICIPANTES

As respostas dos docentes apontam transformações significativas nos estudantes, organizadas nas seguintes categorias:

- a. Interesse e motivação pelo conhecimento: identificamos relatos de entusiasmo crescente nas aulas e curiosidade em ampliar os aprendizados, como apontado pelo Professor 5: *“Despertou mais interesse e motivação, se sentiram valorizados”*, e também pelo Professor 13: *“Maior interesse e participação nas aulas de Biologia, Química, entre outras”*.
- b. Desenvolvimento de competências e atitudes: podemos mencionar autonomia, disciplina, cooperação, protagonismo juvenil e senso de responsabilidade, aspectos salientados pelo Professor 4: *“Surgiram alunos mais protagonistas e interessados, que no dia a dia não teriam como perceber suas realizações pessoais”*. No mesmo sentido, o Professor 1

destacou: *“Dedicação aos estudos e entusiasmo com projetos desenvolvidos.”*

- c. Fortalecimento do pensamento científico: destacamos a ênfase no raciocínio lógico, na investigação e no desenvolvimento da ética e do pensamento crítico. O raciocínio lógico e o espírito investigativo foram realçados como conquistas dos alunos pelo Professor 9: *“A pesquisa científica é um instrumento fundamental (...) pois estimula a busca por respostas para os fenômenos observados, produz novas descobertas”,* enquanto o Professor 6 apontou: *“Senso crítico e exercendo o protagonismo nos mesmos”*.

Essas mudanças refletem o potencial da IC como promotora de uma Educação de Qualidade (ODS 4), ao oferecer aprendizagens contextualizadas, transformadoras e alinhadas à equidade necessária à formação dos estudantes.

### 3. IMPACTOS DA INICIAÇÃO CIENTÍFICA NA PRÁTICA DOCENTE

Os docentes também relataram transformações em sua própria prática, identificadas e agrupadas nas seguintes categorias:

- a. Transformação da prática pedagógica: houve menção ao fortalecimento da interdisciplinaridade e inserção de projetos conectados ao currículo. A experiência contribuiu para a adoção de metodologias mais interativas e integradas, conforme destaca o Professor 2: *“As atividades ficaram mais prazerosas, pois os projetos têm relação direta com o conteúdo abordado em sala de aula”*.
- b. Relação com os alunos: os docentes destacaram as aproximações afetivas e a descoberta de talentos e potencialidades até então ocultas no cotidiano escolar, ou seja, nessa categoria

destaca-se a construção de vínculos mais próximos e sensíveis em relação à singularidade dos estudantes. Assim, destacam-se alguns depoimentos *“Gerou mais proximidade e conhecimento, além de meu entendimento com meus alunos.”* (Professor 3); *“Foi minha primeira participação e agregou muito aprendizado, a experiência me ajudou a ter um olhar diferente em relação aos alunos”* (Professor 10).

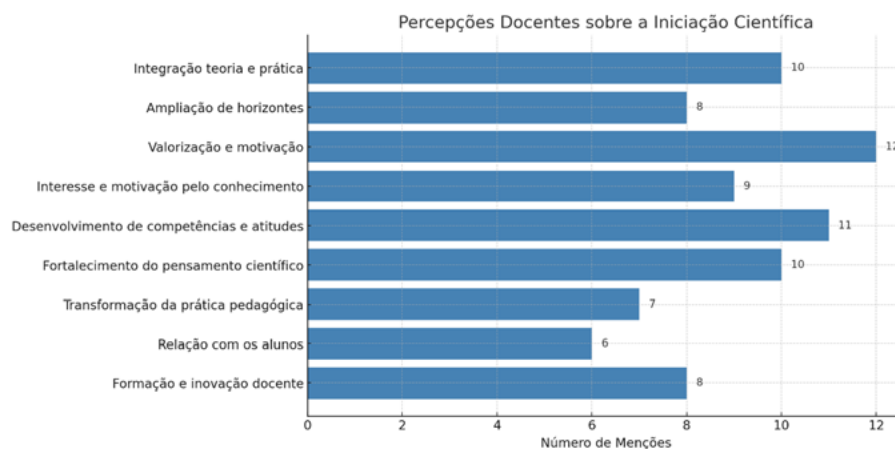
- c. Formação e inovação docente: nesse caso merece destaque a abertura a novas metodologias, a aprendizagem colaborativa e a valorização do trabalho em equipe com colegas de outras áreas. Muitos docentes relataram perceber-se também como aprendizes durante o processo, sendo exemplos as falas do Professor 13: *“Para mim foi a curiosidade, como não sou da área, a mudança foi o interesse em aprender coisas novas”* e do Professor 11: *“Seu objetivo é proporcionar ao aluno uma orientação com pesquisadores experientes e promover o aprendizado de técnicas e métodos científicos”*.

Esses resultados estão em consonância com as diretrizes do PEI ao promover práticas pedagógicas inovadoras que valorizam a autonomia dos estudantes, incentivam a investigação e fortalecem a formação integral. Tais práticas são pautadas no protagonismo juvenil, na interdisciplinaridade e na construção de um projeto de vida alinhado aos interesses e potencialidades de cada estudante. Além disso, dialogam diretamente com a Educação CTS, ao permitir compreender a Ciência como uma prática social situada, que contribui para a formação crítica e ética dos estudantes, permitindo-lhes atuar de forma reflexiva na transformação da realidade em que estão inseridos. Para aprofundar essa análise, o Gráfico 1 apresenta a sistematização das respostas de 13 professores participantes da pesquisa.

Os dados apresentados no Gráfico 1 revelam diversas dimensões do impacto da IC segundo a percepção dos docentes,

sendo mais mencionadas as categorias “Valorização e motivação” (12 menções), “Desenvolvimento de competências e atitudes” (11) e “Integração entre teoria e prática” (10). Esses resultados indicam que a participação dos estudantes em projetos investigativos desperta entusiasmo, engajamento e senso de autoria, favorecendo uma aprendizagem mais contextualizada e significativa.

**Gráfico 1 - Categorias das percepções dos docentes sobre IC**



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A Educação CTS pode ser associada a essas percepções docentes à medida que se reconhece a Ciência como uma prática social e colaborativa, estimulando nos alunos o desenvolvimento do pensamento crítico, da responsabilidade e da autonomia. Além disso, a valorização da formação integral, das relações afetivas e da inovação docente ressalta a relevância de práticas interdisciplinares que conectem o currículo às demandas reais dos estudantes. Esses efeitos positivos corroboram as contribuições de Demo (2015), que destaca a criatividade e a imaginação como componentes essenciais da pesquisa, enriquecendo o processo educativo e tornando a aprendizagem mais significativa e transformadora.

Na perspectiva dos professores, a participação dos estudantes nesse projeto representou uma oportunidade valiosa para ampliar os horizontes educacionais dos discentes. Os docentes observaram que essas experiências proporcionaram não apenas a aplicação prática dos conteúdos trabalhados em sala de aula, mas também o fortalecimento do vínculo dos estudantes com a comunidade científica. Esse contato direto foi percebido como essencial para promover o sentimento de pertencimento e o protagonismo juvenil, conforme relatado pelo Professor 3: *“Acredito que todos os meus professores puderam ver que era possível nossa participação na Feceg e viram a alegria dos nossos alunos quando voltavam da feira, tanto que obtivemos o apoio de outros professores, além da professora Karina”*.

Outro docente destacou os avanços no desempenho dos estudantes: *“Em muitas disciplinas os alunos avançaram seus conhecimentos de maneira brilhante”* (Professor 5). A relevância da experiência para a própria prática docente também foi evidenciada pelo Professor 10: *“Foi minha primeira participação e agregou muito aprendizado, a experiência me ajudou a ter um olhar diferente em relação aos alunos”*.

Tal percepção evidencia o potencial formativo da IC ao integrar os saberes escolares a contextos sociais mais amplos, contribuindo para uma educação mais significativa e engajada. Nesse sentido, o Professor 7 ressaltou: *“Percebi uma mudança de atitude nos alunos que participaram, sendo um pouco mais protagonistas”*. Esse relato reforça a ideia de que a IC contribui para a construção de uma identidade acadêmica e social, na qual os discentes compreendem a Ciência como uma prática humana, viva e inserida em suas trajetórias de vida. Esse impacto está em consonância com Oliveira (2013), que afirma ser necessário transcender os limites da sala de aula por meio de experiências que articulem teoria e prática, promovendo uma educação científica transformadora.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da percepção dos docentes envolvidos, a IC pode ser entendida como uma atividade relevante, integrada e capaz de ampliar os horizontes da atividade pedagógica e promover transformações significativas no contexto escolar. Os professores relataram mudanças substanciais nos estudantes, evidenciadas pelo desenvolvimento de atitudes mais críticas, motivadas e proativas em relação ao conhecimento. Ao mesmo tempo, destacaram uma resignificação de suas próprias práticas pedagógicas, marcada pela aproximação com os alunos e com os processos de aprendizagem, o que favoreceu um ambiente mais colaborativo, investigativo e centrado no protagonismo juvenil. Essas transformações estão em plena consonância com os fundamentos da BNCC, sobretudo em relação às competências gerais que valorizam o pensamento científico, a autonomia, a empatia, a responsabilidade e o uso consciente da cultura digital.

Complementarmente, é possível identificar contribuições importantes da IC para o cumprimento dos ODS, especialmente o ODS 4 (Educação de Qualidade), ao promover uma aprendizagem inclusiva e significativa; o ODS 5 (Igualdade de Gênero), ao garantir a participação equitativa na produção científica; e o ODS 10 (Redução das Desigualdades), ao ampliar o acesso a oportunidades de desenvolvimento intelectual para estudantes da escola pública.

A articulação entre a IC e a Educação CTS pode ser ainda destacada como relevante para consolidar a visão da Ciência como prática social, situada e transformadora. Os relatos docentes indicam que, ao vivenciarem a pesquisa escolar, os estudantes passaram a perceber a Ciência como algo acessível, conectado às suas realidades cotidianas, ampliando sua compreensão de mundo e

fortalecendo sua identidade como sujeitos históricos ativos – princípios da Educação CTS, conforme defendido por Melo e Araújo (2024).

Na perspectiva dos professores, a experiência de orientar projetos científicos foi especialmente enriquecedora, pois possibilitou acompanhar de perto o amadurecimento intelectual e emocional dos alunos. Tal proximidade impactou de maneira positiva a dinâmica da sala de aula, fortalecendo a conexão entre teoria e prática. Além disso, os docentes ressaltaram que a participação dos estudantes nesse projeto contribuiu para o fortalecimento da autoconfiança e para o desenvolvimento de competências comunicativas, como a argumentação, a oratória e a expressão crítica, como destacado pelo Professor 2: *"Despertou mais interesse e motivação, se sentiram valorizados"*.

Esses avanços, segundo os educadores, extrapolam os limites do conteúdo curricular e contribuem diretamente para a formação integral dos estudantes. Assim, a IC reafirma o papel da escola como espaço de produção de conhecimento, de diálogo e de transformação social, como apontam Moraes e Araújo (2012), Ferraz e Araújo (2023) e Santos e Mortimer (2001, 2002), possibilitando práticas educativas que envolvem pesquisa e socialização científica, ingredientes importantes para formar cidadãos conscientes, críticos e participativos.

Por fim, o estudo de caso aqui apresentado evidencia, sob a ótica dos professores, a necessidade de fortalecimento de políticas públicas que incentivem a pesquisa escolar, a cultura científica e a formação continuada docente. Tais iniciativas são fundamentais para consolidar uma educação crítica, cidadã e socialmente comprometida, em consonância com as diretrizes curriculares nacionais e os compromissos internacionais assumidos pelo Brasil.

## REFERÊNCIAS

- AIKENHEAD, G. S. *Science-based Occupations and the Science Curriculum: Concepts of Evidence*. *International Journal of Science Education*, 2005.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 70 ed. São Paulo, 2011. BASE Nacional Comum Curricular (BNCC). Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.
- BENTES, H. V.; COIMBRA, F. C. Filosofia e trabalho: uma reflexão no limiar da sobrevivência e da liberdade no contexto da Iniciação Científica. **III Colóquio Nacional**. 2015.
- BRASIL. **Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996**. Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 23 dez. 1996.
- CABERLON, V. I. **Pesquisa e Graduação na FURG**: Em busca de compreensões sob distintos horizontes. 2003. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003.
- CONSELHO Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. **Normas e apresentações do PIBIC-EM**, 2016. Disponível em: <https://www.gov.br/cnpq/pt-br/aceso-a-informacao/acoes-eprogramas/programas/programas-ict/pibic-em>. Acesso em: 30 maio 2025.
- DELORS, J. (org.). **Educação: um Tesouro a Descobrir**. 2 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 1999.
- DEMO, P. **Educar pela Pesquisa**. 10 ed. Campinas: Autores Associados, 2015.
- FERRAZ, A. C.; ARAÚJO, M. S. T. Educação CTS como Encaminhamento Didático Metodológico Destinado à Aprendizagem Crítica e o Exercício da Cidadania. **Revista Indagatio Didactica**, v. 15, n. 1, p. 121-138, 2023.
- LEITÃO FILHO, L. M. A. A importância do programa de Iniciação Científica para a formação de pesquisadores. **Encontro de Iniciação Científica da USF**. 1996.
- MELO, K. A. de; ARAÚJO, M. S. T. de. Análise dos Impactos da Iniciação Científica na Formação Acadêmica de Estudantes da Educação Básica. *In*: SANCHES ANASTÁCIO, M. A.; POLIDO PIRES, M.; TEIXEIRA, M. S. (org.). **Ensino de Ciências e Matemática: Ações e Desafios**. São Paulo: Pimenta Cultural, p. 30-42, 2024.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. de. **O Ensino de Física e o Enfoque CTSA**: Caminhos para uma Educação Cidadã. São Paulo: Livraria da Física, 2012.

OLIVEIRA, C. I. C. A Educação Científica como Elemento de Desenvolvimento Humano: uma Perspectiva de Construção Discursiva. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v. 15, n. 2, p. 105-122; maio-ago, 2013.

Organização das Nações Unidas. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**, 2015. Disponível em: <https://www.odsbrasil.gov.br/>. Acesso em: 15 maio. 2025.

PAVÃO, A. C. Ciência na Escola: Estudantes Cientistas. In: PAVÃO, A. C. (org.). **Iniciação Científica**: um Salto para a Ciência. Brasília, DF: MEC, (Boletim 11), p. 7-13, 2005.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Tomada de Decisão para Ação Social Responsável no Ensino de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma Análise de Pressupostos Teóricos da Abordagem CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no Contexto da Educação Brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 110-132, 2002.

SÃO Paulo. **Programa Ensino Integral**: Diretrizes e Orientações. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2012.

SÃO Paulo. **Programa Ensino Integral**: Orientações Pedagógicas para a Educação Integral em Tempo Integral. São Paulo: Secretaria da Educação do Estado de São Paulo, 2021.

SENOSIEN, L. M. F.; ARAÚJO, M. S. T. de; CABRERA, M. R.; MELO, K. A. de. Expectativas e Motivações de Estudantes Ingressantes em Cursos de Licenciatura: Desafios e Competências Relacionados à Carreira Docente. **Cuadernos de Educación y Desarrollo**, [S. l.], v. 16, n. 4, p. e4032, 2024.

# 12

*Ivani Ramos do Carmo*

*Rita de Cássia Frenedo*

*Maria Delourdes Maciel*

## SABERES TRADICIONAIS E CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA:

### DIÁLOGOS PARA A SUSTENTABILIDADE

## INTRODUÇÃO

A relação entre os saberes tradicionais e a ciência contemporânea tem ganhado crescente destaque no debate sobre sustentabilidade, especialmente diante dos desafios ambientais e sociais enfrentados globalmente. Os conhecimentos ecológicos tradicionais, desenvolvidos e preservados por comunidades indígenas, quilombolas e outros povos originários refletem uma profunda compreensão dos ecossistemas locais e das práticas sustentáveis que vêm sendo transmitidas por gerações. Ao mesmo tempo, os métodos científicos ocidentais têm avançado no desenvolvimento de tecnologias e na validação de práticas que podem fortalecer a gestão ambiental. Portanto, a conversa entre duas formas de conhecimento configura uma epistemologia híbrida que busca integrar o melhor de ambos os mundos, promovendo a sustentabilidade de maneira mais abrangente e inclusiva.

Essa integração entre saberes ancestrais e ciência contemporânea encontra respaldo nos princípios da Educação Ambiental Crítica, que defende a construção de um conhecimento coletivo, participativo e contextualizado. Ao combinar o respeito pelas tradições culturais e o rigor metodológico científico, abre-se espaço para a inovação social e ambiental, que respeita as especificidades locais e fortalece as comunidades tradicionais. Essa abordagem representa uma resposta aos modelos convencionais de desenvolvimento, que ignoram muitas vezes os saberes locais, resultando em práticas insustentáveis e exclusão social. Dessa forma, promover esse diálogo é fundamental para a formulação de políticas e práticas que atendam às necessidades ambientais e sociais de forma integrada e justa.

A relevância deste estudo está em sua contribuição para o fortalecimento dos processos de sustentabilidade a partir de uma perspectiva interdisciplinar, que valoriza e legitima os saberes tradicionais como fonte de conhecimento e prática. A justificativa para sua realização reside na urgência de construir pontes entre as diversas

formas de conhecimento para enfrentar os impactos ambientais globais, tais como o desmatamento, a perda da biodiversidade e as mudanças climáticas, problemas estes que exigem respostas complexas e colaborativas. Além disso, reconhecer os saberes tradicionais fortalece a autonomia e a identidade cultural das comunidades, promovendo a justiça social e o respeito aos direitos originários.

Diante do exposto, visa-se responder à necessidade de desenvolvimento de metodologias e ferramentas que possam operacionalizar esse diálogo entre ciência e tradição, superando barreiras epistemológicas e culturais. A crescente valorização dos conhecimentos locais pela academia e pela implementação de políticas públicas mostra que é possível construir modelos mais sustentáveis de manejo ambiental, desde que haja um compromisso real com a participação comunitária e o reconhecimento dos saberes ancestrais. Por meio dessa articulação, espera-se também fomentar práticas educacionais e científicas mais inclusivas e competentes na promoção da sustentabilidade socioambiental.

A problemática que orienta este estudo está relacionada à dificuldade de integrar saberes tradicionais e ciência contemporânea de forma respeitosa e efetiva, sem que um conhecimento seja hierarquizado em detrimento do outro. Assim, a questão-problema que norteia a pesquisa é: como promover o diálogo entre os saberes ecológicos tradicionais e os métodos científicos contemporâneos para fortalecer práticas sustentáveis que atendam às demandas ambientais e sociais atuais?

## METODOLOGIA

A presente pesquisa caracteriza-se como uma investigação qualitativa, com abordagem exploratória e descritiva, pois busca compreender em profundidade as relações e diálogos entre saberes

tradicionais e ciência contemporânea no tange à sustentabilidade. Segundo Gil (2008), a pesquisa qualitativa é adequada quando o objetivo é captar as complexidades e particularidades dos fenômenos sociais, sem a pretensão de quantificá-los, permitindo uma análise detalhada dos aspectos culturais, epistemológicos e metodológicos envolvidos. Além disso, a natureza exploratória contribui para a ampliação do conhecimento sobre um tema ainda em desenvolvimento, possibilitando o levantamento de conceitos, práticas e desafios presentes na integração dos saberes.

Para a coleta de dados, foi realizada uma pesquisa bibliográfica utilizando bases de dados acadêmicas reconhecidas, como Scielo, Google Scholar, Web of Science e Portal Capes, selecionando artigos científicos, livros, teses e documentos institucionais relevantes para o tema. As palavras-chave utilizadas para as buscas foram: "saberes tradicionais", "conhecimento ecológico tradicional", "ciência contemporânea", "educação ambiental crítica", "sustentabilidade". Os critérios de inclusão englobaram publicações em português, inglês e espanhol, publicadas nos últimos 15 anos, que abordassem diretamente a integração entre saberes tradicionais e ciência para fins de sustentabilidade e educação ambiental.

Por outro lado, foram excluídos materiais que não tivessem fundamentação teórica clara ou que não apresentassem dados e reflexões acerca do diálogo entre as formas de conhecimento em questão, bem como estudos que tratassem de sustentabilidade apenas sob perspectivas estritamente técnicas ou econômicas, sem considerar a dimensão socioambiental e cultural. Essa seleção criteriosa garantiu a qualidade e relevância das fontes utilizadas, permitindo uma análise crítica e contextualizada do tema.

A análise dos dados foi feita por meio da técnica de análise de conteúdo, conforme Bardin (2011), que possibilita a organização, interpretação e categorização dos dados textuais coletados, evidenciando as principais temáticas, convergências e divergências nas

perspectivas estudadas. Com essa metodologia, buscou-se construir uma compreensão integrada dos saberes tradicionais e da ciência contemporânea, identificando as contribuições, limitações e potencialidades para a construção de práticas sustentáveis fundamentadas em uma epistemologia híbrida.

## SABERES TRADICIONAIS: CONCEITOS E IMPORTÂNCIA

Para Bernardo e Campos (2024), os saberes tradicionais podem ser compreendidos como o conjunto de conhecimentos, práticas, crenças e valores construídos e transmitidos por comunidades indígenas, quilombolas, ribeirinhas, caiçaras, entre outras populações originárias e tradicionais, ao longo de gerações. Estão profundamente enraizados na vivência cotidiana, na observação da natureza e na oralidade, sendo inseparáveis de seus contextos socioculturais. Desse modo, eles englobam desde técnicas agrícolas, uso de plantas medicinais, formas de manejo de ecossistemas, até práticas espirituais e cosmologias que moldam a maneira como essas comunidades se relacionam com o mundo. O reconhecimento dos saberes tradicionais, portanto, não diz respeito apenas à valorização cultural, mas também ao entendimento de que essas formas de conhecimento oferecem contribuições concretas para a sustentabilidade, a conservação da biodiversidade e a resiliência socioambiental.

A importância desses saberes torna-se ainda mais evidente diante das crises ecológicas atuais, que desafiam os modelos de desenvolvimento ocidentais baseados no extrativismo e na fragmentação do conhecimento. Segundo Oliveira e Fiel (2021), as populações tradicionais têm demonstrado, por meio de práticas ancestrais como o cultivo agroecológico, a queima controlada e o uso sustentável

de recursos naturais, que é possível viver em harmonia com o meio ambiente sem comprometê-lo. Em contextos de emergência climática e degradação ambiental, torna-se fundamental reconhecer que esses saberes não são meramente folclóricos ou arcaicos, mas sim formas complexas e adaptativas de conhecimento, fundamentadas em séculos de observação e experimentação empírica.

A diversidade dos saberes tradicionais reflete a diversidade biocultural dos territórios em que são produzidos, já que cada comunidade desenvolve sua própria forma de compreender a natureza, o tempo, o corpo, a cura, o trabalho e a coletividade, em um diálogo permanente com o ecossistema que habita. É nesse sentido que esses saberes são também territoriais: eles não existem separados da terra, da floresta, do rio ou do mar. Por isso, sua preservação está diretamente relacionada à garantia dos direitos territoriais e à proteção dos modos de vida dessas populações. Ao mesmo tempo, o deslocamento forçado, a urbanização desenfreada e o avanço do agronegócio representam ameaças à continuidade desses conhecimentos, tornando urgente a sua valorização e sistematização, com o devido respeito à autonomia e aos protocolos comunitários. Bernardo e Crespo (2024).

No campo da educação e da pesquisa, Neves *et al.* (2023) citam que os saberes tradicionais desafiam a lógica hegemônica do conhecimento científico moderno, propondo uma visão mais fragmentada e interconectada da realidade. Eles rompem com a dicotomia entre sujeito e objeto, entre natureza e cultura, e evidenciam que o conhecimento não é neutro nem descontextualizado. Ao incluir esses saberes nos processos educativos e nas práticas científicas, promove-se a uma educação ambiental crítica, que reconhece a pluralidade epistêmica e estimula o diálogo intercultural. Isso não significa substituir o método científico ocidental, mas sim criar uma epistemologia híbrida que integre diferentes formas de conhecer, respeitando suas especificidades e potencialidades.

A própria noção de sustentabilidade pode ganhar novos contornos a partir do olhar dos povos tradicionais, que concebem o bem-viver como um equilíbrio entre as dimensões material, espiritual, ambiental e social da vida. Essa visão contrasta com as abordagens tecnocráticas e mercadológicas da sustentabilidade, frequentemente focadas na compensação de danos e na manutenção. Os saberes tradicionais nos convidam a repensar as relações entre os seres humanos e a natureza, a partir de uma ética do cuidado, da reciprocidade e da responsabilidade intergeracional. Incorporá-los nos debates contemporâneos é, portanto, não apenas um ato de justiça histórica, mas uma estratégia essencial para enfrentar os desafios socioambientais do presente (Oliveira e Fiel, 2021).

Dessa forma, os saberes tradicionais emergem como aliados imprescindíveis na construção de modelos alternativos de desenvolvimento e gestão ambiental. Segundo Bernardo e Crespo (2024), reconhecer sua importância significa romper com a hierarquia que historicamente os posicionou como inferiores ou irracionais em relação ao conhecimento acadêmico. O desafio atual não é apenas documentar esses saberes, mas criar espaços reais de escuta, colaboração e co-construção entre os diversos sujeitos do conhecimento. Nesse sentido, experiências como oficinas intergeracionais, laboratórios interculturais e projetos de pesquisa participativa tornam-se fundamentais para consolidar uma ciência plural e inclusiva, capaz de dialogar com os saberes do passado para construir um futuro mais justo e sustentável.

## CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA E SUSTENTABILIDADE

De acordo com Lomas e Giampietro (2017), a ciência contemporânea, especialmente nas últimas décadas, tem desempenhado papel central na identificação e compreensão dos grandes desafios socioambientais enfrentados pela humanidade. Questões como

mudanças climáticas, perda da biodiversidade, escassez de recursos naturais e poluição têm sido amplamente investigadas por meio de métodos científicos que se fundamentam na observação, experimentação e validação empírica. Esse aparato técnico-científico é essencial para o diagnóstico e monitoramento de processos ecológicos, para a projeção de cenários futuros e para a proposição de soluções tecnológicas inovadoras. No entanto, apesar de sua relevância, a ciência ocidental também tem sido alvo de críticas por, muitas vezes, operar de maneira fragmentada, descontextualizada e alheia às realidades locais, desconsiderando outros modos de conhecer e de se relacionar com a natureza.

Nesse contexto, a sustentabilidade surge como um conceito-chave que reorienta as práticas científicas para além da lógica puramente utilitarista ou economicista. Segundo Losada de Menezes (2016), a ciência guiada pela sustentabilidade busca integrar dimensões ecológicas, sociais, culturais e econômicas em suas abordagens, reconhecendo a complexidade dos sistemas naturais e humanos. Trata-se de uma ciência transdisciplinar, que ultrapassa as fronteiras entre os campos do saber e promove o diálogo entre pesquisadores, gestores, comunidades e movimentos sociais. Essa perspectiva exige uma revisão epistemológica profunda, que passa pelo reconhecimento da necessidade de construir conhecimentos colaborativos e sensíveis às especificidades territoriais, culturais e históricas dos sujeitos envolvidos.

Lomas e Giampietro (2017) afirmam que um dos principais desafios da ciência contemporânea é justamente romper com a tradicional separação entre o pesquisador e o objeto pesquisado, entre natureza e sociedade, entre teoria e prática. A sustentabilidade exige uma ciência engajada, que esteja voltada para a resolução de problemas reais e urgentes, que atue como instrumento de transformação social. Como resultado, cresce o interesse por abordagens participativas, como a pesquisa-ação e a ciência cidadã, que envolvem os

sujeitos locais na formulação das perguntas de pesquisa, na coleta de dados e na aplicação dos resultados. Esse modelo de produção de conhecimento não apenas amplia a legitimidade social da ciência, mas também enriquece suas análises com saberes situados, empíricos e muitas vezes invisibilizados pelos modelos acadêmicos convencionais.

Ao aproximar-se dos saberes tradicionais, Sulaiman (2017) pontua que a ciência contemporânea encontra novas possibilidades de inovação, de resignificação metodológica e de ampliação de seus horizontes. Práticas como o manejo sustentável da floresta, o uso de plantas medicinais e as técnicas agrícolas ancestrais vêm sendo analisadas em laboratórios e centros de pesquisa, muitas vezes revelando grande eficácia e potencial de aplicação em larga escala. Essa aproximação, no entanto, requer uma postura ética e política, que reconheça os direitos autorais coletivos, respeite os protocolos das comunidades e combata o extrativismo epistemológico. O diálogo entre ciência e tradição deve ser pautado pela horizontalidade, pela escuta sensível e pela construção de vínculos de confiança e cooperação mútua.

Além disso, ainda de acordo com Sulaiman (2017), a ciência voltada para a sustentabilidade precisa estar comprometida com a educação ambiental crítica, que não se limita à transmissão de conteúdos, e busca formar sujeitos capazes de interpretar e intervir no mundo de forma consciente e transformadora. A inserção da temática ambiental nas escolas, universidades e espaços comunitários deve considerar tanto os dados produzidos pela ciência quanto os saberes populares e ancestrais, promovendo uma aprendizagem contextualizada e emancipatória. Ao fazer isso, constrói-se uma ponte entre o conhecimento técnico-científico e a experiência vivida das comunidades, criando condições para a emergência de soluções mais eficazes, justas e sustentáveis.

Portanto, a ciência contemporânea tem um papel importante na promoção da sustentabilidade – mas precisa reconhecer suas limitações e abrir-se para o diálogo com outras formas de conhecimento. Ao integrar os saberes tradicionais em suas práticas, não apenas amplia sua capacidade explicativa e interventiva, como também contribui para a valorização da diversidade cultural e para a construção de uma sociedade mais democrática e plural. Para Lomas e Giampietro (2017), esse movimento de articulação entre ciência e tradição não significa diluir os critérios de rigor científico, mas sim expandi-los, considerando múltiplas racionalidades e epistemologias. Trata-se de um desafio, mas também de uma oportunidade histórica de repensar a ciência em direção a um futuro mais sustentável, ético e inclusivo.

## EDUCAÇÃO AMBIENTAL CRÍTICA E EPISTEMOLOGIA HÍBRIDA

Segundo Loureiro (2015), a EAC é uma vertente pedagógica que vai além da simples transmissão de informações ecológicas, propondo a formação de sujeitos críticos, conscientes de sua inserção em contextos socioambientais e capazes de transformar a realidade. Diferentemente das abordagens conservacionistas ou comportamentais, a EAC problematiza as causas estruturais das crises ambientais, reconhecendo as interseções entre questões ecológicas, sociais, econômicas, políticas e culturais. Inspirada nos princípios do pensamento freiriano, essa abordagem defende uma educação libertadora, dialógica e situada, que valoriza os saberes populares e promove a construção coletiva do conhecimento. Assim, a EAC torna-se uma ferramenta eficiente para a articulação entre diferentes racionalidades, abrindo caminho para a chamada epistemologia híbrida.

De acordo com Floriani (2019), a epistemologia híbrida consiste em uma proposta que busca conciliar distintas formas de

conhecer o mundo, superando a dicotomia entre ciência ocidental e saberes tradicionais. Essa concepção parte do reconhecimento de que os conhecimentos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e de outras comunidades tradicionais não são saberes inferiores ou empíricos no sentido pejorativo, mas sim sistemas complexos, historicamente construídos, profundamente conectados com a natureza e com alto potencial de contribuição para a sustentabilidade. Ao promover o diálogo entre esses saberes e os métodos científicos modernos, constrói-se uma abordagem mais ampla, integradora e contextualizada, capaz de responder aos desafios ambientais com maior efetividade e justiça epistemológica.

Nesse processo, segundo Floriani (2019), a EAC atua como mediação fundamental, pois oferece os instrumentos pedagógicos necessários para que esse encontro entre saberes ocorra de forma respeitosa, ética e transformadora. Oficinas, rodas de conversa, projetos de campo e atividades interdisciplinares tornam-se espaços privilegiados para o compartilhamento de experiências e para o reconhecimento da pluralidade epistemológica. É nesse espaço educativo que a interculturalidade se materializa, permitindo que anciãos, mestres populares, pesquisadores e estudantes dialoguem em pé de igualdade, reconhecendo o valor de suas contribuições mútuas. Esse ambiente de aprendizagem colaborativa fortalece não apenas a formação cidadã, mas também a produção de soluções contextualizadas para os problemas ambientais locais.

A construção de uma epistemologia híbrida por meio da EAC exige, no entanto, uma ruptura com a lógica hierárquica de saberes que ainda predomina em muitos ambientes acadêmicos e escolares. É necessário desconstruir o mito da ciência como única via legítima de conhecimento e abrir espaço para a escuta ativa e o reconhecimento das práticas e cosmovisões dos povos tradicionais. Esse processo não implica relativizar os critérios de cientificidade, mas sim ampliá-los, reconhecendo outras formas de rigor, como o vínculo com

a experiência, a ancestralidade e a harmonia com os ciclos naturais. A superação dessa barreira epistemológica representa um avanço significativo na direção de uma ciência mais democrática, inclusiva e sensível à diversidade sociocultural (Gaspi; Magalhães; Junior, 2020).

Portanto, ao articular a EAC com uma epistemologia híbrida, promove-se um caminho promissor para a construção de um novo paradigma educativo e científico, mais comprometido com a transformação social e com a sustentabilidade. Trata-se de reconhecer que não há um único caminho válido para produzir conhecimento, mas múltiplas trilhas que, quando seguidas em conjunto, podem gerar respostas mais criativas, justas e enraizadas na realidade. Essa abordagem favorece o empoderamento das comunidades, o fortalecimento da autonomia local e a construção de alternativas sustentáveis que respeitam tanto o meio ambiente quanto as identidades culturais dos povos que o habitam (Loureiro, 2015).

## DIÁLOGO ENTRE SABERES TRADICIONAIS E CIÊNCIA CONTEMPORÂNEA: POSSIBILIDADES E LIMITES

O diálogo entre saberes tradicionais e ciência contemporânea representa uma oportunidade singular para repensar modelos de desenvolvimento, conservação ambiental e práticas educativas. Segundo Pidner (2010), a partir da escuta e valorização dos conhecimentos indígenas, quilombolas, ribeirinhos e de outras comunidades tradicionais, a Ciência pode ampliar seus horizontes, incorporando visões de mundo que compreendem o meio ambiente de forma integrada, simbólica e relacional. Essa interação possibilita uma abordagem mais holística da natureza, na qual elementos ecológicos, espirituais e sociais coexistem, diferentemente da fragmentação frequentemente promovida por paradigmas científicos convencionais. A escuta ativa, o respeito intercultural e a disposição

ao aprendizado mútuo são condições essenciais para que essa interação seja frutífera e ética.

Entre as principais possibilidades dessa articulação está a criação de projetos sustentáveis baseados em práticas ancestrais já validadas pela experiência coletiva. Lacey (2019) expõe que técnicas de manejo tradicional, como os sistemas agroflorestais indígenas ou os conhecimentos sobre plantas medicinais, podem ser enriquecidos com tecnologias contemporâneas, como sensores ambientais, inteligência artificial preditiva ou análises laboratoriais. Essa fusão de saberes permite o desenvolvimento de soluções mais eficazes e adaptadas às realidades locais, unindo precisão científica e conhecimento prático. Além disso, a cooperação entre cientistas e comunidades pode favorecer o empoderamento social, o reconhecimento cultural e a valorização de territórios tradicionais como espaços legítimos de produção de conhecimento.

No entanto, ainda segundo Lacey (2019), esse diálogo também encontra limites importantes, principalmente no que se refere às assimetrias de poder e à hierarquização do conhecimento. Muitas vezes, os saberes tradicionais são tratados como folclore ou curiosidade, desprovidos de legitimidade científica. Esse viés epistemológico dificulta a cooperação e perpetua relações coloniais dentro das práticas acadêmicas e institucionais. A desvalorização do saber comunitário não apenas invisibiliza as contribuições dos povos tradicionais, como também compromete a construção de estratégias sustentáveis culturalmente sensíveis. Para superar esse obstáculo, é fundamental adotar uma postura epistemológica crítica e decolonial, que reconheça as diversas formas de saber como complementares e igualmente válidas.

Para Xavier (2015), outro desafio significativo é a necessidade de tradução entre diferentes linguagens e lógicas de pensamento. Enquanto a ciência trabalha com métodos formais, padronização e

validação empírica, os saberes tradicionais baseiam-se na oralidade, na vivência e na relação simbiótica com a natureza. Essa diferença pode gerar ruídos na comunicação e exigir mediadores culturais preparados para facilitar o entendimento mútuo, sem a redução da complexidade de cada forma de conhecimento. As escolas, universidades e centros de pesquisa têm o papel de promover esse intercâmbio, formando profissionais capazes de transitar entre diferentes epistemes com sensibilidade, ética e rigor.

Por fim, o diálogo entre saberes só será realmente efetivo se estiver pautado pela ética do reconhecimento e da reciprocidade. Mais do que incorporar elementos dos conhecimentos tradicionais à Ciência, é necessário estabelecer relações horizontais, por meio das quais as comunidades participem ativamente da construção das perguntas, métodos e soluções. A inclusão desses saberes não deve servir apenas como recurso metodológico, mas como base para uma nova racionalidade ecológica e social. Quando respeitado em sua integridade, o diálogo intercultural contribui para a construção de um futuro mais justo, plural e sustentável, em que a ciência se coloca a serviço da vida e da diversidade de modos de existir (Pidner, 2010).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### MAPEAMENTO COLABORATIVO: OFICINAS E CÍRCULOS DE DIÁLOGO

A experiência apresenta desafios na integração de saberes tradicionais e ciência contemporânea no que tange à sustentabilidade. O mapeamento colaborativo é destacado como metodologia essencial, envolvendo oficinas participativas e círculos de diálogo para registrar e valorizar práticas ancestrais, como o uso de plantas

medicinais e técnicas agrícolas sustentáveis, por meio de recursos como mapas mentais, narrativas e registros audiovisuais. Essa prática promove o diálogo intergeracional, o protagonismo comunitário e a construção de soluções contextualizadas (Soares; Farias; 2024a; Pereira; Paula, 2022).

Os laboratórios interculturais surgem como espaços de validação científica de práticas tradicionais, respeitando seus contextos culturais. Neles, preparados como infusões e pomadas são analisados quimicamente, fortalecendo sua aplicação em políticas públicas e incentivando a pesquisa participativa, com capacitação comunitária e mediação intercultural (Martins *et al.*, 2022, Crepalde *et al.*, 2019).

Nos projetos comunitários, a integração de agroflorestas, permacultura e tecnologias apropriadas potencializa a resiliência socioambiental. Essa iniciativa combina saberes ancestrais com ferramentas como sensores climáticos e drones, fortalecendo identidades culturais e inclusão social, além de garantir a permanência do conhecimento nos territórios (Neves *et al.*, 2023; Tiriba, 2024).

O Projeto Yporã exemplifica a aplicação prática dessa articulação, pois une comunidades tradicionais, academia e tecnologia para mapear e validar saberes, implantar sistemas agroflorestais e promover formação técnica, resultando em benefícios ambientais, culturais e econômicos (Silva, 2024; Mundo Iguaçu, 2025).

Por fim, discutem-se desafios e soluções para o diálogo epistemológico, como a superação da hierarquização do conhecimento, a adaptação linguística e metodológica, a necessidade de formação intercultural e a criação de políticas públicas específicas. A continuidade dessas iniciativas depende de parcerias duradouras, redes colaborativas e institucionalização das práticas, visando um modelo de desenvolvimento justo, plural e sustentável (Neves *et al.*, 2023; Lacey, 2019; Xavier, 2015).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A discussão entre saberes tradicionais e ciência contemporânea como um caminho estratégico para práticas sustentáveis, culturalmente sensíveis e socialmente justas. Ressalta que os conhecimentos ancestrais de povos indígenas, quilombolas e comunidades tradicionais não apenas complementam, mas enriquecem a ciência, especialmente em áreas como meio ambiente, saúde e produção de alimentos. Essa integração exige uma mudança de paradigma, deslocando a centralidade do saber técnico-científico para valorizar a pluralidade de formas de conhecer e viver no mundo.

A partir de uma epistemologia híbrida fundamentada na EAC, são apresentadas metodologias que possibilitam esse diálogo, como oficinas de mapeamento colaborativo, laboratórios interculturais e projetos comunitários. Tais práticas demonstram que o conhecimento científico pode conviver horizontalmente com saberes tradicionais, promovendo soluções mais completas e contextualizadas aos desafios socioambientais contemporâneos. Aborda os principais desafios na implementação desse diálogo, como a hierarquização dos saberes, a rigidez metodológica da ciência ocidental, a falta de formação intercultural e entraves institucionais. Destaca que superar essas barreiras exige a participação conjunta de escolas, universidades, órgãos governamentais, comunidades tradicionais e sociedade civil, em uma configuração do esforço coletivo pautado em escuta ativa, tempo e compromisso com a transformação social e ambiental.

Conclui-se que a construção de pontes entre diferentes formas de conhecimento é fundamental para o avanço de uma ciência comprometida com a sustentabilidade e a justiça socioambiental. O diálogo epistemológico não só é possível, mas indispensável, sobretudo diante da crise ecológica atual, pois reconhece a potência dos

saberes tradicionais e fomenta um novo modelo de conhecimento e convivência, baseado na diversidade, respeito mútuo e coevolução entre os povos e a natureza.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, *et al.* Educar Para a Sustentabilidade no Contexto de Saberes Tradicionais: ações comunitárias para sensibilização ambiental e valorização da cultura local. **Revista Conexão**, Ponta Grossa, v. 19, n. 1, p. 1-18, 2023.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BERNARDO, L. M. C.; CRESPO, N. D. O. Perspectivas e Potencialidades dos Saberes Populares no Ensino de Ciências da Natureza. **Revista Educação Pública**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 43, 26 nov. 2024.
- CREPALDE, R. S. *et al.* A Integração de Saberes e as Marcas dos Conhecimentos Tradicionais: Reconhecer para Afirmar Trocas Interculturais no Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Uberlândia, v. 19, p. 275-297, 2019.
- FARIA, E. S. *et al.* Diversidade e educação em ciências: reflexões sobre ciência moderna ocidental e outros conhecimentos tradicionais. - **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências - ENPEC**. Julho, 2017.
- FLORIANI, D. Educação ambiental e Epistemologia: Conhecimento e Prática de Fronteira ou uma Disciplina a mais? **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 4, n. 2, p. 191-202, 2019.
- FONSECA, D. L. S.; CAVALCANTE, L. F. B.; ZANINELLI, T. B. O Processo de Mediação Cultural e os Saberes Tradicionais: a Biblioteca como Espaço de Preservação Cultural dos Povos Indígenas. **Revista Brasileira de Biblioteconomia e Documentação**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 1-20, 2022.
- GASPI, S.; MAGALHÃES JUNIOR, C. A. O. Ensino Híbrido e Educação Ambiental: uma Intersecção Possível. **Revista Contexto & Educação**, ano 35, n. 110, jan./abr. 2020.
- GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

LACEY, H. Ciência, Valores, Conhecimento Tradicional/Indígena e Diálogo de Saberes. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, v. 50, 2019.

LOMAS, P. L.; GIAMPIETRO, M. *Environmental Accounting for Ecosystem Conservation: Linking societal and ecosystem metabolisms*. **arXiv**, v. 12, n. 1, 2017.

LOSADA DE MENEZES, R. Técnica, Ciência e Direito da Sustentabilidade. **Novos Estudos Jurídicos**, Itajaí, v. 21, n. 1, p. 31-64, 2016.

LOUREIRO, C. F. B. Educação Ambiental e Epistemologia Crítica. **REMEA - Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 32, n. 2, p. 159-176, 2015.

MARTINS, D. V.; TORCHI, G. F. C.; FIGUEIREDO, C. V. Laboratório de Interculturalidade, Diversidade Artística e Inclusão Digital (Laind/ODS 4). **Realização**, UFGD, Dourados, MS, v. 9, n. 17, p. 1-18, 2022.

MUNDO IGUAÇU. Projeto Yporã reúne mutirões ecológicos e transforma limpeza de rios e praias. **Mundo Iguaçu**, 2025. Disponível em: <https://mundoiguassu.com.br>. Acesso em: 17 jun. 2025.

NEVES, M. A. *et al.* Saberes Tradicionais: um Rio de Possibilidades na Educação do Campo. **Revista Contemporânea**, v. 3, n. 8, 2023.

OLIVEIRA, E. C.; FIEL, A. O notório saber como instrumento de resistência cultural: a relevância dos saberes tradicionais nas periferias e na academia. **IX Seminário Internacional de Comunicação e Territorialidades**. 2021.

PEREIRA, V. C.; PAULA, A. P. O Diálogo de Saberes como Concepção na Construção do Conhecimento e Método de Trabalho na Educação do Campo. **Revista Exitus**, Santarém, v. 12, p. 1-25, e022032, 2022.

PIDNER, F. S. **Diálogos entre Ciência e Saberes Locais: Dificuldades e Perspectivas**. 2010. 145 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

SILVA, N. M. C. **Do Movimento das Mulheres à Vida das Crianças: a Educação na Aldeia Yporã**. 2024. 296 p. Tese (Doutorado em Educação e Ciências Sociais: Desigualdades e Diferenças) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2024.

SOARES, L. G.; FARIAS, J. F. Raízes do Território: Mapeamento Participativo e Diálogo de Saberes na Comunidade Indígena Sagi Jacu. **Caderno de Geografia**, v. 34, n. 79, 2024a.

SOARES, L. G.; FARIAS, J. F. Identificação e Valorização de Conhecimentos Tradicionais por meio do Mapeamento Participativo da Pesca Artesanal no Município de Baía Formosa (RN). **Verde Grande**, v. 6, n. 2, 2024b.

SULAIMAN, S. N. Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ciência: o Papel da Mídia na Difusão de Conhecimentos Científicos. **Revista Brasileira de Educação, Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 3, 2017.

TIRIBA, L. Povos e Comunidades Tradicionais e Práticas Educativo-formativas de Integração de Saberes na Amazônia Frente à Ruptura do Sociometabolismo Seres Humanos-Natureza. **Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação**, v. 32, n. 125, out. 2024.

XAVIER, P. M. A. Saberes Populares e Educação Científica: um Olhar a partir da Literatura na área de Ensino de Ciências. **Ensino e Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, ago. 2015.



The background features a large gear in the center, a network of nodes and lines on the left, and various mathematical formulas scattered throughout. The color palette is a gradient from red to blue.

# 13

*Marcia Helena Freitas Rodrigues*

*Jaime Sandro da Veiga*

*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

**DESENVOLVIMENTO  
DO PENSAMENTO CRÍTICO E DO  
ENTENDIMENTO DE RELAÇÕES  
CTS POR MEIO DA LEITURA  
E DISCUSSÃO DE TEXTOS  
CIENTÍFICOS ENTRE ESTUDANTES  
DO ENSINO MÉDIO**

## INTRODUÇÃO

A sociedade vivencia um processo de transformação constante, principalmente em decorrência das atividades científica e tecnológica, cujos efeitos se fazem sentir facilmente sobre os cidadãos e a sociedade em geral. Para acompanhar esse acelerado ritmo de mudanças, é importante que a população tenha uma formação escolar adequada que a capacite a compreender a realidade que a envolve, permitindo que se posicione e tome decisões mais coerentes diante dos desafios que afetam a sua vida.

De acordo com Cachapuz (2005), a alfabetização científico-tecnológica é considerada uma componente essencial das humanidades existindo, ainda, a recomendação de que faça parte da cultura geral de modo a favorecer a cidadania. Nesse sentido, a Educação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) pode proporcionar uma formação mais ampla e que possibilite alcançar relevantes objetivos formativos (Silva; Araújo, 2023), permitindo que os indivíduos possam estabelecer relações significativas entre os componentes que integram a tríade C-T-S. Além disso, a inclusão dos elementos típicos da Educação CTS nos processos de ensino e de aprendizagem tende a proporcionar uma maior motivação e participação dos estudantes na construção de novos conhecimentos, favorecendo a compreensão do mundo real em que se encontram inseridos. Além disso, torna-os mais críticos e reflexivos ao desenvolver competências e habilidades e uma conscientização mais ampla acerca dos impactos que o conhecimento científico e tecnológico pode exercer sobre a sociedade. Segundo Yager (1996, *apud* Simões e Paixão, 2004, p. 267):

O ensino CTS assume-se como uma forma estruturada de ensinar ciência e tecnologia, como um esforço de reforma no sentido de se atingirem níveis aceitáveis de educação científica por parte da população em geral.

Muitos pesquisadores compartilham da mesma percepção acerca da importância da Educação CTS no ensino de conteúdos científicos (Moraes; Araújo, 2012; Acevedo, Vázquez, Manassero, 2003; Angotti, Auth; 2001; Cruz, Zylbersztajn; 2005; Maciel, 2004), havendo inclusive recomendações nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (2006, p. 63) que se mostram alinhadas com os pressupostos dessa perspectiva educacional na medida em que ela fornece contribuições para a “construção de competências sobre temas relativos à ciência e à tecnologia”. Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), também encontramos diferentes apontamentos que convergem para os fundamentos da Educação CTS como a defesa de que é preciso oferecer uma formação articulada entre Ciências e Tecnologias visando a “qualificar os jovens para o uso crítico das tecnologias” e que é importante “atender às demandas formativas para sua atuação como cidadão, para que possa se inserir no mundo do trabalho e da participação social, com consciência de direitos, responsabilidade social e ambiental, autonomia intelectual e princípios éticos (p. 583)”, além de salientar a relevância de se “Refletir criticamente sobre valores humanos, éticos e morais relacionados à aplicação dos conhecimentos científicos e tecnológicos” (p. 585).

De acordo com as competências gerais relativas à Ciência e Tecnologia presentes nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (Brasil, 2006), o estudante deve reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as Ciências, seu papel na vida humana, sua presença no cotidiano e seus impactos na vida social. Para Cachapuz *et al.* (2005, p. 28), “a participação dos cidadãos na tomada de decisões é hoje uma garantia de aplicação do princípio de precaução, que se apoia numa crescente sensibilidade social face às implicações do desenvolvimento tecno-científico”. Assim, a compreensão do estudante no âmbito do Ensino de Física deve estar ligada a um contexto conceitual mais

amplo, em que possa buscar respostas baseadas na Ciência e na Tecnologia atuais e no desenvolvimento de valores e atitudes associados a uma perspectiva crítica de interpretação e compreensão das realidades social e ambiental que o envolvem.

Em sentido convergente, Kawamura e Hosoume (2003, p. 23) defendem que “educar é mais do que ensinar conhecimentos: é promover o desenvolvimento dos jovens, é possibilitar a construção de uma ética, é expor os valores em que acreditamos e discuti-los”.

Assim, alinhados aos preceitos da Educação CTS, procuramos utilizar como estratégia pedagógica a leitura de textos alternativos como forma de aperfeiçoar os processos de ensino e aprendizagem, a fim de motivar o estudante a compreender melhor os conceitos e teorias científicas e suas interações com a Tecnologia e o meio social. Assis e Teixeira (2003) afirmam que a prática da leitura no ensino de Física desenvolve seu hábito de leitura, sendo este um aspecto fundamental tanto para o aprimoramento das atividades pedagógicas realizadas pelos professores, quanto para a melhoria da formação dos estudantes.

Diante disso, buscamos realizar um conjunto de intervenções didáticas junto a estudantes do Ensino Médio da escola pública E. E. PEI Profa. Valderice Therezinha da Motta Campos Marchini, que envolveu a utilização de questionários e o estímulo à leitura de textos previamente selecionados, sendo orientada a realização de apresentações de seminários e discussões coletivas de artigos que envolvem diferentes relações CTS. Com isso, procurou-se disseminar uma percepção de que a Física deve ser vista como uma ciência viva, mostrando que faz parte de uma construção humana baseada na sua interação com os fenômenos da Natureza, atuando como um intérprete e construtor intelectual.

O trabalho desenvolvido apoiado na Educação CTS visou promover um processo de ensino-aprendizagem capaz de permitir

aos estudantes uma melhor compreensão de algumas relações entre o desenvolvimento da Física e o progresso tecnológico decorrente dela, associando a tais elementos os impactos que a Tecnologia pode gerar em suas vidas.

## METODOLOGIA DA PESQUISA DE INTERVENÇÃO

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola pública localizada na cidade de São Paulo e que atende estudantes da 6ª a 9ª série do Ensino Fundamental e da 1ª a 3ª série do Ensino Médio. Este trabalho visou identificar e ampliar a visão dos estudantes sobre relações CTS e envolveu quarenta estudantes de uma turma da 2ª série do Ensino Médio. Eles foram informados e conscientizados acerca da pesquisa e responderam a um questionário entregue durante a aula da componente curricular de Física, tendo sido recolhido no mesmo dia pelo professor. No dia da aplicação, estavam presentes em sala de aula 29 estudantes que se dispuseram a respondê-lo, sendo 17 meninas e 12 meninos.

O questionário possui oito questões, entre fechadas e semiabertas, que procuram verificar quais são os conhecimentos prévios dos estudantes sobre Ciência e Tecnologia e suas interligações e impactos sobre a sociedade.

### ANÁLISE DO QUESTIONÁRIO

As respostas fornecidas pelos participantes foram analisadas e permitiram a elaboração das tabelas mostradas a seguir.

**Tabela 1 – Quantos anos você tem?**

15 anos	06
16 anos	22
18 anos	01

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A Tabela 1 mostra que a maioria dos estudantes possui 16 anos, idade esperada para o nível de escolaridade em que se encontram.

**Tabela 2 – O que você costuma ler, sem contar o que a escola pede?**

<i>Internet</i>	22
Revistas em quadrinhos ou de humor	14
Revistas de informações gerais	10
Livros de literatura	08
Jornais	08
Revistas de divulgação científica	02
Não costuma efetuar leituras	01

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Na questão da Tabela 2, os estudantes podiam fornecer mais de uma opção como resposta. Essa questão averigua, em primeiro lugar, se os alunos costumam ler e, se o fazem, o que têm como referências e fontes de informação. Os dados mostram que menos de um em cada dez alunos lê textos científicos. Quanto ao uso da *Internet*, eles informam que a utilizam para troca de informações e correio eletrônico e não para leituras de textos ou conteúdos científicos. Constatamos, desse modo, que o hábito de leitura de textos que abordem esses assuntos não é corriqueiro entre os

estudantes investigados, justificando a relevância de nossa escolha metodológica que inclui a adoção de textos de trabalhos apresentados em eventos científicos como meio de aproximar os estudantes dessas temáticas.

**Tabela 3 - Quais lugares você consegue fazer relação com os conteúdos de Física?**

Escola	20
Casa	16
Parque de diversões	09
Cinema	04
Shopping	03
Outros (ruas e avenidas)	02

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

A questão 3, semiaberta e de múltiplas escolhas, procurou relacionar os conteúdos estudados de Física (Mecânica, Eletricidade etc.) com situações e lugares presentes no cotidiano do aluno. A tabela nos mostra que a maioria dos alunos relaciona os conteúdos de Física predominantemente com a escola e com suas casas.

**Tabela 4 - O que é Tecnologia para você?**

Máquinas, computadores, robôs, sistemas de comunicação	19
Aplicação da Ciência	12
Invenção humana	11
Invenção, desenho e criação de coisas	03
Prosperidade e geração de empregos	02
Outros	02

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

As múltiplas respostas fornecidas para esta questão acima mostram que a grande maioria dos estudantes relacionam a Tecnologia com aplicação da Ciência e, principalmente, com diferentes aparatos tecnológicos. Cerca de metade dos estudantes faz alusão às invenções humanas e criação de objetos. Quanto à geração de empregos, apenas dois estudantes relacionaram Tecnologia com prosperidade.

**Tabela 5 – Com relação à frase: A Tecnologia traz prosperidade e geração de empregos, você:**

Concorda em parte	21
Discorda totalmente	05
Concorda totalmente	02
Em branco	01

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

A Tabela 5 mostra que cerca de sete em cada dez alunos concorda parcialmente que a Tecnologia traz prosperidade; porém, opinam que nem sempre ela é acompanhada de geração de empregos. É digno de nota que se trata de uma questão semiaberta, e nove em cada dez alunos relacionou a Tecnologia ao desemprego em suas justificativas, provavelmente por perceberem que a ampliação de processos e aparatos tecnológicos no sistema produtivo tem levado à redução de postos de trabalho, gerando um grave problema social. Cabe salientar que esse mesmo processo permite a abertura de outros postos de trabalho, demandando formações e competências diferenciadas, obrigando os indivíduos a se qualificarem melhor para poder ocupá-los. Podemos verificar a veracidade da informação, pois as mídias têm alertado para a falta de mão de obra qualificada em alguns setores.

**Tabela 6 – O que é Ciência?**

Conhecimentos, leis e teorias que explicam o mundo em que você vive	17
Pesquisas e uso de conhecimentos em favor da humanidade	14
Disciplinas como Física, Química e Biologia	08
Realização de experiências	04
Invenção de coisas	03
Outra opinião	01

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

De natureza aberta, as respostas indicam as percepções dos estudantes em relação à Ciência como conjunto de conhecimentos e teorias para explicar o mundo em que vivem (cerca de seis a cada dez alunos), enquanto aproximadamente 30% dos estudantes relacionam a Ciência a benefícios gerados para a sociedade; e apenas três estudantes apontaram relação com a tecnologia, por meio da “invenção de coisas”.

As Tabelas 4, 5 e 6 mostram claramente que a maioria dos estudantes investigados não é capaz de estabelecer relações adequadas entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, sinalizando a necessidade de se serem feitas intervenções capazes de reverter esse quadro.

**Tabela 7 – Em sua opinião, as teorias científicas são:**

Questionáveis, pois podem ser modificadas ao longo do tempo	15
Não tenho opinião formada	10
Duvidosas, pois estão sujeitas a erros	09
Sujeitas à influência de fatores externos (econômicos, políticos e sociais)	02
Sujeitas à manipulação e a interesses	02
Erradas, pois não correspondem à realidade	01
Certas, pois transmitem verdades comprovadas	01

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A Tabela 7 mostra que parcela expressiva dos estudantes julga as teorias científicas como questionáveis, sujeitas a erros e acertos, podendo ou não ser modificadas ao longo do tempo. Apesar de um terço deles não ter opinião formada sobre essa questão, constata-se que a maioria dos alunos consegue de alguma maneira perceber as teorias científicas como construções humanas, visto que estão sujeitas à manipulação e a interesses, assim como à influência de fatores econômicos, políticos e sociais.

Brito e Araújo (2023, p. 30) também buscaram desenvolver compreensões sobre aspectos da Natureza da Ciência (NdC) nos estudantes do Ensino Médio por meio da Educação CTS, contribuindo para sua formação tendo em vista o combate “ao caráter salvacionista e a sua neutralidade” e salientando “algumas relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade, buscando promover o desenvolvimento de algumas competências gerais da BNCC, como a aprendizagem de conhecimentos historicamente construídos, a valorização de saberes e a capacidade de argumentação, favorecendo a autonomia e o protagonismo dos estudantes”.

## LEITURAS E DISCUSSÕES DE ARTIGOS CIENTÍFICOS SOBRE CTS

Visando estimular a leitura como mecanismo para o aprimoramento de aprendizagem conceitual, discussão e desenvolvimento de competências, na segunda etapa do trabalho os alunos foram divididos em grupos e orientados a escolher os seus pares. A quantidade estipulada foi de no mínimo dois e no máximo sete alunos por grupo – os grupos maiores teriam de escolher mais de um texto para serem lidos, analisados e discutidos após a apresentação de um seminário que serviu de base para o estabelecimento de debates. Ao final das apresentações, cada grupo entregou uma síntese escrita sobre o texto trabalhado na atividade. O tempo previsto para cada apresentação foi de no mínimo dez e no máximo quinze minutos. O seminário

consiste em uma técnica de ensino que se apoia na exposição oral, na discussão e no debate, cuja finalidade é fomentar nos alunos a sua capacidade de pesquisa, reflexão e síntese, conforme defende Veiga (2003, p. 31):

Por meio de seminários, é possível desenvolver não apenas a capacidade de pesquisa e de análise sistemática de fatos e informações, mas também a capacidade de reflexão e raciocínio, permitindo ao aluno a elaboração e apresentação clara e objetiva de trabalhos.

Essa técnica foca a ação do aluno sobre o objeto de aprendizagem, demandando intensa cooperação entre os integrantes dos grupos, que devem ainda ser adequadamente orientados pelo professor, cujo papel é facilitar a aprendizagem e dinamizar as aulas, assim como promover a criticidade e a criatividade (Luz, Araújo, Maciel; 2007). Segundo Veiga (2003, p. 34), “[...] tanto o professor quanto o aluno deixam de ser sujeitos passivos para se transformarem em sujeitos ativos, capazes de propor ações coerentes que propiciem a superação das dificuldades encontradas”.

Durante as apresentações, foram abertos espaços para discussões sobre o texto, com o professor atuando como mediador do debate. Os alunos tinham total liberdade para expor opiniões e ideias sobre o tema apresentado no texto lido. Ao todo foram formados oito grupos, o menor com dois alunos e o maior, sete. No total, foram propostos pelo professor dez textos na forma de artigos que enfocam a Educação CTS no Ensino de Ciências – nove dos dez artigos escolhidos pertencem ao III Seminário Ibérico CTS no Ensino das Ciências: Perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.

Ressalta-se que esses textos não têm por finalidade a divulgação científica e possuem alguns termos específicos que eventualmente podem dificultar o seu pleno entendimento por parte dos alunos, já que são utilizados, de modo geral, por pesquisadores da área

de Ensino de Ciências. Entretanto, acreditamos que o uso desse material possibilita aos estudantes estabelecerem um primeiro contato com a literatura produzida por pesquisadores acadêmicos, pois contêm temáticas relevantes e enfatizam aspectos enriquecedores para o processo de aprendizagem dos estudantes. Os títulos dos dez artigos escolhidos foram:

- A Educação Ambiental na representação dos alunos do Ensino Médio. Descompassos entre a proposta e a prática de ensino.
- Condições de implantação de parques de energias renováveis para uma proposta de abordagem CTS.
- CTS na produção de Materiais Didáticos: o caso do projeto brasileiro "Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática".
- CTS no ensino de ciências: sua relação com a formação docente e as práticas educativas.
- Elaboração de uma proposta interdisciplinar para introdução de Física Moderna no Ensino Médio.
- O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos.
- Os incêndios florestais no estudo da Química da atmosfera terrestre.
- Plásticos e o Meio Ambiente: da síntese à reciclagem – Abordagens CTSA no ensino da Química.
- (Re)Pensando a Educação Científica – Problemáticas de Lixo e Ensino das Ciências.
- Uma experiência interdisciplinar entre a Biologia e a Física numa perspectiva CTS.

O artigo "A Educação Ambiental na representação dos alunos do Ensino Médio. Descompassos entre a proposta e a prática de ensino" refere-se a um trabalho realizado com alunos do último ano do Ensino Médio de quatro escolas públicas do município de Formiga/MG, em que os autores buscam aprofundar reflexões acerca da formação de profissionais e do ensino de Educação Ambiental em nossa sociedade.

O trabalho "Condições de implantação de parques de energias renováveis: para uma proposta de abordagem CTS" aborda um projeto realizado no âmbito do conteúdo Energia: Fontes e formas de energia, com alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental em uma escola secundária de Covilhã (Portugal) e que se envolveram com problemas relacionados à implantação de energias renováveis, identificando condições para tal implantação e relacionando aspectos" da Ciência com questões de interesse tecnológico e social.

"CTS na produção de Materiais Didáticos: o caso do projeto brasileiro 'Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática'" consiste na análise preliminar da produção de materiais didáticos da área de Ciências Naturais que estão sendo elaborados por um grupo composto por pesquisadores, estudantes de graduação e professores da rede pública de ensino. Ele se fundamenta nas diretrizes da atual política educacional brasileira, que prevê a incorporação da Ciência e da Tecnologia ao trabalho pedagógico.

No artigo "CTS no ensino de ciências: sua relação com a formação docente e as práticas educativas", os autores defendem que a discussão sobre a Educação CTS no ensino de Ciências exige algumas reflexões sobre seu estado atual e sua relação com a formação docente e as práticas educativas. O trabalho objetiva verificar a relação entre a Educação CTS e as necessidades e dificuldades de formação e de exercício da profissão docente.

Já o texto “Elaboração de uma proposta interdisciplinar para introdução de Física Moderna no ensino Médio” apresenta os resultados parciais da análise das decisões, de estudos realizados e recortes efetuados por um grupo de professores de Física, Química e Biologia. Esse trabalho realizou-se durante a preparação de um texto interdisciplinar que seria utilizado em uma escola estadual de Ensino Médio do município de Tupã/SP, a partir de um caso de tratamento radioterápico de câncer de colo do útero.

Por sua vez, o texto “O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos” apresenta como ideia básica o conceito de que tanto os aspectos científicos como as implicações sociais de um produto tecnológico podem ser mais bem explorados se sua aprendizagem for centrada em eventos que tenham a potencialidade de capturar a atenção do aluno. Isso ocorre porque tais eventos podem funcionar como fatores de integração entre a tríade Ciência – Tecnologia – Sociedade.

Tem-se, ainda, “Os incêndios florestais no estudo da Química da atmosfera terrestre” – trabalho desenvolvido a partir de uma situação-problema (incêndios florestais) vivida pelos alunos e a população da Zona do Pinhal no interior de Portugal. Por meio da sensibilização dos alunos, buscou-se desenvolver uma maior compreensão de alguns fenômenos químicos que acontecem na atmosfera e das inter-relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA).

“Plásticos e o Meio Ambiente: da síntese à reciclagem – Abordagens CTSA no ensino da Química” foi desenvolvido a partir de atividades experimentais nas disciplinas de Ciências Físico-Químicas, cujo tema – a reciclagem de plásticos – possibilitou aos alunos uma maior compreensão do conhecimento químico e uma integração entre CTSA, auxiliando-os nos processos de tomada de decisão.

“(Re) Pensando Educação Científica – Problemáticas de Lixo e Ensino das Ciências” é um artigo que retrata a Educação Científica

como indissociável do exercício da cidadania. Defende-se que sua presença é necessária na formação escolar para estimular a população a compreender os debates relativos a questões e problemas atuais relacionados com dimensões científicas e tecnológicas, o que irá permitir que se identifiquem possíveis soluções.

Finalmente, o trabalho “Uma experiência interdisciplinar entre a Biologia e a Física numa perspectiva CTS” objetivou diminuir a visão fragmentada dos conhecimentos disciplinares, mediante a planificação, implementação e avaliação de uma sala de aula numa perspectiva interdisciplinar e colaborativa entre a Biologia e a Física com orientação CTS.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dentre os diversos aspectos que merecem ser abordados e salientados sobre as apresentações realizadas pelos grupos, podemos afirmar que o uso dos textos deu margem a ricas discussões e promoveu intensos diálogos entre os estudantes e entre eles e o professor-mediador, facilitando a compreensão de alguns conteúdos em um contexto interdisciplinar. Isso porque os artigos abordam temas diferenciados, capazes de promover o entendimento de importantes inter-relações entre a Ciência, a Tecnologia e a Sociedade.

As atividades e os debates promoveram, ainda, um significativo aumento do nível de consciência e ampliação do senso crítico quanto aos problemas socioculturais, científicos e tecnológicos. Como consequência, os estudantes compreenderam melhor a importância da leitura para o aprimoramento da sua aprendizagem, particularmente no que se refere a conteúdos de Física, com a consequente melhoria de suas capacidades oral e escrita.

## ANÁLISE INDIVIDUAL DOS GRUPOS PARTICIPANTES

**Grupo 1:** formado por cinco alunos que analisaram, discutiram e apresentaram o artigo "CTS na produção de Materiais Didáticos: o caso do projeto brasileiro 'Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática'".

A apresentação do grupo durou doze minutos e os cinco alunos descreveram o artigo de maneira clara e objetiva, com a participação de todos os integrantes. Entretanto, não houve intervenção ou discussão com a classe, provavelmente pelo fato de o tema não ter despertado maior curiosidade entre os demais estudantes.

A passividade e até mesmo falta de costume para atuarem diante de uma aula desenvolvida de maneira diferenciada podem ser consideradas naturais, tendo em vista que ao longo de suas vidas escolares os alunos são submetidos a um ensino que os mantém, na maior parte do tempo, forçados a uma posição submissa e pouco participativa. Assim, a devida adaptação à quebra desse modelo e ao avanço em direção a um contexto de maior integração e participação pode demandar algum tempo.

**Grupo 2:** formado por quatro alunos, apresentaram o artigo "Os incêndios florestais no estudo da Química da atmosfera terrestre". Em um seminário de dez minutos, apenas um aluno discursou sobre o artigo e durante a apresentação houve a leitura de um resumo do artigo. A classe não se manifestou quanto à apresentação do grupo, pois a maneira com que foi realizado, centrado na leitura do resumo, inibiu uma maior participação e interação. Constatamos que a falta de experiência dos estudantes nesse tipo de atividade tende a prejudicar a qualidade de algumas apresentações.

**Grupo 3:** formado por três alunos, apresentaram o artigo "CTS no ensino de ciências: sua relação com a formação docente e as práticas educativas." Nessa apresentação de quinze minutos, houve a

participação de todos os alunos que compuseram o grupo, com a descrição do artigo de forma clara e foco em sua ideia principal.

Nos cinco minutos finais da apresentação, realizaram-se perguntas, intervenções e discussões sobre o texto com a classe, que se mostrou mais à vontade após presenciar as duas apresentações anteriores. A temática do artigo, que envolvia a discussão de práticas educativas, trouxe elementos que se aproximavam de suas vidas, facilitando a interação.

**Grupo 4:** formado por cinco alunos, que apresentaram em doze minutos o artigo "(Re)Pensando a Educação Científica – Problemáticas de Lixo e Ensino das Ciências". Dos cinco que compuseram o grupo, apenas três se manifestaram durante a apresentação, feita em forma de leitura de resumos.

Nos minutos finais, houve a interação entre a classe e o grupo por intermédio de questionamentos sobre o artigo, que também abordava um tema próximo de suas realidades, uma vez que o lixo e suas consequências para a saúde e qualidade de vida constitui um elemento de fácil problematização. Ressalta-se que as condições de saneamento básico na periferia da cidade geralmente são precárias e representam um problema que ainda não está completamente solucionado. Assim, as interações contribuíram para as reflexões e para a capacidade de pensar criticamente sobre os problemas discutidos.

**Grupo 5:** formado por sete alunos, esse grupo apresentou dois artigos, o primeiro "Plásticos e o Meio Ambiente: da síntese à reciclagem – Abordagens CTSa no ensino da Química" e o segundo "Uma experiência interdisciplinar entre a Biologia e a Física numa perspectiva CTS". Três alunos apresentaram o primeiro artigo e quatro o segundo, de forma clara e objetiva, com duração de doze minutos cada seminário.

Os dois artigos apresentados possibilitaram uma grande interação com a classe, principalmente quando foram debatidos a questão da reciclagem e os problemas ambientais provocados pelos plásticos

descartados sem os devidos cuidados. O fator econômico associado ao processo de reciclagem foi naturalmente destacado nas discussões, já que ela é vista como um meio capaz de propiciar geração de renda.

O debate favoreceu o pensamento crítico dos estudantes e o seu senso de responsabilidade ambiental.

**Grupo 6:** formado por seis alunos que apresentaram dois artigos: “O enfoque ciência, tecnologia e sociedade e a aprendizagem centrada em eventos”, e “A Educação Ambiental na representação dos alunos do Ensino Médio. Descompassos entre a proposta e a prática de ensino”. Três alunos apresentaram o primeiro artigo em 13 minutos e o segundo foi apresentado pelos outros três componentes em dez minutos.

Na primeira apresentação, houve uma explanação objetiva sobre o tema CTS, deixando claro para a classe que o enfoque CTS não é apenas uma forma especial de Educação, mas uma reforma educativa que implica mudanças de grande alcance devido às mudanças na prática docente e no amplo espectro de objetivos formativos almejados por esta vertente educacional.

Assim, houve uma interação maior da classe na apresentação do primeiro artigo, com vários questionamentos críticos que enriqueceram as discussões e contribuíram para que os estudantes pudessem compreender a importância do enfoque CTS. Também foi compreendida a sua capacidade de trazer para o espaço da sala de aula problemas e questões que afetam diretamente suas vidas, o que estimulou o pensamento crítico e valorizou a abordagem contextualizada de temas relevantes.

**Grupo 7:** formado por dois alunos, o texto escolhido foi “Elaboração de uma proposta interdisciplinar para introdução de Física Moderna no Ensino Médio”. Esse artigo não foi analisado e nem apresentado pelo grupo, que se justificou pela falta de tempo para preparar a apresentação, já que um aluno do grupo havia perdido o texto. Esse fato mostra que nem todos os alunos são receptivos às inovações que se busca

implantar nos processos de ensino e aprendizagem, apresentando pouco envolvimento e responsabilidade para com seus deveres escolares, o que pode ser verificado pela displicência e perda do trabalho.

**Grupo 8:** formado por cinco alunos, apresentaram o artigo “Condições de implantação de parques de energias renováveis para uma proposta de abordagem CTS”. Esse grupo se diferenciou dos demais por efetuar a apresentação em forma de debate. Inicialmente, citaram algumas fontes de energia renováveis, suas vantagens e desvantagens e, para iniciar a discussão, colocaram a pergunta: partindo do nosso maior problema, que são as enchentes, como ajudar a nossa comunidade?

Houve muitas críticas ao comportamento inadequado de membros da população e do poder público, sendo mencionado, por exemplo, que “os moradores jogam lixo nas ruas” e que “a subprefeitura não faz a limpeza dos bueiros”, mas houve também propostas para melhorias da escola e da comunidade, como o “reaproveitamento do papel e do plástico”.

A interatividade buscada pelos integrantes do grupo surtiu efeito, pois a participação de muitos estudantes no debate representa a prova do sucesso alcançado. Entende-se que, quando há abertura à participação, os alunos são capazes de se envolver nos debates, posicionando-se acerca dos temas abordados, em especial quando dizem respeito a situações relacionadas aos seus contextos e problemas de vida. Há, desse modo, o favorecimento ao pensamento crítico e reflexivo e o estímulo da conscientização e participação dos indivíduos na busca de soluções para os problemas ambientais abordados.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na orientação de reestruturação curricular para o Ensino Médio na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas

Tecnologias (Brasil, 2006, p. 27), propõe-se que entre as competências desejadas o aluno seja capaz de compreender aspectos relacionados à Ciência, ao conhecimento científico e tecnológico e utilizar tais conhecimentos ao longo de sua vida.

Acreditamos que este trabalho permitiu desenvolver algumas competências propostas pelos documentos curriculares atuais, ao estimular a motivação para a compreensão de importantes elementos específicos da área de Ciências a partir da identificação dos conhecimentos prévios sobre algumas relações CTS. Portanto, contribuiu para ampliar a conscientização dos estudantes, favoreceu a almejada alfabetização científica e facilitou e beneficiou o exercício da cidadania (Krasilchik, Marandino; 2004; Ferraz, Araújo, 2023).

Outro aspecto importante das atividades realizadas foi a utilização de textos alternativos ao livro didático na forma de artigos, cujas temáticas enfocavam conhecimentos científicos, permitindo realizar análises das leituras e dos debates gerados a partir deles. Assim, buscamos mostrar a necessidade e importância da utilização e reflexão sobre textos científicos em aulas de Física. Segundo Assis e Teixeira (2001), a leitura de materiais não usuais pode constituir uma atividade paralela e complementar à aprendizagem, proporcionando uma visão mais ampla e contextualizada dos temas abordados.

Os resultados obtidos indicam que grande parte dos estudantes participou ativamente e com grande motivação nas atividades propostas, demonstrando interesse e formulando indagações sobre os temas que estavam sendo discutidos. Foram levantados questões e problemas locais nas apresentações, tais como: enchentes, desemprego e melhorias sociais a partir de contribuições da Ciência e da Tecnologia. Além disso, as leituras e discussões ampliaram o senso crítico em relação às vantagens e desvantagens das aplicações da Ciência e da Tecnologia em suas vidas.

Apesar de ter havido dificuldades em algumas apresentações e discussões de artigos por parte de alguns estudantes, os seminários

e debates que permearam a proposta contribuíram para ampliar a interação entre aluno-aluno e aluno-professor. Portanto, vê-se uma sinalização de novos caminhos para o aprimoramento de processos de ensino e aprendizagem por meio da utilização de recursos diferenciados (Veiga, 2003). Nesse sentido, merece destaque o uso de textos que podem e devem ser articulados em uma proposta que contemple elementos da Educação CTS, uma vez que este caminho aproxima os estudantes do conhecimento científico. Ao mesmo tempo, permite o desenvolvimento de senso crítico mais apurado em relação a aspectos positivos e negativos do uso das tecnologias modernas, haja vista que podem impactar os ambientes social e profissional, além do meio ambiente (Acevedo, Vázquez, Manassero; 2003; Angotti, Auth; 2001; Cruz, Zylbersztajn; 2005).

Cabe destacar que a maioria dos grupos entregou as sínteses dos artigos analisados, com exceção dos grupos 2, 7 e 8. Tal fato indica que, em sua maioria, os estudantes se envolveram e cumpriram com o que era esperado deles, por meio do encorajamento de suas capacidades de pesquisa, leitura, escrita, síntese e apresentação de textos cujos conteúdos deveriam subsidiar e fundamentar os debates (Luz; Araújo; Maciel; 2007).

## REFERÊNCIAS

- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. *Papel de la Educación CTS en una Alfabetización Científica y Tecnológica para todas las personas*. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 2, n. 2, 2003.
- ANGOTTI, J. A. P.; AUTH, M. A. *Ciência e Tecnologia: implicações sociais e o papel da Educação*. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 15-27, 2001.
- ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B. *Análise do uso de um texto paradidático sobre Energia e Meio Ambiente*. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 74-82, 2001.

ASSIS, A.; TEIXEIRA, O. P. B., A leitura e o ensino de Física. **XV Simpósio Nacional de Ensino de Física (XV SNEF)**. 2003.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias / Secretaria de Educação Básica. Brasília, DF: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

BRITO, J. F. F.; ARAÚJO, M. S. T. Abordagem de Aspectos da Natureza da Ciência por meio da Educação CTS no Ensino Médio. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 15, n. 1, p. 27-42, 2023.

CACHAPUZ, A. *et al.* **A Necessária Renovação do Ensino das Ciências**. São Paulo: Editora Cortez, 2005.

CRUZ, S. M. S.; ZYLBERSZTAJN, A. O Enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade e a Aprendizagem Centrada em Eventos. *In*: PIETROCOLA, M. (org.). **Ensino de Física – Conteúdo, Metodologia e Epistemologia em uma Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, p. 171-196, 2005.

FERRAZ, A. C.; ARAÚJO, M. S. T. Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico Destinado à Aprendizagem Crítica e ao Exercício da Cidadania. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 15, n. 1, p. 121-138, 2023.

FREITAS, D.; SANTOS, S. A. M. CTS na produção de Materiais Didáticos: o caso do projeto brasileiro "Instrumentação para o ensino interdisciplinar das Ciências da Natureza e da Matemática". **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência**. 2004.

KAWAMURA, M. R. D.; HOSOUOME, Y. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 22-27, 2003.

KRASILCHIK, M; MARANDINO, M. **Ensino de Ciências e Cidadania**. São Paulo: Moderna, 2004.

LUZ, S. L. C.; ARAÚJO, M. S. T.; MACIEL, M. D. A pesquisa para aprender a aprender Física na escola básica. **XVII Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2007.

MACEDO, M. *et al.* Uma experiência interdisciplinar entre a Biologia e a Física numa perspectiva CTS. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência**. 2004.

MACIEL, M. D. CTS no ensino de Ciências: sua relação com a formação docente e as práticas educativas. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

MORAES, J. U. P.; ARAÚJO, M. S. T. **O Ensino de Física sob o Enfoque CTSA:** Caminhos para uma Educação Cidadã. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2012.

NAVE, A.; PAIXÃO, F. Condições de implantação de parques de energias renováveis: para uma proposta de abordagem CTS. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

PEDROSA, M. A. *et al.* (Re) Pensando educação científica – problemáticas de lixo e ensino das Ciências. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

PEREIRA, M. M.; COSTA, C. Plásticos e o Meio Ambiente: da síntese à reciclagem - Abordagens CTSA no ensino da Química. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

SILVA, L. H.; FONSECA, V. G. A educação ambiental na representação dos alunos do ensino médio. Descompassos entre a proposta e a prática de ensino. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

SILVA, A. C.; ARAÚJO, M. S. T. Objetivos Formativos presentes em Teses e Dissertações relacionadas com a Educação CTS defendidas no Brasil entre 2010 e 2019. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 15, n. 1, p. 255-272, 2023.

SIMÕES, A. P.; PAIXÃO, F. Os incêndios florestais no estudo da Química da atmosfera terrestre. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.

VEIGA, I. P. A. **A prática pedagógica do professor de didática.** Campinas: Papyrus, 2003.

VIEIRA, S. A.; CARVALHO, L. M. O. Elaboração de uma proposta interdisciplinar para introdução de Física Moderna no Ensino Médio. **III Seminário Ibérico CTS no Ensino de Ciências: Perspectivas Ciência – Tecnologia – Sociedade na Inovação da Educação em Ciência.** 2004.



The background features a large gear in the center, a network of nodes and lines on the left, and various mathematical formulas scattered throughout. The color palette is a gradient from red at the top to blue at the bottom.

# 14

*Jean Louis Landim Vilela*  
*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

## DIFICULDADES ENFRENTADAS POR PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA PARA A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO INCLUSIVA

## INTRODUÇÃO

A Educação brasileira enfrenta diversos desafios para oferecer uma formação de qualidade nos diferentes níveis de escolarização, sendo atualmente defendida a emergência de um novo modelo de escola que possa garantir equidade aos estudantes, com destaque para o segmento que apresenta diferentes modalidades de deficiência, o que demanda ações de inclusão e a adequada formação dos professores. Na conjuntura atual, a sociedade é fortemente marcada pela presença de aparatos e processos tecnológicos, sendo observadas alterações marcantes em diversos setores e atividades humanas. Em especial, a área da Educação tem sido marcada por transformações, inovações e adaptações visando tornar estudantes e professores aptos a enfrentarem a nova realidade que se estabeleceu. Para Santos (2020), essa nova modalidade de ensino tem deixado marcas, algumas vezes positivas e outras negativas, abrindo oportunidades para a implantação de dinâmicas curriculares inovadoras capazes de contribuir para a aprendizagem dos estudantes. Entretanto, em outras situações, as aulas passaram a apresentar um padrão de repetição que as tornaram pouco atraentes aos estudantes, desestimulando seu envolvimento e comprometendo a aprendizagem.

Nesse contexto de mudanças intensificadas pela emergência das tecnologias, constata-se que as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC) adentraram o universo escolar e passaram a permear a atividade docente, demandando de professores e estudantes a experimentação de novas maneiras de ensinar e aprender. De maneira complementar, a direção escolar, a coordenação e as famílias dos estudantes também tiveram de vivenciar novas atribuições, sofrendo os efeitos das novidades trazidas pelo atual cenário.

Assim, é preciso repensar as atividades docentes para evitar que ocorram defasagens no processo formativo, pois elas geram

frustrações e desconforto, inclusive nos pais ou responsáveis pelos estudantes com deficiências, visto que eles normalmente já enfrentam dificuldades de adaptação aos ambientes escolares. Ressalta-se, ainda, que alguns professores vivenciam angústias ao constatarem que muitas vezes suas aulas apoiadas no uso das TDIC são monótonas, pois a interação e participação discente é dificultada por diversos fatores, impedindo que a escola alcance os amplos objetivos que são esperados dela (Vilela *et al.*, 2020).

Diante dessa situação em que são confrontados com novidades e inovações, os discentes portadores de algum transtorno ou síndrome tendem a ser afetados mais intensamente, pois costumam demandar atenção especial, atendimento individualizado e direcionado às suas especificidades, para que possam realizar as atividades educacionais propostas. Tal quadro é agravado pelas dificuldades que os professores encontram em auxiliar esses estudantes que, via de regra, são pessoas retraídas e pouco participativas. Além disso, em muitos casos os professores sequer conseguem identificar a real necessidade do estudante portador de algum tipo de transtorno ou síndrome. Em vista de tais fatos, Osti (2012, p. 55-56) defende que:

Os professores devem estar, ou melhor, devem ser habilitados para detectar os sintomas das dificuldades de aprendizagem e saber como trabalhá-las em classe. Uma de suas principais tarefas, além de perceber a dificuldade de aprendizagem, é solicitar o encaminhamento para providenciar o diagnóstico e meios para um atendimento adequado.

Considerando o contexto atual, em que os problemas educacionais podem ser agravados pelo uso frequente das TDIC e pela presença de estudantes com diferentes deficiências, esta pesquisa justifica-se pela importância em compreender alguns aspectos da realidade vivenciada pelos professores comprometidos com a Educação Inclusiva. Portanto, é relevante identificar quais são as suas maiores dificuldades, se recebem algum tipo de apoio por parte

da escola e, ainda, como entendem que devem proceder em relação a estudantes que necessitam de atendimento diferenciado.

Diante do exposto, o desenvolvimento deste trabalho foi norteado pela seguinte questão de pesquisa: “Quais são as dificuldades enfrentadas pelos professores ao lidar com a inclusão de estudantes portadores de deficiência ou transtorno no contexto da Educação Básica?”

Para responder essa questão, foi realizada uma investigação que contou com a participação de professores que lecionam em escolas públicas e privadas no Sul de Minas Gerais no ano de 2022.

## A REALIDADE DOS ESTUDANTES DIAGNOSTICADOS COM SÍNDROMES OU TRANSTORNOS

O cenário educacional caracterizado pelo crescente uso das TDIC e pela presença de estudantes com deficiências tem forçado muitos professores a substituírem a lousa e o giz por recursos tecnológicos como o computador e os celulares, demandando o desenvolvimento de novas competências necessárias para a realização de suas atividades didáticas. Inclusive, em tal contexto, é preciso administrar ambientes de aulas virtuais e realizar a gestão desses novos tempo e espaço, concomitantemente ao emprego de programas, sites e aplicativos diversificados. Os estudantes com deficiências, por sua vez, também são obrigados a se adequarem aos novos tempos em que o uso de recursos tecnológicos se tornou cada vez mais frequente. Nesse sentido, Garcia *et al.* (2020, p. 9) ressaltam que os estudantes precisam se adaptar à nova realidade, afirmando que:

Aprender é uma atitude cuja competência precisa ser desenvolvida. A proatividade, a inventividade, a responsabilidade e o compromisso são condutas que precisam ser construídas e incentivadas. No ensino remoto, o estudante terá de ser gradativa e continuamente incentivado e provocado para a aprendizagem.

A organização das atividades educacionais nessa nova realidade tecnológica deve considerar que todos os estudantes precisam ser contemplados, capacitados e envolvidos no processo. Isso demanda recursos como amplo acesso à *Internet* e a conscientização dos discentes em acompanhar as aulas de forma participativa, além de um maior apoio e atenção para aqueles estudantes que possuem algum transtorno ou síndrome.

Vilaça e Araújo (2016) afirmam que infelizmente nem todos os estudantes conseguem ter acesso a recursos tecnológicos e acabam desmotivados, ficando sem usufruir de suas vantagens, problema intensificado no caso dos estudantes portadores dos variados tipos de neurodivergências e transtornos comportamentais, tais como dislexia, discalculia, autismo, Transtorno do Déficit de Atenção com Hiperatividade (TDAH), transtorno opositivo desafiador (TOD), dentre outros. Tendo em vista as necessidades próprias desses estudantes, sabemos que tendem a se perder em meio às tarefas e informações que devem realizar, muitas vezes sem receber o devido apoio em termos humanos ou de recursos materiais.

Evidenciamos que nas aulas presenciais essa questão já causa certo desconforto para professores, estudantes e familiares, pois em muitos casos a escola não oferece suporte suficiente para auxiliar os estudantes portadores de algum transtorno, ao mesmo tempo que os professores não se encontram aptos a lidar com tais situações e/ou a família não possui condições de arcar com o tratamento de que seus filhos necessitam. Como decorrência desses problemas, os estudantes apresentam dificuldades em acompanhar os conteúdos abordados nas aulas, o que demanda, segundo Mattos (2008, p. 51), uma postura diferenciada por parte dos professores, visto que:

[...] em sala de aula, no cotidiano escolar, o educador precisa realizar a comunicação entre o pensamento, os sentimentos e a ação realizada pelo educando. A inclusão/exclusão do educando dependerá do desenvolvimento

do processo afetivo, da inter-relação entre educador/educandos e da cumplicidade estabelecida no favorecimento da autoconfiança e da autoestima de ambos.

Chama atenção a difícil tarefa dos docentes em fazer com que esses alunos organizem suas atividades, obedeçam a regras, cumpram prazos e realizem as tarefas com sucesso. As relações interpessoais na maioria das vezes também têm sido um ponto nevrálgico, com o qual a escola precisa saber lidar. Nesse sentido, Vilela *et al.* (2020, p. 107-108) entendem que cabe aos professores atualizarem de maneira permanente a “sua prática docente, sendo aberto a inovações e abordagens alternativas para que possa, ao criar um clima amistoso de interação e liberdade de manifestações, favorecer a autonomia de pensamento e de ação dos estudantes”. Por sua vez, Marchesi (2004, p.38), ao abordar a situação de estudantes com transtornos e neurodivergências, afirma que eles “são diferentes em seus ritmos de aprendizagem e em seus modos pessoais de enfrentar o processo educacional e a construção de seus conhecimentos”. Portanto, respeitar suas dificuldades, dirimir suas dúvidas e auxiliá-los a serem ativos diante do processo educacional contribuirá para o aprimoramento de sua formação e a construção dos conhecimentos escolares. Para tanto, é importante considerar seu tempo de aprendizagem e a oferta de atividades diferenciadas.

Por outro lado, os estudantes que apresentam transtornos ou síndromes precisam ser capacitados para poderem enfrentar as situações formativas propostas com mais autonomia, desenvolvendo-se com mais segurança, a fim de que consigam superar questões como timidez, vergonha, medo, bullying, pânico e até mesmo isolamento e depressão causados pelo ambiente escolar. Cury *et al.* (2020, p. 4) consideram que é preciso “aprender e descobrir como inovar as vivências e práticas pedagógicas”, sendo importante escutar os estudantes para que se possa compreender suas angústias e inseguranças, pois:

Tal ação contribuirá com a elaboração de atividades que proporcionarão o engajamento e a autoconfiança. Dar suporte e escutar os estudantes com deficiências, trans-torno do espectro autista e altas habilidades, os tranquilizará para enfrentamento da atual situação.

O contexto em que muitas atividades escolares são realizadas fora do ambiente presencial pode gerar nos estudantes com necessidades educacionais específicas dificuldades e angústias manifestadas na forma de problemas psicológicos, pânico, pouco envolvimento com sua vida acadêmica, depressão, reincidentes faltas, não cumprimento de prazos, o que repercute, em geral, em baixo rendimento escolar. De acordo com Kousky (2016), os efeitos psicológicos tendem a impactar os alunos de maneira diferente, dependendo do contexto e das situações vividas, e as pesquisas indicam que aqueles em situação de maior vulnerabilidade são, potencialmente, os mais afetados.

Enfim, percebe-se que as atividades *online* com o uso excessivo da Tecnologia podem fazer com que discentes e docentes precisem assumir novas posturas para evitar prejuízos emocionais ou intelectuais, reforçando ao mesmo tempo as possibilidades de tomadas de decisões e exercício de maior autonomia. Peres (2020, p. 29) defende que é preciso “repensar os modelos atuais de ensino, os modelos estruturais das escolas, as práticas de gestão e o processo de ensino e aprendizagem”.

## METODOLOGIA

A pesquisa utilizou as técnicas de Análise de Conteúdo, tendo por base teórica o trabalho de Bardin (2010, p. 280), que sinaliza para a realização de algumas etapas em seu processo de condução: “organização da análise; categorização; tratamento dos resultados e a interpretação deles”.

Por meio de um questionário aplicado em escolas da rede privada, pública estadual e pública municipal de algumas cidades localizadas no Sul de Minas Gerais, buscamos identificar como os professores têm lidado com a questão da inclusão de estudantes com algum tipo de transtorno ou síndrome em sala de aula, quais são as maiores dificuldades enfrentadas e como as escolas estão auxiliando as atividades desses professores no que diz respeito ao processo de inclusão.

Não houve necessidade de identificação dos docentes ao responderem o questionário, o que favorece a liberdade de manifestação, tendo sido solicitado apenas que cada participante identificasse se a escola na qual trabalhavam era pública ou privada, municipal ou estadual. Gil (2009) destaca que a utilização de questionários é uma técnica que tem como objetivo contribuir para a obtenção de informações, o que é de grande importância na pesquisa científica.

A aplicação do questionário foi feita por meio do Google formulários, um recurso que está disponível de forma gratuita e que necessita apenas de uma conta de e-mail do Google. Assim, foi gerado um *link*, vinculado ao e-mail, que foi encaminhado aos professores utilizando grupos de WhatsApp ou e-mail. Todas as respostas fornecidas ficam arquivadas e para acessá-las basta utilizar a conta de e-mail e procurar pela ferramenta "formulários" para ter acesso a todas as informações. Os professores tiveram dez dias para responderem os questionamentos, e foi dada a liberdade para que compartilhassem o *link* do questionário com outros colegas docentes.

O questionário foi respondido por 43 professores e continha oito perguntas, sendo três abertas e cinco fechadas. Após o recebimento das respostas, os pesquisadores iniciaram a etapa de análise, contando com o apoio do sistema do Google para gerar os gráficos referentes a cada uma das questões fechadas. Para as questões abertas foram empregadas as técnicas de Análise de Conteúdo, o

que levou à categorização das respostas obtidas a partir da leitura, identificação dos elementos de significado e, posteriormente, a criação das categorias que emergiram do conjunto de respostas.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

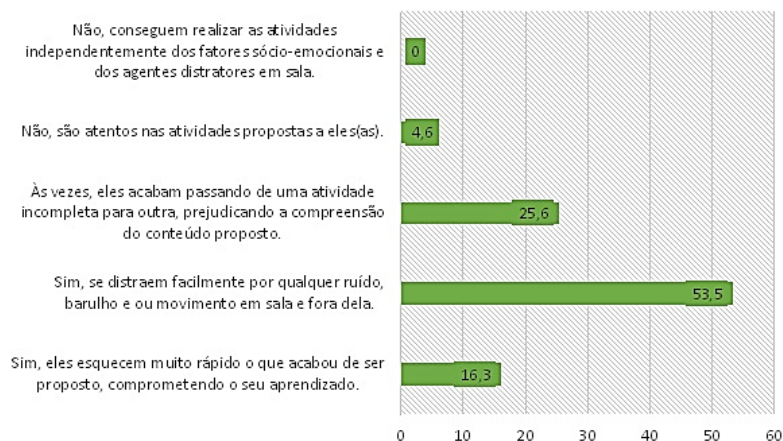
Neste trabalho, optamos por analisar algumas questões fechadas e demos ênfase às questões abertas, estabelecendo a categorização *a posteriori* de todos os itens analisados. A primeira questão visou investigar onde cada professor trabalhava, sendo constatado que dos 43 participantes da pesquisa, 28 trabalham na rede estadual de ensino, oito na rede privada e sete na municipal.

Na segunda questão, buscamos saber se na escola havia algum projeto de inclusão de estudantes que apresentavam alguma síndrome ou transtorno, sendo que 27 professores afirmaram que sim; oito citaram que apenas em algumas situações esses projetos aconteciam; cinco responderam que somente quando a coordenação ou orientação escolar sugeria; e três afirmaram que não havia projeto desta natureza. Os dados obtidos mostram que aproximadamente 63% dos entrevistados indicaram que trabalham com algum projeto de inclusão, 19% desenvolvem esses projetos em algumas situações e 11% o fazem apenas quando é proposta alguma atividade. Tais dados apontam para um cenário satisfatório, uma vez que somente 7% afirmaram que não desenvolvem nenhuma atividade voltada à inclusão. Abordando a questão da inclusão, Figueiredo (2002, p. 68) salienta que:

Efetivar a inclusão, é preciso (...) transformar a escola, começando por desconstruir práticas segregacionistas. (...) a inclusão significa um avanço educacional com importantes repercussões políticas e sociais, visto que não se trata de adequar, mas de transformar a realidade das práticas educacionais.

Na terceira questão proposta, indagamos se os professores concordavam se uma sala de aula numerosa, com estudantes portadores de algum transtorno ou deficiência e sem recursos específicos para esses estudantes, poderia interferir na aprendizagem dos estudantes, aumentando a sua distração e prejudicando as relações socioemocionais. A Figura 1 representa em porcentagens as respostas fornecidas pelos professores participantes.

**Figura 1** – Percepção dos professores em relação ao elevado número de estudantes em salas que apresentam estudantes com algum tipo de transtorno ou síndrome



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Percebe-se que a maioria dos professores (53%) concorda que uma sala de aula numerosa dificulta a concentração dos estudantes; além disso, 26,5% dos entrevistados consideram que os alunos ficam prejudicados com seu elevado número em sala, passando de uma atividade para a outra sem finalizar o que é proposto; ou até mesmo esquecem muito rápido o comando de uma atividade, problema apontado por 16,3% dos professores. Esse problema também é apontado por Duso e Sudbrack (2009) ao enfatizar que em uma turma com número elevado de estudantes o atendimento individualizado ficará prejudicado, afetando a aprendizagem, a avaliação e a interação do estudante com o professor.

## ANÁLISE DAS QUESTÕES ABERTAS

A primeira pergunta aberta questionava “O professor, no ambiente de sala de aula, ao trabalhar com diferentes estudantes, incluindo aqueles que possuem alguma deficiência, encontrará muitas dificuldades durante as aulas e corre o risco de não cumprir toda a ementa proposta. Quais alternativas você aponta para solucionar essas situações?”. A Tabela 1 apresenta as categorias e subcategorias que emergiram das análises das respostas dos professores.

**Tabela 1** – Soluções para enfrentar as situações e os problemas decorrentes da presença de estudantes com deficiências em sala de aula

Categorias	Subcategorias	Nº de respostas	Total
Apoio profissional	Professor de apoio	19	33
	Capacitação dos professores	07	
	Atenção de um especialista	07	
Apoio ao discente	Materiais diferenciados	09	14
	Reduzir o número de estudantes nas salas de aula	03	
	Adaptar o currículo	02	

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

A primeira categoria destaca a importância de se contar com o auxílio de profissionais especializados para auxiliar as atividades dos professores, envolvendo 33 respostas. Essa categoria é composta por três subcategorias, sendo que a primeira aponta como recurso mais adequado para auxiliar o docente nas aulas a presença de um outro professor que possa oferecer apoio auxiliando os estudantes, já que com isso se estabelece uma parceria com os regentes das aulas. Parcerias nesse sentido são apontadas por Mousinho *et al.* (2010, p. 95), que afirma: “a parceria entre os profissionais de apoio e a escola favorece o estabelecimento de metas realistas no que se refere ao desenvolvimento, como também possibilita avaliar

a criança de acordo com suas próprias conquistas". Os trechos de respostas reproduzidos a seguir ilustram as manifestações dos professores sobre esta questão:

P1: Para atender a todos, o professor regente precisará de um professor de apoio, que é aquele que irá orientar o estudante com alguma deficiência.

P2: Entendo que uma das alternativas é ter um professor de apoio para auxiliar os estudantes com certa deficiência e dar maior segurança ao professor regente da turma durante as aulas.

A capacitação dos professores é outro ponto levantado pelos professores pesquisados, com um total de sete respostas. Desse modo, considera-se que para trabalhar com estudantes que necessitam de atenção especial, o professor deveria receber capacitações que possibilitem nortear sua maneira de atuar e realizar as suas atividades, bem como o processo de avaliação e a confecção de materiais específicos. A questão da formação de professores é assim destacada por Lima (2002, p. 40):

A formação de professores é um aspecto que merece ênfase quando se aborda a inclusão. Muitos dos futuros professores sentem-se inseguros e ansiosos diante da possibilidade de receber uma criança com necessidades especiais na sala de aula.

No que se refere ao uso de materiais de apoio para as atividades didáticas, Vilela e Araújo (2024, p. 41) identificam, ao analisar teses e dissertações relacionadas ao ensino de Física envolvendo discentes com deficiências, que "a maior quantidade de trabalhos aponta como tendência de pesquisa propostas de elaboração de materiais didáticos que favoreçam atividades práticas e que despertem o interesse dos estudantes", salientando o uso de imagens, jogos e diversificação de recursos sensoriais. As seguintes respostas exemplificam o pensamento dos professores respondentes acerca do tema:

P3: A preparação dos professores com cursos de capacitação eficazes e que norteiem os profissionais a trabalharem da melhor maneira os desafios enfrentados em sala de aula, conscientizando da importância, provocando e estimulando nossos profissionais para essas diversidades.

P4: Capacitação para professores regentes, pois dizem não estarem aptos para o trabalho que envolve estudantes com deficiência.

Finalizando a primeira categoria, sete professores destacaram que a presença de um especialista na área da Educação Inclusiva poderia ajudar a solucionar os problemas enfrentados pelos estudantes que possuem necessidades especiais, amenizando as dificuldades e deficiências no ambiente de sala de aula. Vital *et al.* (2010) defendem que não se pode restringir o processo educativo apenas a professores ou pedagogos, pois é necessário o apoio de profissionais que possuam competências específicas e que se encontram envolvidos com a inclusão e, portanto, experientes para atuar nessas situações. Acerca desse tema, destacamos algumas respostas fornecidas pelos professores que participaram da investigação:

P5: Atenção especializada e suporte aos estudantes por parte da instituição, visto que a maioria dos professores não possui formação específica e a cobrança para "cumprir" os livros e prazos impede que seja dada uma atenção devida aos que apresentam maiores dificuldades. Há uma falsa ideia de inclusão, a sociedade apenas tolera essa pedagogia, desde que os "normais" não sejam prejudicados.

P6: Acredito que o acompanhamento simultâneo durante a aula com um auxiliar especializado, possibilitando uma maior eficiência.

A segunda categoria que emergiu das respostas relaciona-se aos recursos pedagógicos direcionados aos estudantes com algum tipo de síndrome ou transtorno, envolvendo 14 respostas. Confeccionar materiais diferenciados para esse segmento de estudantes foi apontado por nove professores, sinalizando que esses

recursos podem ajudar no entendimento do conteúdo proposto e auxiliar o professor regente em suas atividades. Stella e Massabni (2019) enfatizam que “a falta de materiais educativos apropriados às escolas que possuem tais estudantes em salas regulares, entre outros motivos, dificulta a efetivação da inclusão, na prática”, reforçando a relevância destes materiais. As seguintes respostas exemplificam o pensamento dos professores respondentes acerca do tema:

P7: Adaptar as atividades e os conteúdos, tentar simplificar ao máximo, sabendo que muitas vezes estamos perdidos no escuro, pois não somos formados para isso.

P8: Penso que as atividades devem ser direcionadas ao nível de desenvolvimento do estudante, adaptadas, e ir aumentando progressivamente a exigência, incentivando e dando autonomia para eles trabalharem de forma independente.

A redução do número de estudantes nas salas de aula foi apontada em três respostas, enquanto a adaptação do currículo mereceu a atenção de outros dois professores participantes, o que forma, portanto, duas subcategorias emergentes de suas falas. Isso mostra que tais ajustes poderiam auxiliar de forma considerável o trabalho deles e facilitar o oferecimento de suporte adequado para os estudantes. Sebastian Heredero (2010, p. 199) afirma que são consideradas adaptações curriculares “[...] toda e qualquer ação pedagógica que tenha a intenção de flexibilizar o currículo para oferecer respostas educativas às necessidades especiais dos estudantes no contexto escolar”.

Destacamos a seguir algumas respostas que sintetizam como os professores se posicionaram em relação aos aspectos identificados nessas categorias:

P9: De fato, um maior investimento por parte dos governos em infraestrutura de apoio e estrutura, com limite do número de estudantes por sala, possibilitaria a aplicação total da ementa proposta.

P10: Adaptar o currículo aos que necessitam de uma atenção especial foi o caminho para cumprir com os conteúdos programados.

A segunda questão era relacionada à utilização de aulas *online*, cujo enunciado era: "Normalmente quando as aulas ocorrem de modo *online*, estudantes que apresentam laudo médico acabam tendo o mesmo nível de atendimento, oportunidade e atenção que os demais. Na visão do professor, quais as maiores dificuldades enfrentadas por esses estudantes?". A Tabela 2 destaca as categorias e subcategorias elaboradas a partir das respostas.

**Tabela 2 - Maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes com distúrbios e síndromes**

Categorias	Subcategorias	Nº de respostas	Total
Recursos humanos	Ausência do professor de apoio	20	31
	Ausência da ajuda familiar	06	
	Falta do contato com o professor	05	
Dificuldades enfrentadas pelos estudantes	Falta de concentração	07	12
	Ausência de recursos para executar as atividades	05	

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Ao analisar as respostas dadas para a segunda questão, identificamos uma primeira categoria emergente relacionada a recursos humanos, com um total de 31 respostas. Uma parcela de vinte professores participantes da pesquisa considerou que a ausência do professor de apoio tende a agravar as dificuldades enfrentadas pelos estudantes, prejudicando o seu desempenho. Pereira Neto (2009) relata que o professor de apoio deve ser um profissional habilitado ou especializado em educação especial e que pode trabalhar com o estudante que precisa de acompanhamento intenso e contínuo, inserido em salas regulares. Nessa subcategoria, destacamos as seguintes respostas fornecidas por alguns dos professores participantes:

P11: Realmente é muito complicado o professor dar conta de passar o conteúdo e atender pessoalmente cada estudante. A alternativa é contar com um professor de apoio.

P12: Normalmente não conseguimos atingir os estudantes para uma aprendizagem significativa, pois sabemos da dificuldade de adaptação, da falta do professor de apoio, entre outros.

Outra subcategoria aponta a ausência da ajuda familiar aos discentes, pois, com a falta de um professor de apoio, seria de se esperar que a presença dos pais suprimisse algumas lacunas, oferecendo auxílio nas atividades escolares. Assim, Oliveira (2018) considera necessário acompanhar, estimular, conversar, ensinar, prestigiar – e não somente cobrar dos filhos uma atuação escolar excelente, pois sua presença e seu auxílio para a superação das dificuldades são fatores imprescindíveis para o êxito dos estudantes.

As respostas dos professores a seguir retratam a subcategoria analisada:

P13: Está difícil para todos os estudantes, especialmente para os estudantes de inclusão, que na maioria não tem apoio da família.

P14: Considero que trazer as famílias dos estudantes para dentro das escolas, com atividades motivacionais e inclusivas, mostrando que a ajuda dos familiares é essencial, contribuirá muito para o desenvolvimento deles.

A diminuição ou falta de contato com o professor foi relatada por cinco entrevistados, que consideraram ser este um fator capaz de afetar o desempenho dos estudantes com algum tipo de transtorno ou deficiência, além de afetar a confiança e o relacionamento entre ambos. Corroborando com esse aspecto, Miranda (2008, p. 2) relata que:

A interação professor-estudante ultrapassa os limites profissionais e escolares, pois é uma relação que envolve sentimentos e deixa marcas para toda a vida. Observamos que a relação professor-estudante, deve sempre buscar a afetividade e a comunicação entre ambos, como base e forma de construção do conhecimento e do aspecto emocional.

Os relatos dos professores apontam para a necessidade do contato entre eles e os estudantes durante as aulas.

P15: Mesmo trabalhando com atividades adaptadas para eles, sentem que a presença dos colegas e dos professores no dia a dia lhes faz falta para poderem completar as atividades e tirar as dúvidas.

P16: O nível de assistência do professor fica muito prejudicado; dessa forma, os estudantes sentem muito sua ausência e são afetados.

A segunda categoria sinaliza as dificuldades enfrentadas pelos estudantes com deficiências segundo o entendimento dos professores participantes, envolvendo um total de 12 respostas. A primeira subcategoria diz respeito à falta de concentração dos estudantes diante das aulas *online*, com sete apontamentos que destacaram problemas de concentração desses estudantes, além de dificuldades para receber comando dos professores ou mesmo em manter interesse por horas na frente do computador ou de um celular. Lima *et al.* (2018, p. 5) defendem algumas atividades e formas de atuar dos docentes em um contexto caracterizado pelo uso de recursos das TDIC:

Para fomentar a interatividade entre os estudantes e a conexão com o aprendizado o docente deve buscar organizar suas aulas adotando metodologias integradoras e TIDC, que permitam ao estudante a pergunta, a argumentação, a troca (socialização), a comunicação em suas diferentes nuances, o desenvolvimento de senso de equipe, a exploração de suas capacidades criativas, dentre outras.

Os apontamentos abaixo representam a preocupação dos entrevistados com a falta de concentração dos estudantes durante as aulas:

P17: Sem o ambiente escolar e sem rotina diária, esses estudantes não conseguem fazer com facilidade suas atividades quando estão em casa e existe muita coisa para tirar sua atenção.

P18: Entendo que esses estudantes necessitam de ajuda próxima deles, pois muitas vezes se dispersam e perdem a concentração no que estão fazendo. Talvez os familiares conseguissem estudar com eles.

Uma última subcategoria foi apontada por cinco professores participantes, cujos relatos apontam a ausência de recursos para executar as atividades como um fator que atrapalha muito o desenvolvimento das tarefas, execução de exercícios, acompanhamento das aulas, participação e interação. A dificuldade de acesso a *Internet*, por exemplo, ter um computador ou um celular para acompanhar as aulas, prejudica a realização das atividades propostas aos estudantes, pois tais equipamentos podem ser bem empregados, segundo apontam Silva *et al.* (2018, p. 12):

Smartphones, notebooks e uma infinidade de dispositivos computacionais são parte integrante da sociedade em que vivemos e têm impactado no modo de vida das pessoas, alcançando inevitavelmente a educação. A apropriação dessas tecnologias dinamiza os processos de ensino e de aprendizagem fazendo com que esses não se encontrem limitados ao tempo e ao espaço da sala de aulas.

As respostas dos professores retratam a ausência dos recursos pelos estudantes e as dificuldades enfrentadas por eles devido ao distanciamento.

P19: Adequação do conteúdo e das formas didáticas necessárias às suas necessidades, além de muitas vezes o estudante não possuir acesso à *Internet* para acompanhar as aulas.

P20: Todos tiveram as mesmas oportunidades, porém, o rendimento enfrentado pelos estudantes com laudo não foi o mesmo devido às dificuldades que as atividades a distância proporcionam.

A última questão aberta refere-se ao atendimento dos estudantes que possuem laudo médico: “Em relação ao nível de assistência do professor, você considera que o atendimento aos estudantes que possuem laudo médico sofre alguma diferença ou não em sua forma de trabalhar? Justifique”. A Tabela 3 apresenta a categoria e as subcategorias que emergiram das respostas.

**Tabela 3 - Atendimento dado aos estudantes que possuem laudo médico para algum transtorno ou deficiência**

Categorias	Subcategorias	Nº de respostas	Total
Impactos sobre o atendimento	Interação professor/estudante	26	38
	Necessidade de recursos	09	
	Ausência do lúdico	03	
Não houve alterações	Sem alterações	09	09

*Fonte: elaborado pelos autores (2025).*

A maioria dos professores destacou que o atendimento oferecido aos estudantes portadores de laudo médico geralmente é prejudicado, afetando o seu desempenho frente às aulas e atividades propostas, correspondendo a um total de 38 respostas.

Para a maioria, 26 respostas, a ausência do contato professor/estudante afeta a interação entre ambos – esse é o fator que mais tende a atrapalhar o processo formativo, pois prejudica o desenvolvimento das atividades propostas, uma vez que nas aulas presenciais o professor orienta melhor, e pode auxiliar, motivar e aconselhar, dando liberdade ao discente para recorrer à ajuda quando sentir necessidade. Essa maior proximidade e interação entre o docente e os estudantes é ressaltada por Relvas (2011, p. 126), que afirma: “Se a aprendizagem ocorrer em um ambiente motivador que desperta o

gosto, o interesse, este processo acontecerá de fato, será verdadeiro, pois terá significado." As seguintes respostas exemplificam o pensamento dos professores respondentes acerca do tema:

P21: Considero que a ausência da interação entre o professor e o estudante durante as aulas prejudica muito, pois o professor não está junto para auxiliar nas atividades e o estudante sozinho apresenta muita dificuldade para realizá-las.

P22: O distanciamento entre professor e estudante contribui de forma negativa, pois a atenção nunca é a mesma; por mais que queiramos, nunca será como o presencial.

Outras respostas dadas pelos professores reforçam a necessidade de oferecimento de recursos complementares, como uma atenção individualizada presencial, a atuação de um professor de apoio, o uso de materiais didáticos especializados que as escolas possuem. Nove professores ressaltam, ainda, a necessidade de participação e apoio da coordenação escolar no acompanhamento dos estudantes e no contato direto com as famílias, bem como a ausência do aspecto lúdico, fator apontado por três professores entrevistados e defendido em pesquisas que envolvem estudantes com deficiências (Vilela; Araújo, 2024).

Muitos estudantes com síndromes ou deficiências precisam, além do atendimento individualizado, de materiais diferenciados dos demais, como textos de atividades impressas com letras maiores, realização de trabalhos em grupo, utilização de jogos educativos, dentre outros recursos. Geralmente, as escolas oferecem-nos, mas em casa fica mais difícil de serem disponibilizados pelos pais ou mesmo pelos professores. As respostas a seguir exemplificam o que foi abordado na análise das subcategorias.

P23: A diferença é que no presencial talvez a matéria fosse explicada várias vezes, e de forma diferenciada, para o estudante com

laudo. Hoje, o material impresso é diferenciado, mas a falta do contato dificulta.

P24: O diferencial seria oferecer ou mesmo confeccionar materiais que se adaptem ao estudante e a suas dificuldades.

As atividades lúdicas também podem contribuir para o desenvolvimento dos estudantes, pois brincadeiras, atividades físicas e competições produzem prazer e estimulam o envolvimento nos estudantes portadores de laudo médico. Resende (2018, p. 80) afirma que “qualquer tipo de atividade lúdica, brincadeiras, jogos ou brinquedos cantados, favorece o processo de inclusão, pois durante a brincadeira, há o processo de integração”. As respostas a seguir exemplificam a necessidade do lúdico para os estudantes com algum tipo de transtorno ou síndrome:

P25: Considero que a ausência do lúdico prejudica muito os estudantes que necessitam de atenção especial.

P26: Muitos de nossos estudantes são de renda baixa, não têm acesso à tecnologia, necessitam de materiais diferenciados, como jogos, pinturas e até mesmo brincadeiras, e esses recursos no ambiente escolar são muito mais fáceis de trabalhar.

Finalizando as análises nessa categoria, constatamos que nove professores disseram que não perceberam nenhuma alteração na forma de atender aos estudantes que possuem laudo médico. Nessa subcategoria, destacamos as seguintes respostas fornecidas por alguns dos professores participantes:

P27: Percebi que não houve alteração, visto que somos nós professores que temos de preparar as atividades adaptadas a cada um dentro de seu nível de dificuldade e de acordo com sua disciplina

P28: Pude perceber que esse tipo atenção foi possível com mais clareza, sem o burburinho da sala de aula e das distrações comuns em

espaços coletivos. A forma de trabalhar não foi a grande mudança, mas a individualização da atenção. Porém, essa atenção ainda depende do *feedback* que o professor recebe do estudante, visto que não sabemos quando as dúvidas surgem se não houver o questionamento do estudante.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O período que estamos vivendo é marcado pela presença cada vez mais frequente de estudantes que apresentam laudo médico para síndromes e deficiências, como autismo e TDAH, trazendo novos desafios em diversos segmentos da sociedade, principalmente no âmbito da Educação, atividade que pode ser considerada como o alicerce da formação de todos os cidadãos. Percebemos que vários fatores influenciaram a atuação de estudantes e professores, e destacam-se o uso mais intenso da tecnologia e a utilização de redes sociais para fins pedagógicos, como o WhatsApp e a *Internet*.

Entendemos que há fatores que podem contribuir de forma negativa para o bom andamento dos processos de ensino e aprendizagem, como aqueles de natureza psicológica e a defasagem apresentada por parte dos estudantes. Assim como verificamos até mesmo um certo nível de angústia dos docentes quando têm de ministrar aulas para estudantes desinteressados e desmotivados, quadro agravado pelo maior distanciamento gerado quando as atividades ocorrem remotamente e pelas fragilidades ou carência de recursos tecnológicos necessários ao bom êxito das atividades na modalidade virtual.

O processo educacional brasileiro, com seus inúmeros problemas, tende a prejudicar de maneira mais intensa os estudantes portadores de algum laudo médico, pois esse segmento sente uma

maior necessidade de atividades didáticas diferenciadas e a recepção de um maior apoio familiar, fatores determinantes para o fortalecimento da sua participação e interação no processo educacional. Tal cenário de dificuldades motivou a realização desta pesquisa, que apresentou como objetivo investigar “Quais são as dificuldades enfrentadas pelos professores ao lidar com a inclusão de estudantes portadores de alguma deficiência ou transtorno no contexto da Educação Básica?”. A busca por respostas para essa questão nos permitiu compreender algumas situações e problemas vivenciados pelos professores, sinalizando possíveis formas de se contornar ou minimizar os efeitos de tais problemas no processo de aprendizagem dos estudantes que integram o segmento de inclusão.

A Análise de Conteúdo aplicada às respostas dos 43 professores participantes possibilitou identificar categorias e subcategorias que revelaram a necessidade de se contar com um professor de apoio, sendo este um fator relevante para o desenvolvimento dos estudantes que apresentam alguma deficiência ou transtorno, pois a ausência de apoio tende a prejudicar a aprendizagem desses estudantes. Também identificamos nas respostas a necessidade de serem feitas adaptações nas atividades propostas, além de uma maior presença dos pais auxiliando a realização de tarefas e trabalhos e, ainda, a importância das aulas presenciais para o bom desenvolvimento das atividades. Outro ponto que chamou atenção foi a ausência de recursos adequados para o acompanhamento das aulas, tendo em vista a falta de acesso à *Internet* por parte dos estudantes, além de recursos como computador ou celular que favorecessem este acesso.

A redução do número de estudantes nas salas de aula também foi um fator apontado nas respostas dos professores, pois desse modo poderiam auxiliar mais de perto os estudantes, principalmente aqueles que necessitam de uma atenção especial, ocasionando maior interação professor-estudante e proporcionando um relacionamento de confiança e amizade, fatores apontados como

elementos que poderiam contribuir para o aperfeiçoamento das aulas. Cabe ressaltar também os prejuízos causados pela ausência da dimensão lúdica nas atividades, que possibilitaria maior interação e participação dos estudantes nas aulas.

Percebemos que a devida capacitação dos profissionais da Educação para melhor trabalhar com estudantes que necessitam de uma atenção especial é fundamental para proporcionar segurança e confiança aos professores, permitindo-lhes oferecer um melhor atendimento aos discentes.

Diante do cenário analisado, entendemos que algumas mudanças precisam ocorrer em relação à inclusão na Educação para que os estudantes que possuem algum tipo de transtorno ou deficiência de fato sejam integrados nas salas de aula regulares. Isso proporcionará condições de se desenvolverem adequadamente e, com isso, poderão exercer com autonomia e criticidade a cidadania (Ferraz; Araújo, 2023), sendo necessário oferecer uma melhor estrutura de suporte humano e material nos ambientes escolares.

Portanto, esperamos que ações e medidas nesse sentido possam ser planejadas e implantadas a fim de amenizar as dificuldades enfrentadas pelos professores ao lidarem com a Educação Inclusiva, já que isso contribuirá para que o processo formativo oferecido pelos sistemas educacionais tenha o almejado êxito, possibilitando o alcance dos objetivos estabelecidos.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. 4 ed. Lisboa: Edições 70, 2010.

CURY, C. R. J. *et al.* O Estudante com Deficiência e a Pandemia. **Instituto Fabris Ferreira**, Presidente Prudente, p. 1-15, 2020. Disponível em: O estudante com deficiência na pandemia - I.pdf (issup.net). Acesso em: 29 abr. 2021.

DUSO, A. P.; SUDBRACK, E. M. Política Educacional: para além da racionalidade econômica questionando a enturmação. **Revista de Ciências Humanas**, v. 9, n. 15, p. 1-50, 2009.

FERRAZ, A. C.; ARAÚJO, M. S. T. Educação CTS como Encaminhamento Didático-metodológico Destinado à Aprendizagem Crítica e ao Exercício da Cidadania. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 15, n. 1, p. 121-138, 2023.

FIGUEIREDO, R. V. Políticas de Inclusão: Escola, Gestão da Aprendizagem na Diversidade. In: ROSA, D. E. G; SOUZA, V. C. de. (org.) **Políticas organizativas e curriculares, educação inclusiva e formação de professores**. Rio de Janeiro: DP&A, 2000.

GARCIA, T. C. M. *et al.* **Ensino remoto emergencial**: proposta de *design* para organização de aulas. Caderno de Ensino Mediado por TIC. Natal, 2020.

GIL, A. C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2009.

KOUSKY, C. Impacts of Natural Disasters on Children. **The Future of Children**, v. 26, n. 1, p. 73-92. 2016.

LIMA, P. A. **Educação Inclusiva e Igualdade Social**. São Paulo: AVERCAMP, 2002.

LIMA, C. L. de; QUEIROZ, E. C. S. B.; SANT'ANNA, G. J. A relação entre concentração e aprendizagem: o uso de TIDC para a aprendizagem do aprender. Congresso Internacional de Educação e Tecnologias. 2018.

MARCHESI, A. A Prática das Escolas Inclusivas. In: COLL, C. *et al.* **Desenvolvimento Psicológico e Educação: Transtornos de Desenvolvimento e Necessidades Educativas Especiais**. Porto Alegre: Editora Artmed, 2004. MATTOS, S. M. N. de. A Afetividade como Fator de Inclusão Escolar. **Teias**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 18, p. 50-59, jul./dez. 2008.

MIRANDA, E. A influência da relação professor-estudante para o processo de ensino-aprendizagem no contexto afetividade. **8º Encontro de Iniciação Científica e 8ª Mostra de Pós-graduação**. 2008.

MOUSINHO, R. *et al.* Mediação Escolar e Inclusão: Revisão, Dicas e Reflexões. **Revista de Psicopedagogia**, São Paulo, v. 27, n. 82, p. 92-108, 2010.

OLIVEIRA, N. A. Q. de. **Interação entre Escola e Família no Processo de Ensino e Aprendizagem da Criança**: Análise da Revista Brasileira de Educação Especial. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

OSTI, A. **Dificuldades de Aprendizagem, Afetividade e Representações Sociais**: Reflexões para a Formação Docente. Jundiaí: Paco Editorial, 2012.

PEREIRA NETO, E. A. **A Ambivalência do Papel do Professor de Apoio Permanente em Salas Regulares do Ensino Fundamental**. Trabalho de Conclusão do Curso (Graduação em Pedagogia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2009.

PERES, M. R. Novos Desafios da Gestão Escolar e de Sala de Aula em Tempos de Pandemia. **Revista Administração Educacional** – UFPE, v. 11, n. 1, p. 20-31, 2020.

RELVAS, M. P. **Neurociências e Transtornos de Aprendizagem**: As Múltiplas Eficiências para uma Educação Inclusiva. 5 ed., Rio de Janeiro: Walk Editora, 2011.

RESENDE, D. C. P. A Importância da Ludicidade na Educação Especial Inclusiva. **Pedagogia em Ação**, Belo Horizonte, v. 10, n. 2, p. 71-82.

SANTOS, E. EAD, Palavra Proibida. Educação *Online*, Pouca Gente Sabe o que É. Ensino Remoto, o que temos para hoje. Mas qual é Mesmo a Diferença? **Revista Docência e Cibercultura**, 2020.

SEBASTIAN HEREDERO, E. A Escola Inclusiva: Estratégias para Fazer Frente a Ela: as Adaptações Curriculares. **Acta Scientiarum. Education (Print)**. Maringá, v. 32, n. 2, p. 193-208, 2010.

SILVA, J. B. *et al.* Integração de Tecnologia na Educação Utilizando Experimentação Remota Móvel. *In*: FIUZA, Patricia Jantsch; LEMOS, Robson Rodrigues (org.). **Inovação em Educação**: Perspectivas do Uso das Tecnologias Interativas. Jundiaí: Paco, 2018.

STELLA, L. F.; MASSABNI, V. G. Ensino de Ciências Biológicas: Materiais Didáticos para Estudantes com Necessidades Educativas Especiais. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 25, n. 2, p. 353-374, 2019.

VILAÇA, M. L. C.; ARAÚJO, E. V. **Tecnologia, Sociedade e Educação na Era Digital / Livro Eletrônico**. Duque de Caxias: UNIGRANRIO, 2016.

VILELA, J. L. L.; FERRAZ, A. C.; ARAÚJO, M. S. T.; JUNGER, A. P. Análise das Percepções de Estudantes da Educação Básica Acerca da Atividade Docente e do Papel da Escola. **Teoria e Prática da Educação**, v. 23, n.2, p. 99-116, 2020.

VILELA, J. L. L.; ARAÚJO, M. S. T. Análise das Tendências da Educação Inclusiva no Ensino de Física Baseada no Mapeamento de Teses e Dissertações. **Revista Dynamis**, v. 28, n. 1, p. 24-45, 2022.

VILELA, J. L. L.; ARAÚJO, M. S. T. Educação CTS Voltada a Estudantes com TDAH Empregando Jogos no Ensino de Física. **Revista Indagatio Didactica**, Aveiro, Portugal, v. 16, n. 3, p. 21-39, 2024.

VITAL, L. M. de A.; PIRES, M. D. E.; ALVES, L. M. Inclusão Social nas Escolas Regulares: Principais Dificuldades Enfrentadas pela Equipe Escolar. **Revista Profissão Docente**, Uberaba, v. 10, n. 21, 2010.



## INTRODUÇÃO

Os grandes desafios do ensino de Física nas escolas, segundo Silva *et al.* (2018), relacionam-se a questões pedagógicas, à ausência de metodologias apropriadas e à falta de materiais adequados para a realização de aulas práticas. No mesmo sentido, análises críticas realizadas por Bonadiman e Nonenmacher (2007); Lopes e Rodrigues (2017); e Moreira (2018) indicam que o processo de aprendizagem é limitado pela persistência no modelo tradicional, baseado em exercícios abstratos, memorização repetitiva e aprendizado mecânico, o que torna o processo exaustivo para os estudantes. A importância de buscar novas estratégias de ensino também é destacada por Dantas, Ribeiro e Mercena (2017).

Do ponto de vista dos alunos, a Física é frequentemente percebida como uma disciplina difícil, desmotivadora e excessivamente focada em cálculos e memorização de fórmulas, conforme mencionado por Martins *et al.* (2017); Moreira (2018); e Silva *et al.* (2018). Segundo Oliveira e Harres (2017), a plena compreensão dos conceitos físicos nem sempre é possibilitada pelo ensino tradicional centrado na resolução de exercícios, levando o estudante a priorizar procedimentos matemáticos em detrimento do entendimento dos fenômenos.

Diante desse contexto, questionamentos são levantados: como a Física pode ser enxergada pelo aluno de maneira diferente? Qual metodologia pode ser adotada pelo professor? Quais meios de aprendizagem podem ser oferecidos ao estudante? A solução poderia ser encontrada em novas metodologias? Poderia a produção de um Objeto de Aprendizagem ser considerada uma alternativa?

A produção de um Objeto de Aprendizagem sobre Física para o Ensino Médio constitui o objetivo deste trabalho, sendo utilizada uma revista em quadrinhos como recurso, e sendo englobados

conteúdos sobre gravitação, dilatação temporal, paradoxo dos gêmeos e teoria da relatividade, como suporte ao professor no ensino de conceitos complexos da disciplina.

## REFERENCIAL TEÓRICO

Novas tecnologias precisam ser compreendidas e selecionadas conforme sua adequação ao conteúdo a ser ensinado. A importância de renovar metodologias e materiais para o ensino de Física é destacada por diversos autores, conforme Bonadiman e Nonenmacher (2007); Martins *et al.* (2017); Moreira (2018); Silva *et al.* (2018); e Silva e Sales (2018). A aversão à disciplina pode ser superada por propostas didático-metodológicas que vão além do formato expositivo tradicional. Assim, promove-se um aprendizado mais significativo ao destacar a Física como um campo de fenômenos e práticas, e não apenas como um conjunto de fórmulas e respostas corretas.

Entre as alternativas metodológicas, a utilização de histórias em quadrinhos (HQ) destaca-se como recurso promissor, pois possibilita a contextualização e a motivação dos alunos, conforme Caruso e Freitas (2009) e Santos (2019). A linguagem própria das HQ, caracterizada pela interação entre palavra e imagem, é ressaltada por Ramos (2011), tornando a comunicação mais eficiente. Benefícios como maior engajamento, desenvolvimento do pensamento crítico e compreensão de conceitos científicos são apontados por vários estudos, conforme Albrecht; Voelzke e Boczco (2020) e Rama *et al.* (2014).

Para a produção de HQ em sala de aula, *softwares* específicos, como o HagáQuê de Bin, Tanaka e Rocha (1999) e HQ impressas podem ser utilizados como recursos didáticos e avaliativos. No entanto, a necessidade de preparo adequado dos educadores para

que esses recursos sejam utilizados de forma eficiente é ressaltada por Santos e Vergueiro (2012), pois o sucesso das propostas é condicionado pela mediação efetiva do professor, por sua competência e por seu repertório conceitual, conforme Carvalho e Martins (2009).

Assim, as HQ vêm sendo firmadas como instrumentos pedagógicos que, associadas a recursos tecnológicos, potencializam o ensino de Física, tornando-o mais atraente e contextualizado para os estudantes da Educação Básica.

## METODOLOGIA

Neste estudo, realizou-se uma pesquisa bibliográfica inicial abrangendo 56 trabalhos dedicados às novas metodologias aplicadas ao Ensino de Ciências. Após um refinamento, 32 estudos foram selecionados, nos quais estratégias de ensino inovadoras, práticas pedagógicas diferenciadas e a aplicação de tecnologias na educação são abordadas. Entre esses, produções em diferentes contextos foram identificadas: sete trabalhos apresentados em simpósios, quatro em encontros acadêmicos, um em congresso, um em mostra de trabalhos científicos, treze artigos publicados em periódicos via Portal de Periódicos da CAPES, uma dissertação de mestrado, três livros, um documento normativo para as redes de ensino e um *software* educacional.

Dos sete trabalhos apresentados em simpósios, foram eles da autoria de Ramos (2011); Ávila e Mackedanz (2015); Dantas, Ribeiro e Mercena (2017); Lopes e Adriana (2017); Lopes e Rodrigues (2017); Martins *et al.* (2017); e Oliveira e Harres (2017). Quatro foram comunicados em encontros acadêmicos: Testoni e Abib (2004); Albrecht e Voelzke (2009); Campanini e Rocha (2015); e Gouvêa e Errobidart (2017). Um foi apresentado em congresso, realizado por Silva (2019). Um trabalho foi incluído em mostras de trabalhos científicos, cuja

autoria é de Viana e Silva (2018). Treze artigos foram extraídos de revistas pesquisadas na base de Periódicos da CAPES: Caruso, Carvalho e Freitas (2002); Pena (2003); Bonadiman e Nonenmacher (2007); Caruso e Freitas (2009); Caruso e Silveira (2009); Carvalho e Martins (2009); Vergueiro e D'Oliveira (2011); Santos e Vergueiro (2012); Souza e Vianna (2014); Fioravanti, Andrade e Marques (2016); Moreira (2018); Silva *et al.* (2018); e Silva e Sales (2018). Foi apresentada uma dissertação de mestrado: Santos (2019). E três são livros: Telles e Mongelli Netto (2020); Rama *et al.* (2014) e Albrecht; Voelzke e Boczco (2020). Um deles é um documento normativo para as redes de ensino: BNCC (Brasil, 2018); e um, *software* educacional: Bin, Tanaka e Rocha (1999).

O desenvolvimento do Objeto de Aprendizagem foi baseado no uso do *software* HagáQuê de Bin, Tanaka e Rocha (1999), da UNICAMP-SP, sendo complementado por ilustrações autorais criadas especificamente para a composição das HQ. Conceitos de Física, como gravidade, teoria da relatividade, dilatação do tempo e paradoxo dos gêmeos, foram abordados no roteiro das HQ, cuja narrativa foi organizada em ordem horizontal, conforme a estrutura convencional do gênero. A sistemática de elaboração das HQ enquanto Objeto de Aprendizagem é detalhada no Quadro 1.

**Quadro 1** - Comparação das Teorias de Newton e Einstein apresentadas nas HQ

Conceitos	Física Clássica - Isaac Newton (1642 - 1727)	Física Moderna - Albert Einstein (1879 - 1955)	Bibliografia
Gravidade	A lei da gravitação universal é responsável por manter objetos em órbita em torno uns dos outros. A massa do Sol atrai a massa da Terra, fazendo com que ela orbite em torno do Sol.	Teoria da relatividade geral expressa uma revolucionária e inovadora interpretação geométrica das ações gravitacionais, apresentando a curvatura do contínuo espaço-tempo para explicar seus efeitos, inclusive sobre a luz.	(Santos, 2019)

Velocidade da luz	O raio de luz estaria em repouso em relação a quem o observa, da mesma forma que duas pessoas andando de bicicleta movimentando-se lado a lado com a mesma velocidade em uma estrada estariam parados um em relação ao outro.	Constância da velocidade da luz para qualquer observador inercial: $c = 299.792.458 \text{ m/s}$	(Santos, 2019)
Especulações sobre a órbita dos planetas após o desaparecimento do Sol	Os planetas saem no mesmo instante da sua órbita. Alterações na força gravitacional são transmitidas instantaneamente quando a posição dos corpos gravitantes muda.	Planetas saem da sua órbita após o tempo que a luz demora para chegar a seus corpos. Existe uma velocidade limite a que podem ser transmitidos os sinais (velocidade da luz no vácuo).	(Telles e Mongelli Netto, 2020)
Espaço e tempo	Espaço e tempo absolutos independentes um do outro.	Teoria da relatividade especial contradiz pressupostos de espaço e tempo absolutos. As medidas de espaço e tempo dependem, essencialmente, das condições de movimento dos observadores.	(Caruso e Freitas, 2009)

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Conforme o Quadro 1, as HQ foram desenvolvidas a partir das teorias de Isaac Newton e Albert Einstein, seguindo uma sequência histórica que possibilita a compreensão e a interação do aluno com as diferentes fases do desenvolvimento do conhecimento científico. Em seguida, conceitos relacionados à velocidade da luz foram abordados e explorados por meio de exercícios mentais inseridos nas histórias, com o objetivo de estimular o raciocínio e favorecer a compreensão dos fenômenos físicos de forma lúdica e contextualizada. Nesse contexto de aplicação e detalhamento dos conceitos,

este episódio (Figuras 1 e 2) foi projetado para explorar o conceito de gravidade, iniciando com a perspectiva da Física Clássica de Isaac Newton. A lei da gravitação universal foi formulada e, para contraste, um questionamento sobre o comportamento dos planetas no caso hipotético do desaparecimento instantâneo do Sol foi introduzido.

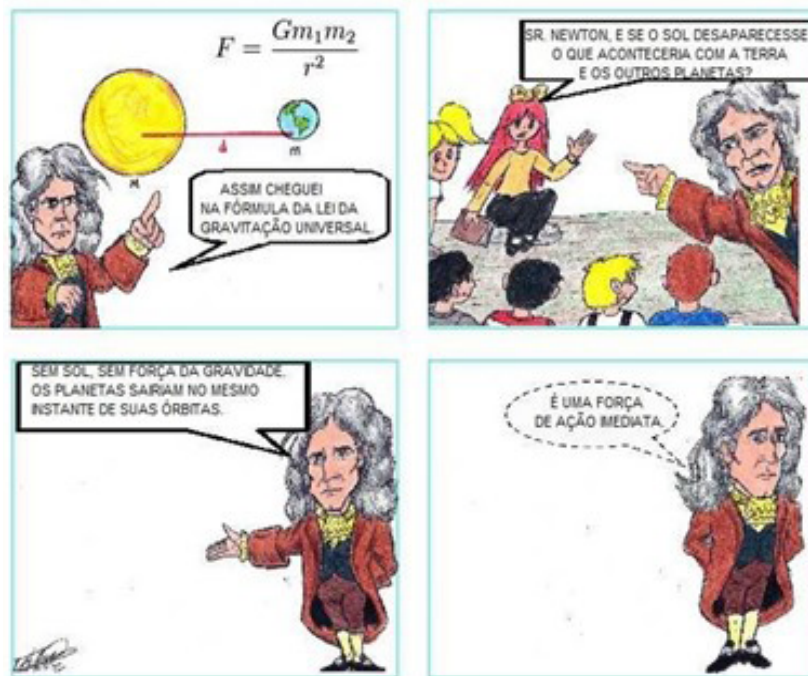
**Figura 1** - A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 1



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, a gravidade foi apresentada pela ótica da Teoria da Relatividade de Einstein, explicada pela curvatura do espaço-tempo, com ênfase no papel da velocidade da luz nas interações. Buscou-se proporcionar uma compreensão comparativa das duas teorias e de suas implicações.

Figura 2 - A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 2



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Desse modo, a gravidade foi explicada por Einstein, que utilizou a velocidade da luz percorrida do Sol ao planeta Terra para a elaboração de sua teoria (Figura 3).

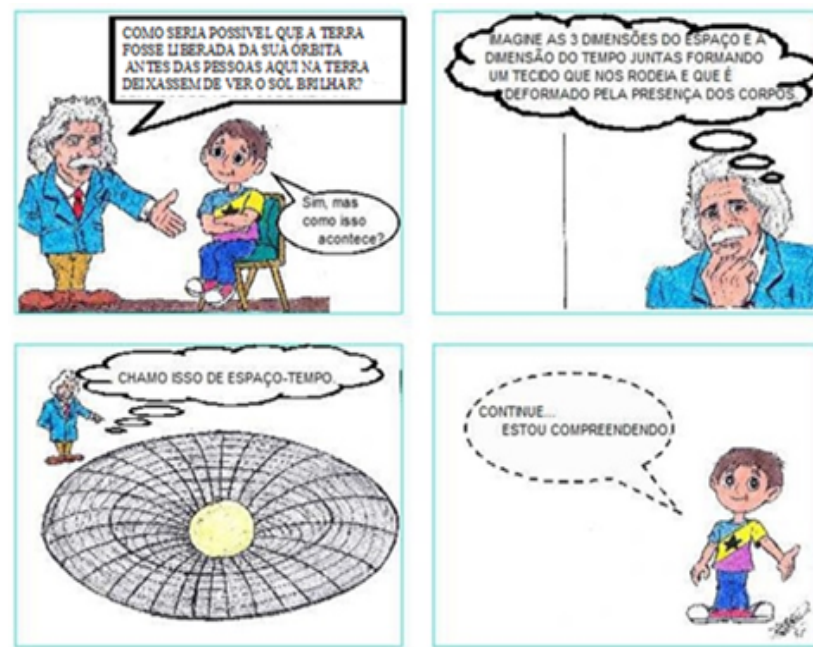
Figura 3 – A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 3



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, é explicado por Einstein que, sendo o Sol uma estrela tão massiva, a curvatura gerada por ele no tecido espaço-tempo é seguida pelos planetas (Figura 4).

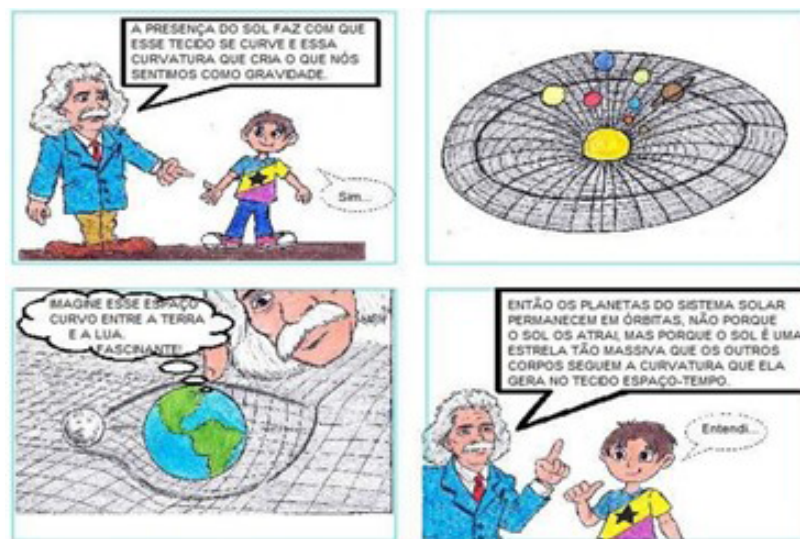
Figura 4 – A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 4



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Em seguida, foi observado o questionamento de Einstein (Figura 5) sobre a inexistência da força gravitacional descrita por Newton, sendo ressaltada, em seu lugar, a ideia de uma curvatura do espaço-tempo que mantém os planetas em órbita ao redor do Sol.

Figura 5 – A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 5



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A explicação de um possível desaparecimento do Sol foi observada como o ponto máximo da discussão entre os dois físicos em cada época (Figura 6).

Figura 6 – A gravidade e o desaparecimento do Sol, parte 6

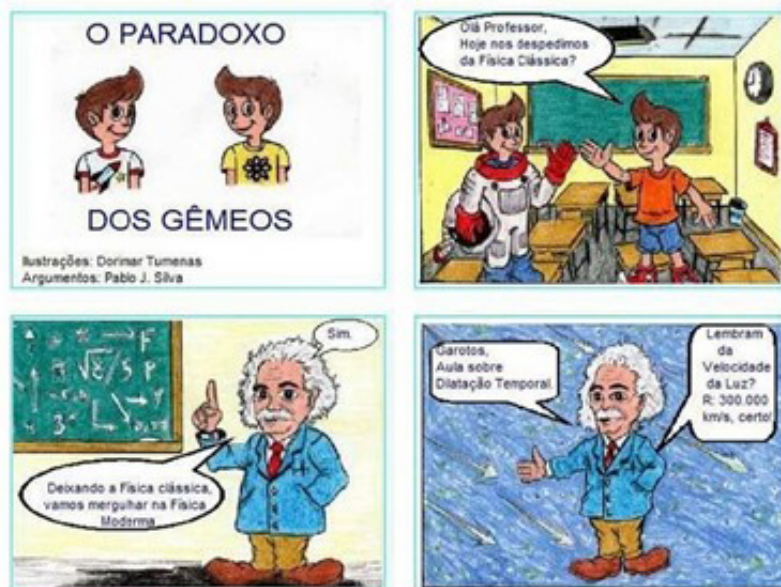


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Nos experimentos de Newton, foi observado que, caso o Sol desaparecesse instantaneamente, todos os planetas abandonariam suas órbitas ao mesmo tempo. Por outro lado, com base na velocidade da luz, foi demonstrado por Einstein que o desaparecimento do Sol só seria percebido na Terra após 8,3 minutos, momento em que a órbita natural seria abandonada (Figura 6). Ao final do episódio, foi concluído que a teoria de Einstein proporcionou uma nova forma de visualizar o Universo.

O episódio "O Paradoxo dos Gêmeos" (Figura 7) foi concebido por meio de um exercício mental envolvendo duas personagens gêmeas.

Figura 7 – O Paradoxo dos Gêmeos, parte 1



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

Esse episódio foi desenvolvido por meio de um exercício mental envolvendo dois irmãos gêmeos. As consequências da dilatação do tempo foram ilustradas com a apresentação de um gêmeo viajando próximo à velocidade da luz, enquanto o outro permanecia na Terra. Equações de dilatação temporal foram incluídas como suporte pedagógico. O processo foi concluído com a representação do viajante como mais jovem, contextualizando o paradoxo dos gêmeos (Figura 8).

Figura 8 - O Paradoxo dos Gêmeos, parte 2

$$\Delta t_A = \frac{\Delta s_A}{v}$$

$$\Delta t_B = \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} \cdot \Delta t_A$$

Estas são as Equações da dilatação temporal, para quem fica e para quem viaja próximo da Velocidade da Luz.

Façam um exercício mental. Um de vocês viajara até a estrela Alfa Centauri – localizada aproximadamente a 4 Anos-Luz daqui a 80% da Velocidade da Luz e o outro esperará a sua volta daqui da Terra.

Ao final, quando o irmão voltar, quais serão suas idades?

Somos Gêmeos. Temos 12 anos. Topa viajar Mano?

Bora!!!

Ida e volta: 8 anos-Luz

$$\Delta t_A = \frac{\Delta s_A}{v} = \frac{8}{0,8}$$

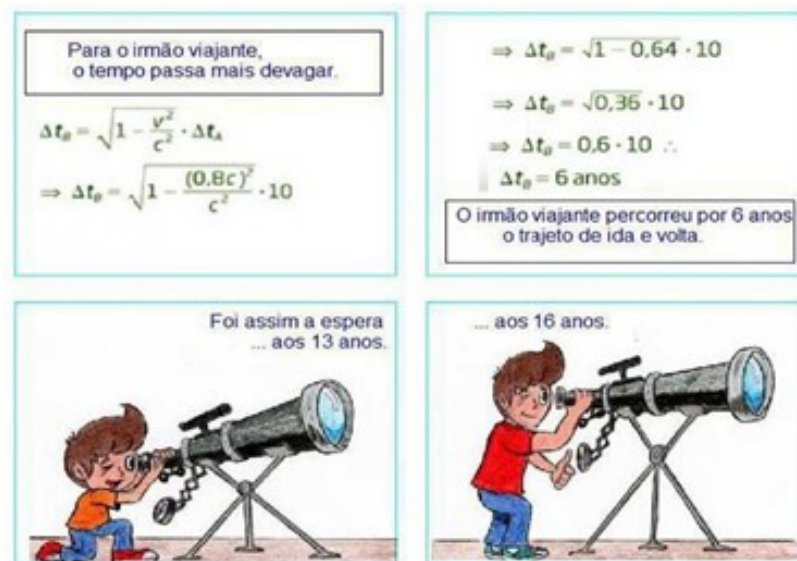
$\therefore \Delta t_A = 10$  anos

Na Terra passará 10 anos.

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A apresentação de fórmulas relacionadas à dilatação temporal foi utilizada como apoio ao exercício mental das duas crianças e como suporte para o professor (Figura 9).

Figura 9 - O Paradoxo dos Gêmeos, parte 3



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A conclusão sobre a relatividade do tempo foi identificada em situações de deslocamento próximo à velocidade da luz, nas quais se constatou que o viajante retornava com uma idade menor do que a de seu irmão (Figura 10).

Figura 10 – O Paradoxo dos Gêmeos, parte 4



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A natureza paradoxal de todo esse cenário é estabelecida pelo fato de que, analogamente, a Terra é percebida pelo viajante como em rota de afastamento. Da mesma forma, pode ser afirmado que, para o viajante, o tempo parece correr mais de maneira mais lenta do que para quem permanece na Terra.

Já no episódio intitulado “Notícias à velocidade da luz” (Figura 11), foi apresentado um exemplo mais conciso sobre o Paradoxo dos Gêmeos.

Figura 11 – Notícias à velocidade da luz



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

No episódio apresentado na Figura 11, concebido como uma versão concisa do “Paradoxo dos Gêmeos”, a curiosidade dos alunos sobre a dilatação temporal foi estimulada sem a utilização de fórmulas complexas. Em formato de tirinha, buscou-se promover o raciocínio dos estudantes sobre os mecanismos e implicações do efeito. No episódio “Próton Acelerado” (Figura 12), constatou-se que a partícula não alcançou 100% da velocidade da luz.

Figura 12 – Próton Acelerado, parte 1

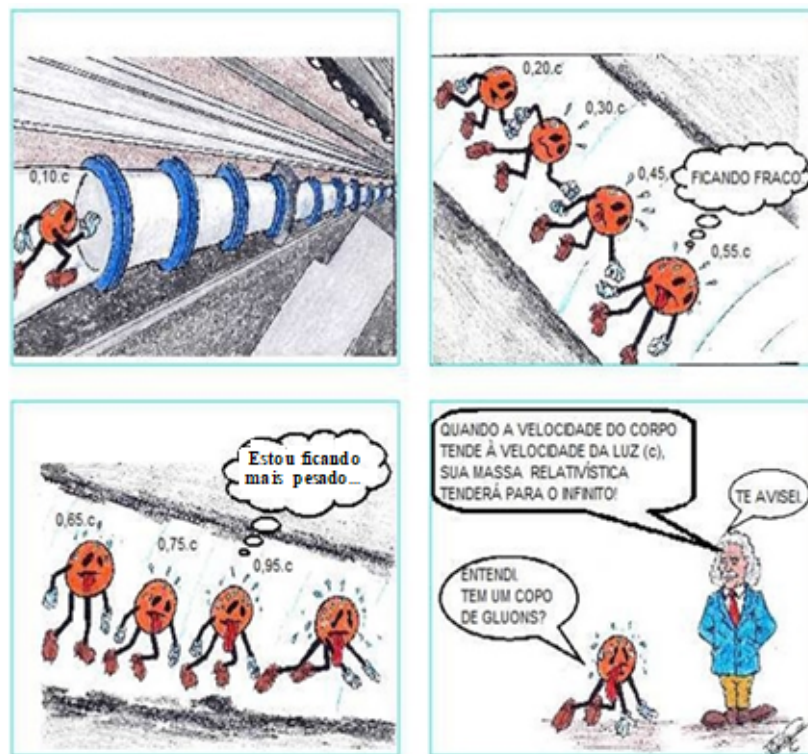


Fonte: elaborado pelos autores (2025).

No episódio ilustrado nas Figuras 12 e 13, foi abordado o postulado de Einstein, segundo o qual nenhuma partícula com massa pode alcançar a velocidade da luz. De forma lúdica, foi demonstrada

a tendência de a massa aumentar indefinidamente à medida que a velocidade se aproxima desse limite, explicando-se, assim, por que o próton não o alcança.

Figura 13 – Próton Acelerado, parte 2



Fonte: elaborado pelos autores (2025).

No Quadro 2, as abordagens da Física Clássica à Física Moderna estão em consonância com as competências na Base Nacional Comum Curricular BNCC (2018) para Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio.

**Quadro 2 – Conceitos, códigos e habilidades da BNCC (2018)**

Conceito no Manuscrito	Código da Habilidade BNCC	Dizeres da BNCC (Descrição da Habilidade)	Bibliografia
Gravidade	(EM13CNT204)	Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	(BNCC, 2018, p. 557)
Sobre a órbita dos planetas após o desaparecimento do Sol			
Espaço e tempo	(EM13CNT201)	Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.	(BNCC, 2018, p. 557)
A velocidade da luz			

Fonte: elaborado pelos autores (2025).

A BNCC (2018) enfatiza o desenvolvimento do letramento científico e a capacidade dos estudantes de analisarem, interpretar e transformarem o mundo com base em fundamentos científicos, promovendo, assim, uma formação integral.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo, foi apresentada a criação de um Objeto de Aprendizagem sobre conceitos de Física Moderna para o Ensino Médio. A revista em quadrinhos produzida foi alinhada às ideias de Silva *et al.* (2018) e Silva e Sales (2018), que defendem metodologias capazes de romper com aulas tradicionais, contribuindo para a melhoria do ensino e servindo como suporte ao professor em sala de aula.

O desenvolvimento do material seguiu uma metodologia que favorece a compreensão de conceitos físicos de forma ilustrativa. De acordo com Carvalho e Martins (2009), o uso de HQ requer o domínio do conteúdo apresentado pelo professor, fundamental para mediar discussões conceituais. Além disso, as HQ são reconhecidas como ferramentas adequadas para resolverem problemas pedagógicos e promoverem aulas práticas, conforme discutido por Caruso, Carvalho e Freitas (2002), Testoni e Abib (2004), Caruso e Freitas (2009), Souza e Vianna (2014), Rama *et al.* (2014) e Santos (2019). As indagações levantadas por Silva *et al.* (2018) também são atendidas por meio dessa abordagem. Por fim, a elaboração do Objeto de Aprendizagem foi concebida para atender às necessidades metodológicas mencionadas.

Os temas da Física Moderna, como dilatação temporal, paradoxo dos gêmeos e teoria da relatividade, são considerados complexos tanto no Ensino Médio quanto no aprofundamento no ensino superior. Como apontado por Albrecht, Voelzke e Boczko (2020), o uso de HQ buscou tornar o ensino de Física mais divertido e prazeroso. A abordagem lúdica é intrínseca à narrativa da revista, facilitando a compreensão sem desconsiderar o rigor científico.

O questionamento de Einstein sobre Newton na primeira HQ foi apresentado de maneira simplificada, mas com fidelidade científica. O exemplo do desaparecimento do Sol foi demonstrado como algo de fácil assimilação, contextualizado dentro do panorama histórico-científico de cada época. Os episódios “Paradoxo dos Gêmeos” e “Notícias à Velocidade da Luz” foram concebidos por meio de exercícios mentais com suas personagens, nos quais as consequências da relatividade do tempo foram abordadas. De forma lúdica, o episódio “Próton Acelerado” ilustrou as consequências do postulado de Einstein na teoria da relatividade restrita, demonstrando que a massa dos corpos tende ao infinito à medida que se aproximam da velocidade da luz, o que impede o próton de atingir sua velocidade limite.

Esses conceitos foram traduzidos nos moldes de uma HQ, facilitando a compreensão de temas de Física considerados complexos. Apresentados de forma lúdica, os episódios demonstraram forte alinhamento com as diretrizes da BNCC (Brasil, 2018) para o Ensino Médio, na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. A BNCC (2018) valoriza a análise de modelos e teorias em diferentes contextos históricos, a capacidade de elaborar explicações e previsões com base no conhecimento científico e o desenvolvimento do pensamento crítico em relação à evolução das concepções sobre o Universo.

Para alcançar esse objetivo, a criação de uma HQ requer um bom texto e ilustrações de qualidade, considerando-se o rigoroso tratamento das teorias abordadas, como a teoria da relatividade. A HQ foi elaborada com o objetivo de se distanciar das aulas tradicionais, mencionadas por Martins *et al.* (2017), Moreira (2018) e Silva *et al.* (2018), sendo confirmada como um recurso eficaz para superar essas limitações, conforme destacado por Pena (2003). Além disso, foi reconhecida como instrumento motivador para a leitura e os estudos dos alunos, contribuindo para sua compreensão de fenômenos físicos, conforme Caruso e Silveira (2009).

Portanto, foi constatado que a produção das HQ como Objetos de Aprendizagem consolida-se como um suporte pedagógico para o professor. Esse aspecto é corroborado por trabalhos como os de Caruso, Carvalho e Freitas (2002), Caruso e Freitas (2009), Santos e Vergueiro (2012) e Viana e Silva (2018).

## REFERÊNCIAS

ALBRECHT, E.; VOELZKE, M. R. Construção de histórias em quadrinhos nas aulas de Física: Uma prática didática. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2009.

ALBRECHT, E.; VOELZKE, M. R.; BOCZKO, R. **O Uso de Histórias em Quadrinho para o Ensino de Astronomia**. 1 ed. Curitiba: Brazil Publishing, 2020.

ÁVILA, D. S.; MACKEDANZ, L. F. Explorando o lúdico no ensino da história da Física. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2015.

BONADIMAN, H.; NONENMACHER, S. E. B. O Gostar e o Aprender no Ensino de Física: Uma Proposta Metodológica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Ijuí, v. 24, n. 2, p. 194-223, ago. 2007.

BRASIL. Ministério da Educação; Conselho Nacional de Secretários de Educação; União Nacional dos Dirigentes Municipais de Educação. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a base. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

BIN, S. A.; TANAKA, E. H.; ROCHA, H. V. **Software HagáQuê**. Versão 1.01 [S./] jul. 1999. Disponível em: <https://www.nied.unicamp.br/projeto/hagaque/>. Acesso em: 04 fev. 2025.

CAMPANINI, B. D.; ROCHA, M. B. Oficinas de histórias em quadrinhos como recurso didático no ensino de Ciências. **Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. 2015.

CARUSO, F.; CARVALHO, M.; FREITAS, M. C. Uma Proposta de Ensino e Divulgação de Ciências Através dos Quadrinhos. **Ciência & Sociedade**, CS-008/02, CBPF, dez. 2002.

CARUSO, F.; FREITAS, N. Física Moderna no Ensino Médio: o Espaço-Tempo de Einstein em Tirinhas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 2, p. 355-366, ago, 2009.

CARUSO, F.; SILVEIRA, C. Quadrinhos para a Cidadania. **História ciência saúde-Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 16, n. 1, p. 217-236, mar. 2009.

CARVALHO, L. S.; MARTINS, A. F. P. Os Quadrinhos nas Aulas de Ciências Naturais: Uma História que não Está no Gibi. **Revista Educação em Questão**, Natal, v. 35, n. 21, p. 120-145, mai/ago, 2009.

DANTAS, L. C.; RIBEIRO, T. N.; MERCENA, S. G. Analisando uma sequência de ensino a partir de uma demonstração experimental sobre o tema a cor do céu utilizando pressupostos da aprendizagem significativa. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2017.

FIORAVANTI, C. H.; ANDRADE, R. O.; MARQUES, I. C. Os Cientistas em Quadrinhos: Humanizando as Ciências. **História, Ciências Saúde-Manguinhos**. Rio de Janeiro, v. 23, n. 4, p. 1191-1208, dez, 2016.

GOUVÊA, S. M. O.; ERROBIDART, N. C. G. Estudando ondas em quadrinhos. *In*: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 11, 2017, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017.

LOPES, E.; ADRIANA, C. Um hipertexto sobre astronomia: uma adequação à base nacional comum curricular no terceiro ano do Ensino Médio para o ensino de Física. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2017.

LOPES, W. M. C.; RODRIGUES, L. Vamos navegar? Uma proposta de atividade interdisciplinar. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2017.

MARTINS, C. O. *et al.* Aplicação e avaliação de uma unidade de ensino potencialmente significativa desenvolvida para ensinar relatividade especial no Ensino Médio. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2017.

MOREIRA, M. A. Uma Análise Crítica do Ensino de Física. **Estudos Avançados**. São Paulo, v. 32, n. 94, p. 73-80, set/dez, 2018.

OLIVEIRA, C. M.; HARRES, J. B. S. Novas evidências sobre as dificuldades de aprendizagem de força e movimento. **Simpósio Nacional de Ensino de Física**. 2017.

PENA, F. L. A. Como Trabalhar com "Tirinhas" nas Aulas de Física. **Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n. 2, p. 20-21, nov, 2003.

RAMA, A.; VERGUEIRO, W.; BARBOSA, A.; RAMOS, P.; VILELA, T. **Como Usar Histórias em Quadrinhos na Sala de Aula**. 1 ed. São Paulo: Contexto, 2014.

RAMOS, P. Tiras, gênero e hipergênero: como os três conceitos se processam nas HQ. **Simpósio Internacional de Estudos dos Gêneros Textuais**. 2011.

SANTOS, A. B. **A Teoria da Relatividade Restrita em uma Sequência de Ensino Potencialmente Significativa com o Uso de Histórias em Quadrinhos**. 2019. 57 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí, 2019.

SANTOS, R. E.; VERGUEIRO, W. Histórias em Quadrinhos no Processo de Aprendizado: da Teoria à Prática. **EccoS - Revista Científica**, São Paulo, n. 27, p. 81-95, jan/abr, 2012.

SILVA, J. M. A. S. As dificuldades enfrentadas por estudantes do ensino médio na aprendizagem da Física. **Congresso Nacional de Educação**, 2019.

SILVA, P. O.; KRAJEWSKI, L. L., LOPES, H. S., NASCIMENTO, D. O. Os Desafios no Ensino e Aprendizagem da Física no Ensino Médio. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, Ariquemes, v. 9, n. 2, p. 829-834, jul./dez. 2018.

SILVA, D. O.; SALES, G. L. O Ensino Conceitual de Física e a Aprendizagem Significativa: Uma Revisão Atualizada da Produção Acadêmica. **EDUCERE ET EDUCARE**, Cascavel, v. 13, n. 30, nov/dez, 2018.

SOUZA, E. O. R.; VIANNA, D. M. Usando Física em Quadrinhos para Discutir a Diferença entre Inversão e Reversão da Imagem em um Espelho Plano. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 31, n. 3, p. 601-613, mai. 2014.

TELLES, D. D.; MONGELLI NETTO, J. **Física com Aplicações Tecnológicas: Óptica, Física Moderna e Fenômenos Complexos**. v. 4. São Paulo: Blucher, 2020.

TESTONI, L. A.; ABIB, M. L. V. S. Histórias em quadrinhos e o ensino de Física: uma proposta para o ensino de inércia. **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, 2004.

VERGUEIRO, W.; D'OLIVEIRA, G. F. De Discursos Não Competentes a Saberes Dominantes: Reflexões Sobre as Histórias em Quadrinhos no Cenário Brasileiro. **Revista Iberoamericana**, [S./], p. 135-148, fev, 2011.

VIANA, S. F.; SILVA, M. J. O uso do software HagáQuê na produção de história em quadrinhos como recurso pedagógico no ensino-aprendizagem. **Mostra Interna de Trabalhos de Iniciação Científica**, out, 2018.

# 16

*Arlison Paganotti*

*Luís Eduardo Guimarães Dias Santos*

*Marcos Rincon Voelzke*

## OS ESTUDANTES DA REDE ESTADUAL MINEIRA E ALGUMAS CONCEPÇÕES SOBRE ENERGIA NUCLEAR

## INTRODUÇÃO

Os currículos de Física do Ensino Médio na virada dos anos 2000, em geral, não atendiam às recomendações das Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+) (Brasil, 2002) para o Ensino Médio (Kawamura; Housume, 2003) no que diz respeito à formação de um cidadão cientificamente alfabetizado. No cotidiano da maioria das escolas públicas era observado que o currículo de Física estava ultrapassado, ou seja, não se ensinava Física Moderna e Contemporânea (FMC). Essa realidade não é muito diferente do que temos hoje com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018) do Ensino Médio, que é o documento oficial que serve de base para o currículo de Física utilizado na maioria das escolas públicas do país.

Existe a necessidade de atualizar o currículo de Física, e vários autores como (Terrazzan, 1992; Paulo, 1997; Mozena e Ostermann, 2016) ressaltam a importância da atualização dos currículos devido à influência crescente dos conteúdos de FMC no cotidiano da sociedade, principalmente pelo seu uso crescente. Exemplos aplicados desses conceitos podem proporcionar aos discentes um sentido lógico ao que eles aprendem na escola, fazendo com que possam estabelecer relações entre os conteúdos aprendidos e o mundo que os cerca.

Vários autores justificam a necessidade do ensino de FMC, seja do ponto de vista da cultura científica e suas implicações sociais (Delizoicov, 2001), ou seja, visando à compreensão dos desenvolvimentos tecnológicos que permeiam nosso cotidiano (Terrazzan, 1992), como também para apresentar a natureza do próprio conhecimento científico e as transformações introduzidas pelas novas formas de investigação da Ciência.

Atualmente, muitos recursos tecnológicos estão presentes no cotidiano das pessoas, que podem ser explicados a partir de conceitos físicos. Entender o uso das tecnologias e os fenômenos físicos envolvidos contribui para a formação de cidadãos mais críticos.

Segundo o PCN+ (Brasil, 2002):

... a Física deve apresentar-se como um conjunto de competências específicas que permita perceber como lidar com os fenômenos naturais e tecnologias, presentes no cotidiano, de forma contextualizada, em articulação com competências de outras áreas, de forma a mostrar que o conhecimento proporcionado por ela possa se transformar em uma ferramenta nas formas de pensar e agir (Brasil, 2002, p. 37).

É possível afirmar que a Física com tais características se enquadra na proposta dos PCN+ (Brasil, 2002), que se volta para a elaboração da disciplina voltada para formar um cidadão contemporâneo, atuante e solidário, com instrumentos para compreender, intervir e participar da realidade. Autores como Taylor e Zafiratos (1991) sugerem que os princípios básicos da FMC sejam trabalhados nos cursos cujos estudantes não tenham a intenção de optar por profissões científicas, já que isso asseguraria a construção de tais conhecimentos fazendo parte do arcabouço cultural de uma maior quantidade de pessoas.

Segundo a proposta apresentada nos PCN+ (Brasil, 2002), o estudo da matéria e radiação, dentro da FMC, tem como escopo:

[...] promover nos jovens as competências para, por exemplo, ter condições de avaliar riscos e benefícios que decorrem da utilização de diferentes radiações, compreender os recursos de diagnóstico médico (radiografias, tomografias etc.), acompanhar a discussão sobre os problemas relacionados à utilização da energia nuclear ou compreender a importância dos novos materiais e processos utilizados para o desenvolvimento da informática (Brasil, 2002, p. 28).

Assim, este trabalho procura obter as concepções prévias de uma amostra de estudantes da rede estadual de ensino de Minas Gerais sobre FMC, tendo como base o tema energia nuclear. As concepções obtidas serão usadas como referência para uma proposta de sequência de ensino que será desenvolvida em um futuro próximo pelos alunos bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) – Física de um Instituto Federal da região. Os alunos e as escolas da rede estadual participantes dessa pesquisa serão contemplados com essa proposta didática, que será realizada em aproximadamente dez horas, sendo desenvolvida por meio de palestras e oficinas práticas que abordarão os conceitos relacionados à FMC.

Como instrumento de pesquisa, foi elaborado e utilizado um questionário com sete questões objetivas e discursivas. A análise das respostas das questões discursivas do questionário aplicado teve como base a categorização dos itens por análise de conteúdo (Bardin, 1994).

## REFERENCIAL TEÓRICO

Muitos pesquisadores defendem a inserção de temas de FMC no Ensino Médio. Machado e Nardi (2006) avaliam que uma atualização curricular dos conteúdos trabalhados nas escolas públicas pode favorecer o aprendizado dos conceitos relacionados à FMC.

Moreira (2006, p.172) também cita em seu trabalho: "(...) não tem sentido que, em pleno século XXI, a Física que se ensina nas escolas se restrinja à Física Clássica proveniente do século XVII". Em tal contexto, Ostermann e Moreira (2000) relatam inúmeros trabalhos nessa área de pesquisa, entre eles Terrazzan (1992), defendendo

que a tendência de atualização do currículo de Física justifica-se pela influência crescente dos conteúdos contemporâneos para o entendimento do mundo criado pelo ser humano contemporâneo, bem como a necessidade de formar cidadãos conscientes e participativos que atuem nesse mesmo mundo.

## METODOLOGIA

Esta pesquisa contou com a participação de quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio, totalizando 123 alunos, e foi desenvolvida em três escolas da rede estadual de Minas Gerais, localizadas respectivamente nas cidades de Belo Vale, Ouro Branco e São Brás do Suaçuí, na região mineira do Alto Paraopeba.

Justifica-se este trabalho junto a turmas do terceiro ano do Ensino Médio uma vez que, em vista da análise dos documentos oficiais que regem a rede estadual de educação de Minas Gerais e o currículo de Física das escolas da rede estadual, o Currículo Básico Comum do estado de Minas Gerais (CBC) (Minas Gerais, 2009, p. 11), o tema FMC deve ser ensinado no último ano do Ensino Médio. Considerando o CBC, é nessa etapa do Ensino Médio que o docente fica encarregado de incluir a FMC nos seus planejamentos de ensino.

Como instrumento de pesquisa foi utilizado um questionário com sete questões, com duas questões objetivas e cinco discursivas. Esse instrumento de pesquisa foi elaborado com o objetivo de obter o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema energia nuclear.

Foram consideradas como respostas corretas aquelas em acordo com os conceitos de FMC abordados no livro Curso de Física, volume 3 (Álvares; Luz, 2012).

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram pesquisados 123 alunos do terceiro ano do Ensino Médio, sendo 73 alunos de uma escola do município de Belo Vale, 23 alunos de uma escola do município de São Brás do Suaçuí e 27 alunos de uma escola do município de Ouro Branco, todas pertencentes à Rede Estadual de Educação de Minas Gerais. Essas escolas receberam as seguintes denominações: Escola A (Belo Vale), escola B (São Brás do Suaçuí) e escola C (Ouro Branco).

Aqui serão apresentadas e discutidas algumas das respostas dadas ao questionário de pesquisa. A primeira questão era objetiva e perguntava aos alunos se eles já estudaram energia nuclear na escola ou em algum outro curso de que eles já tivessem participado. Eles deveriam escolher as opções sim ou não e ainda justificar a sua escolha.

O Quadro 1 mostra o quantitativo de alunos que responderam essa questão e aqueles que justificaram. Proporcionalmente ao número de participantes, foi observado que os alunos pesquisados da escola B foram os que relataram maior contato com o tema energia nuclear.

**Quadro 1 – Alunos que já estudaram energia nuclear**

Escolas	Sim	Não	Os que justificaram sua resposta
Escola A	26 alunos (35,3%)	47 alunos (64,7%)	24 alunos (32,3%)
Escola B	15 alunos (65,3%)	8 alunos (34,7%)	6 alunos (26,1%)
Escola C	12 alunos (44,5%)	15 alunos (55,5%)	4 alunos (14,8%)

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Algumas justificativas mencionadas pelos discentes, referentes à questão 1, foram:

*“Sim. Em um trabalho que realizamos; na televisão e na escola” (B3) (Lê-se: aluno 3 da escola B).*

*“Sim. Nas aulas de Química, nas aulas de Geografia e nas aulas de Ciências” (A72) (Lê-se: aluno 72 da escola A).*

A segunda questão era objetiva e perguntava em quais dos meios (escola; Internet; televisão; rádio; outros meios) o aluno teve maior contato com informações relacionadas ao tema energia nuclear. Nessa questão, o estudante podia escolher mais de uma alternativa. A análise das respostas permitiu chegar aos seguintes resultados, apresentados no Quadro 2:

**Quadro 2 - Meios pelo qual os alunos tiveram contato com o tema Energia Nuclear**

Escolas	Escola	Internet	Televisão	Rádio	Outros meios
Escola A	26,5%	35,3%	64,7%	8,8%	0,0%
Escola B	47,8%	30,4%	39,1%	0,0%	4,3%, em livros
Escola C	29,6%	33,3%	44,4%	0,0%	0,0%

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Observou-se que nas três escolas pesquisadas o maior contato com o tema energia nuclear ocorreu por meio da televisão, constatado pelos maiores percentuais apresentados. Segundo os dados obtidos na pesquisa, a escola B foi a que mais trabalhou essa temática junto aos seus alunos na sala de aula. A opção rádio não foi citada pelas escolas B e C e a opção outros meios não foi citada pelas escolas A e C.

A terceira questão era discursiva e indagava o que os alunos entendiam sobre energia nuclear, além de solicitar explicações ou comentários sobre o tema.

Na escola A, apenas dois alunos, cerca de 3,0%, deram uma resposta considerada correta (Álvares; Luz, 2012).

Um dos alunos respondeu:

*“Ela é obtida através de modificações realizadas no núcleo dos átomos” (A25).*

Houve ainda 53,0% de outras respostas que não se aproximavam da resposta considerada correta (Álvares & Luz, 2012) e 44,0% de estudantes que não souberam respondê-la.

Exemplos de respostas dadas e que constituem concepções alternativas (Da Silva, Campos, De Almeida, 2013; Zanatta, Saavedra Filho, 2020):

*“Energia química transformada em energia elétrica por fusão de elementos químicos” (A42).*

*“É uma energia que libera radiação no espaço, prejudicando a saúde” (A27).*

*“É uma energia muito tóxica” (A55).*

Na escola B, cerca de 12,9% dos alunos responderam corretamente (Álvares & Luz, 2012). Alguns exemplos de respostas dadas foram:

*“Energia liberada em uma reação nuclear” (B15) (Lê-se: aluno 15 da escola B).*

*“Energia gerada da explosão do núcleo atômico” (B9).*

Com relação aos demais estudantes da escola B, 48,0% deram respostas que se distanciaram do correto, usando concepções alternativas, e 39,1% dos discentes responderam que não sabiam a resposta.

Na escola C, 3,7% dos alunos responderam corretamente (Álvares & Luz, 2012). Alguns exemplos de respostas consideradas corretas dadas nessa escola estão disponibilizadas a seguir:

*"Energia obtida na colisão dos átomos de urânio" (C6) (Lê-se: aluno 6 da escola C).*

*"Energia liberada de uma reação nuclear a partir do átomo de urânio" (C5).*

Cerca de 18,5% dos discentes afirmaram que não sabiam responder e os demais alunos da escola C, 77,8%, deram respostas com base em concepções alternativas como:

*"Energia pouco usada em nosso país, ela é usada em países que tem poucos recursos naturais; uma energia que pode ser radioativa" (C22).*

A quarta questão era discursiva, perguntava se o aluno considerava a energia nuclear benéfica ou maléfica para a sociedade e solicitava para ele explicar sua resposta. A solicitação de uma explicação teve como objetivo analisar se os estudantes tinham o conhecimento dos pontos negativos e positivos vinculados à energia nuclear.

Percebeu-se nessa questão que a maioria dos discentes considera a energia nuclear maléfica, e muitos não souberam ou não responderam à questão. O Quadro 3 apresenta alguns dos percentuais de respostas obtidas na pesquisa.

**Quadro 3 - Opinião dos alunos sobre aspectos positivos e negativos ao uso da Energia Nuclear**

Escolas	Maléfica	Benéfica	Benéfica e maléfica	Os que não responderam ou não souberam	Os que justificaram
Escola A	25 alunos (34,0%)	22 alunos (28,4%)	22 alunos (32,0%)	4 alunos (5,6%)	17 alunos (23,3%)
Escola B	14 alunos (60,0%)	2 alunos (5,0%)	1 aluno (2,3%)	6 alunos (32,7%)	11 alunos (47,8%)
Escola C	15 alunos (55,5%)	4 alunos (14,9%)	7 alunos (25,9%)	1 aluno (3,7%)	8 alunos (29,6%)

Fonte: dados da pesquisa.

Alguns exemplos de respostas dadas pelos estudantes da Escola A:

*"Maléfica, porque em contato com o ser humano leva à morte" (A17).*

*"Benéfica, porque ela salvou várias vidas através da tecnologia nuclear na medicina; ela evita emissão de gases" (A23).*

Alguns exemplos de respostas dadas pelos estudantes da Escola B:

*"Maléfica, pois se um reator explodir pode causar vários danos" (B18).*

*"Maléfica, pois a radioatividade pode afetar a saúde das pessoas" (B5).*

Alguns exemplos de respostas dadas pelos estudantes da Escola C:

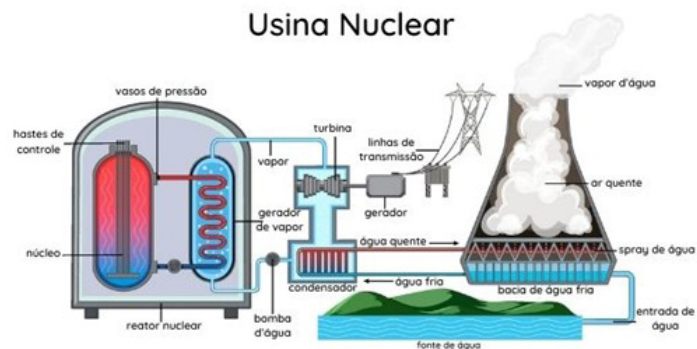
*"Maléfica, porque onde ficam as usinas termonucleares podem ocorrer riscos à população em caso de vazamento" (C14).*

*"Benéfica, pois é um meio gerador de energia elétrica que pode ser instalado em qualquer local" (C3).*

Essa questão se mostrou interessante pois demonstra as diversas opiniões dos estudantes pesquisados e ainda apresenta algumas justificativas singulares, explanando a escolha dos termos maléfica ou benéfica.

A quinta questão era discursiva e apresentava aos alunos uma imagem de uma usina termonuclear e seus vários componentes (Figura 1). Na sequência, foi solicitado aos estudantes que descrevessem o que aquela imagem representava.

Figura 1 - Componentes de uma usina termonuclear



Fonte: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>.

O Quadro 4 apresenta algumas das respostas obtidas nessa questão. Devido ao grande número de variedades de respostas categorizadas por agrupamento (Bardin, 1994), foram representadas apenas as três respostas mais citadas percentualmente pelos alunos em cada escola.

Quadro 4 - Categorização das respostas dos alunos sobre a Figura 1

Respostas da escola A	Alunos	Percentual de alunos
Gerador nuclear	28	38,3%
Usina nuclear gerando energia para a cidade	24	32,8%
Não sei ou não responderam	6	8,2%
Outras respostas não apresentadas neste quadro	15	20,7%
Respostas da escola B	Alunos	Percentual de alunos
Uma usina nuclear	3	13,1%
Como a energia nuclear é gerada	3	13,1%
Não sei ou não responderam	15	65,2%
Outras respostas não apresentadas neste quadro	2	8,6%

Respostas da escola C	Alunos	Percentual de alunos
Energia nuclear faz gerar energia elétrica e depois vai para as residências	4	14,8%
Energia nuclear sendo gerada e indo ser consumida	9	33,4%
Não sei ou não responderam	9	33,3%
Outras respostas não apresentadas neste quadro	5	18,5%

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Foi observado na escola B um número elevado de alunos que não responderam à questão proposta, mesmo sendo uma questão que envolvia apenas a descrição de uma figura dada.

A questão seis era discursiva e indagava se os alunos sabiam citar algum acontecimento relacionado a acidentes nucleares no Brasil ou no mundo, além de pedir para que listassem esses acontecimentos.

Nessa questão, muitos estudantes não responderam ou não sabiam responder, mesmo sendo um assunto abordado em outras disciplinas da Educação Básica, além de Geografia e História.

Algumas das respostas dadas pelos alunos foram categorizadas por agrupamento e por escola, como apresentado no Quadro 5.

**Quadro 5** - Categorização das respostas dos alunos à questão seis sobre acidentes nucleares

Respostas da escola A	Alunos	Percentual de alunos
Goiás e Chernobyl	11	15,1%
Ucrânia, Goiás e Japão	21	28,7%
Japão: Fukushima	19	26,1%
Não responderam ou não sabem	22	30,1%

Respostas da escola B	Alunos	Percentual de alunos
As bombas de Hiroshima e Nagasaki	10	43,4%
Acidente no Japão	7	30,4%
O acidente do Césio 137	1	4,3%
Não responderam ou não sabem	5	21,9%
Respostas da escola C	Alunos	Percentual de alunos
Acidente do Japão	9	33,3%
Bombas em Hiroshima e Nagasaki	13	48,1%
Não responderam ou não sabem	5	18,6%

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Foi observado nas respostas dadas a essa questão que nas três escolas pesquisadas há um grande percentual de alunos que desconhecem os acidentes nucleares ocorridos, ou seja, eles não responderam. Os acidentes mais citados foram o de Goiânia com o Césio 137, ocorrido no Brasil em 1987; o vazamento no reator nuclear da usina de Fukushima no Japão em 2011; e a explosão das bombas nucleares em Hiroshima e Nagasaki, no Japão, em 1945, assuntos que sempre aparecem na mídia principalmente nos telejornais.

A questão sete era discursiva e perguntava aos alunos se eles gostariam de participar de uma atividade didática, tipo um minicurso com palestras e uso de simulações computacionais para aprenderem um pouco mais sobre energia nuclear. Nessa questão também foi solicitado a eles que sugerissem alguns temas que gostariam de ver abordados nessa atividade futura, vinculada à energia nuclear.

O Quadro 6 mostra que a maioria absoluta dos alunos se interessa pelo tema e tem vontade de participar de uma atividade sobre ele.

**Quadro 6** – Categorização das respostas dadas pelos alunos à questão sete

Escolas	Sim	Não	Os que citaram temas
Escola A	67 alunos (91,7%)	6 alunos (8,3%)	43 alunos (58,8%)
Escola B	16 alunos (69,6 %)	7 alunos (30,4%)	4 alunos (17,3%)
Escola C	16 alunos (59,3%)	11 alunos (40,7%)	7 alunos (25,9%)

Fonte: dados da pesquisa (2025).

A escola A se destacou com o maior número de temas sugeridos pelos estudantes pesquisados, ou seja, foram anotadas as sugestões de 43 alunos.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi observado a partir da análise do questionário aplicado que a maior parte dos alunos apresentou dificuldades sobre o tema energia nuclear, tanto por falta de conhecimentos prévios como por se expressarem por meio de respostas vagas, usando concepções alternativas (Da Silva, Campos, De Almeida, 2013; Zanatta, Saavedra Filho, 2020), demonstrando dúvidas.

Ficou claro que mesmo diante da afirmação de alguns alunos que têm contato superficial com os conteúdos de FMC, em meios de comunicação fora da escola como a televisão ou o *smartphone*, as respostas ao questionário mostraram que eles não aprenderam realmente os conceitos relacionados à energia nuclear e sua correlação com a FMC.

O questionário aplicado teve como foco o tema energia nuclear, e verificou as concepções prévias dos estudantes sobre o tema. Nota-se que esse é um conteúdo que normalmente desperta o interesse do público em geral, devido principalmente às bombas

e usinas nucleares. Percebeu-se que, mesmo sendo um tema constante na mídia televisiva ou na *web*, muitos estudantes pesquisados desconheciam o assunto. Nas respostas dadas, ficou claro também que esse tema é pouco trabalhado no cotidiano escolar, apesar da sua presença nos documentos oficiais que regem a Educação brasileira.

Com as concepções dos alunos sobre FMC, ênfase em Energia Nuclear, obtidas por meio deste trabalho, espera-se que os professores das escolas estaduais que participaram e abriram as portas das suas turmas para a realização desta pesquisa, possam desenvolver atividades futuras que trabalhem essa temática, explorando a curiosidade dos discentes em relação à energia nuclear.

Está na agenda futura dos pesquisadores que participaram desse trabalho desenvolver atividades envolvendo a FMC e sua aplicação cotidiana, com a oferta de palestras sobre o tema e suas possibilidades para algumas escolas da rede estadual mineira.

## REFERÊNCIAS

ÁLVARES, B. A.; LUZ, A. M. R. **Curso de Física**. Vol. 3. São Paulo: Editora Scipione, 2012.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições Setenta, 1994.

BRASIL. Ministério da Educação. PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília, MEC/SEMT, 2002.

BASE Nacional Comum Curricular. 2ª. versão revista e ampliada. Brasília, DF: Ministério da Educação (MEC). 2018.

COMO funciona uma usina nuclear? **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/como-funciona-uma-usina-nuclear.htm>. Acesso em: 09 jun. 2025.

CONTEÚDO Básico Comum (CBC) de Física no Ensino Médio, versão 2009. Belo Horizonte: Secretaria de Estado da Educação.

DA SILVA, F. C. V.; CAMPOS, A. F.; ALMEIDA, M. A. V. de. Concepções Alternativas de Licenciandos em Química sobre Radioatividade. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**, Recife, v. 8, n. 1, 2013.

DELIZOICOV, D. Problemas e Problematizações. In: PIETROCOLA, Maurício. (org.) **Ensino de Física: Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001, p.125-150.

KAWAMURA, M. R. D.; HOUSUME, Y. A Contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. **Revista Física na Escola**, São Paulo, v. 4, n.2, out. 2003.

MACHADO, D. I.; NARDI, R.; Construção de conceitos de física moderna e sobre a natureza da ciência com o suporte da hipermídia. **Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 327-332, ago. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S180611172006000400010>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbef/a/VkRDf3rWMZm9PcgzdjxW9Fz/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 12 jun. 2025.

MINAS GERAIS, Secretaria de Estado da Educação. Conteúdo Básico Comum (CBC) de Física no Ensino Médio, versão 2009. MINAS GERAIS, Secretaria de Estado da Educação.

MOREIRA, M. A. **A Teoria de Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala de Aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOZENA, E. R.; OSTERMANN, F. Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Ensino de Física. **Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 33, n. 2, p. 327-332, ago. 2016.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. Uma Revisão Bibliográfica sobre a Área de Pesquisa "Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio". **Revista Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 23-48, 2000.

PAULO, I. J. C. de. **Elementos para uma Proposta de Inserção de Tópicos de Física Moderna no Ensino de Nível Médio**. 1997. Dissertação. (Mestrado em Educação) - Instituto de Educação, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, 1997.

PCN+ Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. **Ciência da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília, DF: Ministério da Educação (MEC/SEMT), 2002.

TAYLOR, J. F.; ZAFIRATOS, C. **Modern Physics for Scientist and Engineers**. New Jersey: Prentice-Hall. (1991).

TERRAZZAN, E. A. A Inserção da Física Moderna e Contemporânea no Ensino de Física na Escola de 2º grau. **Revista Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 209-214, dez.1992.

ZANATTA, R. P. P.; SAAVEDRA FILHO, N. C. O Ensino de Ciências e a leitura da modernidade e da pós-modernidade por Bruno Latour: reflexões acerca do surgimento de pós-verdades e concepções alternativas no Ensino de Física Moderna e Contemporânea no Ensino Fundamental II. **Revista Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1469-1495, 2020. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n3p1469.v>



$ax^2+bx+c=0$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$   
 $E=MC^2$   
 $\log_b(x)$   
 $\log_b(xy)$   
 $\log_b\left(\frac{x}{y}\right)$   
 $x_1 = \frac{1+3+3+6}{6} =$   
 $x_2 = \frac{2+4+4+8+12}{5} =$   
 $x^2+2ax+a^2=(x+a)^2$   
 $x^2-2ax+a^2=(x-a)^2$   
 $x^2+(a+b)x+ab=(x+a)(x+b)$   
 $+ac = a(b+c)$   
 $\left(\frac{b}{c}\right) = \frac{ab}{c}$   
 $\left(\frac{a}{b}\right) = \frac{a}{bc}$   
 $AB+BC = x+y$   
 $(100 \cdot a) + 100b + c =$   
 $a(ba) = (ab)c$   
 $a(bc) = ab+ac$   
 $x$

# 17

*Vinicius Alves Rodrigues*

*Marco Antonio Sanches Anastacio*

*Mauro Sérgio Teixeira de Araújo*

*Marcos Rincon Voelzke*

## FENÔMENOS PERIÓDICOS NO COTIDIANO:

UMA PROPOSTA INTERDISCIPLINAR  
MEDIADA POR INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL  
NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA

## INTRODUÇÃO

A proposta de associar o estudo dos fenômenos periódicos com o auxílio da Inteligência Artificial (IA) apresenta-se como uma iniciativa inovadora e importante para o ensino de Ciências da Natureza na Educação Básica. O ponto de partida é valioso, pois destaca a importância dos ciclos naturais e biológicos, movimentos oscilatórios e comportamento das ondas que fazem parte do cotidiano dos alunos. Procurar por esses padrões representa uma oportunidade única para o desenvolvimento do pensamento científico e matemático, já que envolvem ideias como os batimentos cardíacos, as fases da lua e as marés, os ciclos do carbono e nitrogênio, o movimento das ondas eletromagnéticas, entre outros.

Portanto, explorar esses exemplos na sala de aula permite que os estudantes compreendam como a regularidade e a repetição de uma ação está presente em diversos sistemas naturais e tecnológicos. Integrar os conteúdos da Física e da Matemática relacionados à realidade do educando pode tornar o ensino mais significativo e o aprendizado mais eficaz em relação a uma abordagem pedagógica tradicional.

Entretanto, não se pode negar que um dos principais desafios que as escolas enfrentam é a integração dos componentes de Física e Matemática no currículo. Tradicionalmente, essas disciplinas são abordadas de forma separada, o que torna difícil construir um conhecimento mais amplo e interdisciplinar. Os professores, muitas vezes, enfrentam obstáculos estruturais e curriculares para conectar esses saberes em projetos comuns. Além disso, as diferenças nas abordagens conceituais e na linguagem simbólica das duas áreas ajudam a criar um afastamento entre elas, mesmo quando tratam de fenômenos que naturalmente dialogam entre si, como os periódicos.

Nesse caso, a inserção da IA como um instrumento de pesquisa emerge como uma oportunidade que pode ser usada não

apenas para dar respostas prontas, mas, principalmente, como uma conexão entre pensamentos, auxiliando os alunos a terem ideias, testarem hipóteses e construírem modelos matemáticos com dados reais ou simulados. Nesse sentido, a ideia principal é avaliar o uso da IA na observação e no estudo dos fenômenos que se repetem no cotidiano, utilizando-se as funções trigonométricas. Dessa forma, os estudantes são motivados a explorarem o conteúdo de maneira ativa e investigativa, valorizando a sua experiência e as simulações com o apoio da IA. Segundo Valente (1999), a tecnologia digital, quando utilizada como ferramenta de mediação cognitiva, pode ampliar significativamente as possibilidades de aprendizagem, já que estimulam a autonomia, a reflexão e a construção ativa do conhecimento.

Outro ponto relevante é a participação ativa do aluno na construção do seu próprio conhecimento e no desenvolvimento da alfabetização digital. O uso de ferramentas digitais, por meio da IA, pode auxiliar o desenvolvimento da autonomia intelectual dos alunos e incentivar a curiosidade científica. Ao mesmo tempo, contribui com o trabalho das habilidades e competências da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), como o pensamento computacional, o domínio da linguagem matemática e o uso ético e consciente da tecnologia para a solução de problemas reais (Brasil, 2018).

A interdisciplinaridade entre Física e Matemática é fundamental para contextualizar o aprendizado do educando e o desenvolvimento de suas habilidades e competências. Segundo Fazenda (2011), a interdisciplinariedade consiste em um trabalho coletivo que visa a interação entre disciplinas científicas e seus métodos, promovendo assim, uma aprendizagem mais integrada e significativa. O letramento digital é outro aspecto importante, pois capacita os estudantes a utilizarem a tecnologia de forma consciente e crítica. De acordo com Soares (2002), o letramento digital refere-se ao estado ou condição de quem se apropria das novas tecnologias digitais e a exerce, de forma consciente, nas aplicações do cotidiano.

Esta pesquisa tem como objetivo principal investigar como a utilização da IA pode contribuir para a aprendizagem do conteúdo sobre fenômenos periódicos, de forma a integrar a Física e a Matemática, por meio das Tecnologias Digitais (TD). Pretende-se ainda, estimular a autonomia dos estudantes, desenvolver o letramento digital e promover práticas educativas integradas ao uso das tecnologias.

Desta forma, a pesquisa procurou responder como o uso da IA, na mediação de atividades interdisciplinares com foco em funções trigonométricas, pode potencializar a aprendizagem ativa e o desenvolvimento do letramento digital e científico dos estudantes do Ensino Médio Técnico.

Trata-se de uma versão atualizada e expandida do trabalho apresentado no X Simpósio Internacional de Tecnologias Digitais na Educação, promovido pelo Grupo de Estudos e Pesquisas Sobre Tecnologias Digitais na Educação (GEP-TDE) da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), na modalidade *online*, no período de 23 a 27 de junho de 2025.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Historicamente, a transformação da sociedade, moldada pelo uso das tecnologias existentes, sempre redefiniu, de alguma forma o processo de ensino e aprendizagem, seja com o uso da televisão, do vídeo, dos computadores ou da *Internet*. Entretanto, não se pode negar que, com a propagação dos *chatbots* de IA<sup>5</sup> iniciada no final de 2022, novos desafios começaram a emergir no contexto educacional mediado por essas ferramentas, como a personalização da

5 Um *chatbot* é um tipo de inteligência artificial que consegue simular conversas com usuários humanos. Disponível em: <https://www.salesforce.com/br/agentforce/chatbot/>. Acesso em: 05 mai. 2025.

aprendizagem, o uso de tutores inteligentes, a análise de dados educacionais e o apoio ao trabalho docente.

Para Cardoso *et al.* (2023), a IA pode ser definida como a capacidade de sistemas computacionais em realizar tarefas que requerem inteligência humana, como o reconhecimento de padrões, tomada de decisões e linguagem natural. Para os autores, as transformações advindas do uso da IA têm se tornado um dos principais pilares na atual transformação tecnológica, cujo desenvolvimento está intrinsecamente ligado à sociedade da informação e do conhecimento, impactando diversas áreas, inclusive a Educação.

Nesse contexto, a mediação de práticas pedagógicas com o uso de IA pode promover um ambiente colaborativo, no qual a experiência de aprendizagem “[...] torna-se personalizada de acordo com a autonomia do estudante, perante a construção do conhecimento por meio da busca por respostas que pode acontecer de acordo com sua disponibilidade de tempo e no local mais adequado [...]” (Cardoso *et al.*, 2023, p. 3).

De fato, o atual cenário educacional impõe uma reflexão urgente sobre a eficácia das práticas pedagógicas tradicionais frente às transformações promovidas pelas tecnologias digitais, em especial pela IA. No modelo clássico, o processo educativo se restringe à transmissão de conteúdos previamente definidos, centrando-se na figura do professor como detentor do saber e nos estudantes como receptores passivos de informações. Essa abordagem, frequentemente associada a práticas fragmentadas e conteudistas, pouco favorece o desenvolvimento de competências cognitivas mais complexas, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a aprendizagem significativa (Cardoso *et al.*, 2023).

Em contraste, a inserção da IA no ambiente escolar pode transformar radicalmente esse panorama. Para Reis *et al.* (2024), o uso da IA em sala de aula não deve se restringir à substituição de

tarefas humanas, mas sim à criação de novas possibilidades pedagógicas, em que ferramentas inteligentes contribuam para a construção do conhecimento, ampliando o acesso à informação, favorecendo a personalização da aprendizagem e otimizando a relação professor-aluno. Ao apropriar-se dessas ferramentas, o docente pode renunciar ao roteiro tradicional e incorporar metodologias ativas e contextuais que coloquem o estudante como sujeito de sua aprendizagem.

No entanto, os autores ainda destacam que a simples adoção da IA não garante, por si só, um protagonismo estudantil ou uma prática pedagógica mais crítica. É imprescindível que o professor atue como mediador reflexivo, estimulando a ação, a curiosidade e a autonomia do aluno. Isso implica em compreender a IA não como uma ameaça à docência, mas como um recurso facilitador, capaz de ampliar as fronteiras da educação para além da sala de aula tradicional (Reis *et al.*, 2024).

Nesse novo papel que o professor assume no contexto do ensino e aprendizagem com mediação por IA, o letramento científico torna-se uma competência central na formação social do século XXI, cada vez mais permeada por tecnologias complexas e informações nem sempre confiáveis.

Para Souza (2025), o letramento científico vai além da simples decodificação de conceitos. Trata-se da capacidade de interpretar, questionar e utilizar o conhecimento científico de forma crítica e reflexiva, distinguindo ciência de pseudociência, compreendendo processos investigativos e participando ativamente de debates públicos sobre ciência e tecnologia. A integração entre IA e educação científica, quando mediada de forma crítica, pode ser um potente instrumento para fortalecer esse letramento.

Contudo, também traz riscos, como a superficialidade conceitual ou a perda da autonomia intelectual, caso os processos de ensino se tornem excessivamente dependentes de algoritmos ou

respostas automatizadas. Por isso, o papel do professor permanece central, sendo ele o responsável por articular o uso consciente da IA com metodologias que estimulem o pensamento científico, a experimentação e a investigação.

Por outro lado, se o currículo proposto e adotado na Educação Básica (EB) torna o ensino fragmentado e distante da realidade do estudante, é necessário reconhecer que a efetiva integração da IA ao processo educacional exige uma abordagem interdisciplinar, sobretudo quando se trata do ensino de fenômenos complexos como os movimentos periódicos. Araújo *et al.* (2025) enfatizam que a superação dessa fragmentação do conhecimento demanda práticas que articulem diferentes áreas do saber, promovendo uma alfabetização científica mais ampla. No caso do estudo de movimentos periódicos, como o abordado nesta pesquisa, a convergência entre Física e Matemática é essencial para a compreensão dos fenômenos analisados.

Essa articulação entre áreas já era prevista em documentos oficiais da educação brasileira, desde os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), e mais recentemente a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018) reforçou a necessidade de práticas interdisciplinares para o desenvolvimento de competências e habilidades (Oliveira; Pereira, 2022). Tais práticas, além de enriquecerem o conteúdo abordado, favorecem o engajamento dos estudantes ao conectarem os conhecimentos escolares a situações reais e contemporâneas.

Portanto, ao promover um ensino mediado por IA, que se ancora em práticas interdisciplinares, o professor contribui para uma aprendizagem mais contextualizada, reflexiva e alinhada às demandas da sociedade atual. O ensino dos movimentos periódicos, neste cenário, deixa de ser apenas a aplicação de fórmulas e se transforma em oportunidade de diálogo entre linguagens científicas, tecnologias emergentes e experiências significativas para os estudantes.

## METODOLOGIA

A proposta da pesquisa foi integrar o uso da IA e tecnologias ao ensino dos movimentos periódicos nas disciplinas de Matemática e Física, promovendo, assim, a interdisciplinariedade e o letramento digital. Os participantes foram 42 alunos do 2º ano do Ensino Médio Técnico de uma escola pública estadual de São Paulo (ETEC), como uma proposta de trabalho para as disciplinas de Matemática e Física.

Trata-se de uma pesquisa-ação, uma vez que um dos pesquisadores é docente das turmas e atua diretamente na intervenção pedagógica, analisando seus impactos formativos. Segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação é uma estratégia metodológica que visa resolver ou, pelo menos, esclarecer os problemas de uma situação observada, por meio de uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas em tal situação. Para a coleta e análise dos dados foi utilizada uma abordagem mista, combinando métodos quantitativos com qualitativos por meio da triangulação dos dados, para uma maior abrangência dos resultados.

Nesse contexto, a pesquisa foi estruturada para analisar o papel tanto do uso da IA na sequência pedagógica quanto da mediação docente, garantindo clareza na dinâmica utilizada em sala de aula com os estudantes e a integração entre Física e Matemática. As atividades foram organizadas de forma sequencial, de modo que cada etapa contribuísse para a construção gradual do conhecimento, cujo ponto de partida foi a contextualização teórica e observação da aplicação dos fenômenos periódicos no dia a dia, seguida pela pesquisa autônoma com suporte da IA, até a consolidação e socialização dos resultados.

A mediação docente consistiu na atuação direta do professor em momentos estratégicos da sequência didática, por meio de orientações, esclarecimento de dúvidas, incentivo à reflexão crítica

e auxílio na validação dos resultados obtidos com o uso da IA. Isso incluiu, por exemplo, a reformulação de perguntas enviadas ao ChatGPT para torná-las mais precisas, a análise de respostas incorretas ou incompletas fornecidas pela IA, a demonstração de cálculos de parâmetros físicos e a relação desses parâmetros com a função trigonométrica construída. Também fez parte desse processo de mediação a discussão sobre limitações e vieses da IA, com o intuito de promover um uso ético e consciente da tecnologia.

Essa organização buscou o favorecimento da interdisciplinaridade, a aproximação dos conceitos do cotidiano dos estudantes e o estímulo da autonomia investigativa, articulando as ferramentas digitais com práticas pedagógicas ativas. A seguir, são apresentadas as etapas da intervenção:

1. **Apresentação teórica:** introdução aos conceitos fundamentais de fenômenos periódicos e funções trigonométricas, com abordagem interdisciplinar entre Física (conceitos de ondas, período, frequência, amplitude) e Matemática (funções seno e cosseno), apoiada em recursos audiovisuais.
2. **Aplicação do pré-teste.**
3. **Observação de fenômenos no cotidiano:** identificação, com auxílio de vídeos, simulações e exemplos mediados por IA, de fenômenos periódicos reais, seguida da construção da função trigonométrica correspondente, destacando amplitude, eixo de simetria, tipo de função e período.
4. **Pesquisa orientada com IA:** utilização do ChatGPT para formular hipóteses, coletar dados e propor modelos matemáticos para representar os fenômenos escolhidos, incentivando a formulação de perguntas e a análise crítica das respostas.
5. **Construção no GeoGebra:** modelagem e representação gráfica das funções trigonométricas obtidas, explorando

a variação de parâmetros e analisando o comportamento periódico observado.

6. **Socialização e reflexão coletiva:** apresentação dos trabalhos produzidos, discussão sobre os limites e potencialidades da IA e análise das conexões entre linguagem natural e linguagem matemática, com *feedback* do professor e dos colegas.

7. **Aplicação do pós-teste.**

Os dados foram coletados por meio de Formulários Google, com o objetivo avaliar, de forma comparativa, os saberes e percepções dos estudantes acerca dos conteúdos sobre ondulatória e fenômenos periódicos, bem como sobre o uso da IA e de TD nas atividades discentes. Os formulários do pré e pós-teste foram estruturados em duas partes distintas:

a. **Escala Likert:** composta por um conjunto de seis afirmações destinadas a captar as percepções e o grau de concordância dos estudantes sobre o uso da IA e a integração entre Física e Matemática mediada por TD, conforme Quadro 1.

Quadro 1 - Afirmações avaliadas pela escala Likert

	Afirmações
A1	Eu já utilizei alguma IA para estudar ou resolver problemas escolares.
A2	Eu me sinto confortável em integrar conceitos de Física e Matemática em uma mesma atividade.
A3	Eu compreendo a importância de estudar fenômenos periódicos que ocorrem no cotidiano.
A4	Acredito que a tecnologia pode ajudar na aprendizagem de conteúdos complexos.
A5	Tenho interesse em aprender mais sobre usos da IA em atividades educacionais.
A6	Acredito que o uso de IA pode facilitar a visualização e compreensão de gráficos e funções.

Fonte: dados da pesquisa (2025).

b. **Questões objetivas conceituais:** compostas por quatro itens voltados ao estudo de funções trigonométricas e fenômenos ondulatórios, a saber:

- Q1 – Identificação de fenômenos periódicos em situações cotidianas;
- Q2 – Aplicação de funções senoidais, como  $f(x) = 2\text{sen}(x)$ , em contextos físicos;
- Q3 – Análise gráfica de funções trigonométricas com o uso do GeoGebra;
- Q4 – Relação conceitual entre parâmetros físicos (período, amplitude) e os elementos correspondentes na função.

A análise qualitativa contemplou as produções desenvolvidas ao longo da sequência didática integrada ao uso da IA, considerando: (i) registros das interações com o ChatGPT; (ii) a construção e formulação da função trigonométrica no GeoGebra; (iii) respostas a perguntas abertas e reflexivas; e (iv) produções que evidenciam a articulação entre Física e Matemática e o papel das TD no processo pedagógico. Todo o material foi entregue de forma digital, via Microsoft Teams, com preservação dos dados pessoais dos participantes por meio de um sistema de codificação.

O pré-teste foi aplicado logo após a etapa de apresentação teórica e antes de qualquer mediação docente direta, permitindo que os alunos conduzissem a pesquisa de forma autônoma, especialmente nas etapas de investigação com IA e construção gráfica. Já o pós-teste foi aplicado ao final da sequência, após a consolidação conceitual e a mediação do professor. Essa organização metodológica permitiu comparar, de forma mais robusta, a evolução da aprendizagem e o impacto relativo do uso isolado da IA em contraste com a mediação pedagógica. Visando a fluidez do texto, os *links* para os formulários e o roteiro orientador da atividade estão listados a seguir:

- Orientações para a atividade: <https://encurtador.com.br/7hB40>
- Formulário com as questões do pré-teste: <https://forms.gle/EMtjfHEgrrA6RZuc7>
- Formulário com as questões pós-teste: <https://forms.gle/qMfWxBnbv4UcCELz7>

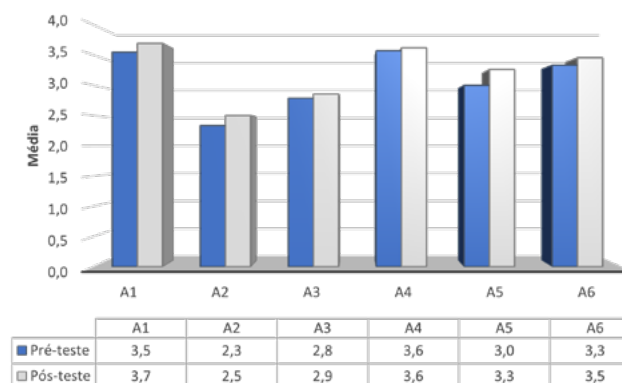
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### ANÁLISE QUANTITATIVA DAS PERCEPÇÕES

Com o objetivo de compreender as percepções dos estudantes sobre a experiência de aprendizagem mediada por IA e sobre a integração entre os conteúdos de Física e Matemática, foi aplicado um questionário com seis afirmações avaliadas por meio da escala *Likert*, variando de "Discordo totalmente" a "Concordo totalmente". Essas questões permitiram investigar o grau de aceitação da proposta, a clareza dos conceitos abordados e o impacto percebido do uso da tecnologia no processo de aprendizagem.

Para a análise dos dados, cada item resposta da escala *Likert* foi convertido para valores numéricos, variando de 0 para "Discordo totalmente", a 4, para "Concordo totalmente". Em seguida, calculou-se a média de cada item, de modo a identificar o grau médio de concordância dos estudantes em relação às afirmações propostas. A comparação considerou dois momentos da coleta: pré-teste, aplicado após a etapa inicial da sequência didática, e pós-teste, realizado ao final da intervenção e consolidação dos conteúdos. Essa organização permitiu verificar a evolução das percepções ao longo da proposta e avaliar o impacto do uso da IA aliado à mediação docente na construção do conhecimento interdisciplinar, como mostra a Figura 1.

Figura 1 - Comparação entre o grau médio de concordância no pré e pós-teste



Fonte: dados da pesquisa (2025).

A análise dos resultados revela uma tendência clara de crescimento nos níveis médios de concordância ao longo das etapas. A maioria das questões apresenta evolução contínua entre os momentos, com destaque para A1 e A6, que atingiram os maiores índices no pós-teste (3,7 e 3,5, respectivamente). Esses dados sugerem que os estudantes demonstraram uma aceitação positiva da proposta de integração entre IA e ensino dos movimentos periódicos, reconhecendo também a contribuição da tecnologia no processo de aprendizagem interdisciplinar. A elevação consistente dos índices nessas questões reforça a eficácia da proposta em despertar o interesse e o engajamento dos alunos.

Contudo, algumas questões apresentaram médias mais modestas, como é o caso de A2 e A3, cujos valores oscilaram entre 2,3 e 2,9 nos três momentos. A estabilidade ou o crescimento tímido nesses itens indica possíveis fragilidades conceituais ou dificuldades específicas no entendimento dos temas abordados, mesmo com o apoio da IA e a mediação docente. Portanto, esses resultados apontam para a necessidade de rever as estratégias utilizadas nesses tópicos, considerando abordagens mais interativas ou contextualizadas, que possam favorecer a compreensão e a aplicação dos conceitos.

Um ponto relevante foi observado na A5, que apresentou uma ligeira variação entre o pré-teste (3,0) e o pós-teste (3,3). Esse resultado indica que, nas etapas iniciais, alguns conceitos ainda não estavam plenamente consolidados, mas após a intervenção e o acompanhamento do professor, foi possível reverter eventuais lacunas e fortalecer a compreensão. A mediação docente, nesse sentido, mostrou-se essencial para potencializar o uso das tecnologias digitais e promover um ambiente de aprendizagem mais consistente e efetivo.

Em síntese, os resultados obtidos com a aplicação do questionário indicam que a utilização de tecnologias baseadas em IA, aliada à mediação pedagógica intencional, pode favorecer positivamente a construção do conhecimento interdisciplinar em Física e Matemática. A proposta demonstrou boa aceitação por parte dos estudantes, especialmente quando houve articulação entre o recurso digital e a prática docente. Assim, evidencia-se a importância de integrar a IA como ferramenta complementar, e não substitutiva, ao trabalho do professor, com a valorização constante da intencionalidade didática e da mediação crítica no uso das TD.

## ANÁLISE QUANTITATIVA DO CONTEÚDO

Nesta seção, será apresentada a análise quantitativa das questões relacionadas ao conteúdo específico abordado na sequência didática, com foco nos fenômenos periódicos e nas funções trigonométricas. A estrutura das questões foi organizada em quatro categorias (Q1 a Q4), cada uma voltada para um aspecto central da proposta pedagógica: identificação de fenômenos periódicos, aplicação de funções senoidais, análise gráfica e articulação conceitual entre Física e Matemática. Para fins de análise, e considerando que atividade diagnóstica foi composta apenas por perguntas com foco exclusivamente conceitual, sem exigir cálculos ou manipulação de

fórmulas, foi elaborado o Quadro 2, que exhibe a classificação das questões conforme a fase da pesquisa aplicada.

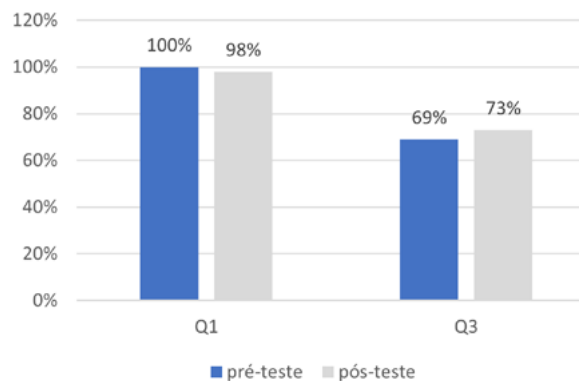
**Quadro 2** – Classificação das questões por instrumento

Instrumento	Identificação de fenômenos periódicos (Q1)	Aplicação de funções senoidais (Q2)	Análise gráfica (Q3)	Relação entre parâmetros físicos e função (Q4)
Pré-teste	Q1	Q2 (sem cálculo)	Q3	Q4 (sem cálculo)
Pós-teste	Q1	Q2 (com cálculo)	Q3	Q4 (com cálculo)

Fonte: dados da pesquisa (2025).

A seguir, são discutidos os resultados obtidos em cada categoria, considerando a evolução dos estudantes nos dois momentos avaliativos: pré-teste e pós-teste. Essa análise busca identificar os avanços na aprendizagem e compreender o papel das diferentes etapas da proposta na consolidação dos conhecimentos. A Figura 2 apresenta um comparativo dos acertos nas questões Q1 e Q3, ambas voltadas para a avaliação de conhecimentos conceituais sobre os conteúdos abordados.

**Figura 2** – Gráfico comparativo de desempenho nas questões Q1 e Q3



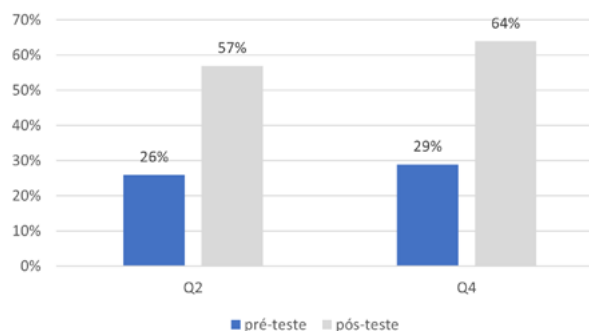
Fonte: dados da pesquisa (2025).

Na questão Q1, verifica-se que a introdução da IA no pré-teste resultou em uma melhora no desempenho, com 100% de acertos, evidenciando que a tecnologia foi eficaz em reforçar e consolidar o conteúdo. No entanto, no pós-teste, esse percentual caiu ligeiramente para 98%, o que pode ser interpretado como uma oscilação natural, ainda com manutenção de um desempenho elevado e consolidado após a mediação docente.

Já a Q3 apresenta uma trajetória distinta, pois no pré-teste o desempenho inicial foi de 69%, indicando que a análise gráfica é uma habilidade menos consolidada entre os estudantes. Após a intervenção docente, no pós-teste, o índice subiu para 73%, o que evidencia um ganho contínuo, embora gradual, o que sugere que essa competência demanda maior tempo de maturação conceitual e prática orientada.

Esses resultados indicam que, enquanto a IA contribuiu para o fortalecimento de conceitos mais diretos, como observado na Q1, nas questões que exigem interpretação gráfica e raciocínio mais abstrato – como a Q3 –, a mediação docente desempenhou papel fundamental para promover avanços mais consistentes. Assim, reforça-se que a combinação entre tecnologia e ação pedagógica é essencial para o desenvolvimento pleno das habilidades esperadas, especialmente em situações que requerem maior capacidade de análise e interpretação crítica.

Dessa forma, a Figura 3 apresenta a evolução do desempenho dos estudantes nas questões Q2 e Q4, tratadas no pré-teste (após o uso da IA) e pós-teste (após a mediação docente), uma vez que abordam conteúdos cujo grau de exigência é maior quando se trata de formalização matemática e aplicação de conceitos interdisciplinares.

**Figura 3** – Gráfico comparativo de desempenho nas questões Q2 e Q4

Fonte: dados da pesquisa (2025).

Os resultados mostram um avanço expressivo em ambas as questões. Na Q2, o desempenho salta de 26% no pré-teste para 57% no pós-teste, indicando que, apesar da dificuldade inicial, a intervenção docente foi decisiva para consolidar a aprendizagem. Esse crescimento evidencia que a mediação docente foi importante para que os estudantes tivessem uma melhor compreensão da aplicação de funções matemáticas a contextos físicos, superando limites observados no uso isolado da IA.

A Q4 apresenta um padrão semelhante, partindo de um percentual de acertos de 29% no pré-teste e alcançando 64% no pós-teste. Esse resultado reforça que a compreensão da relação entre variáveis físicas e suas representações matemáticas demanda maior aprofundamento conceitual, o que foi favorecido pela presença do professor. Além disso, destaca-se que os percentuais finais (pós-teste) de ambas as questões superaram significativamente os iniciais (pré-teste), mesmo que não tenham atingido valores máximos, o que é esperado em tarefas que envolvem raciocínio matemático mais elaborado.

Em síntese, os dados da Figura 3 corroboram a tese de Valente (1999) sobre tecnologias como mediadoras cognitivas, mas

não substitutas da mediação docente, e reforçam a importância da mediação do professor para a aprendizagem de conteúdos de maior complexidade cognitiva, como os exigidos nas questões Q2 e Q4. Embora a IA tenha representado um recurso inicial de apoio, foi a ação pedagógica intencional que promoveu um salto qualitativo mais significativo, evidenciando a complementaridade entre tecnologia e ensino humano na consolidação de conhecimentos interdisciplinares.

## ANÁLISE QUALITATIVA DAS PRODUÇÕES DOS ALUNOS

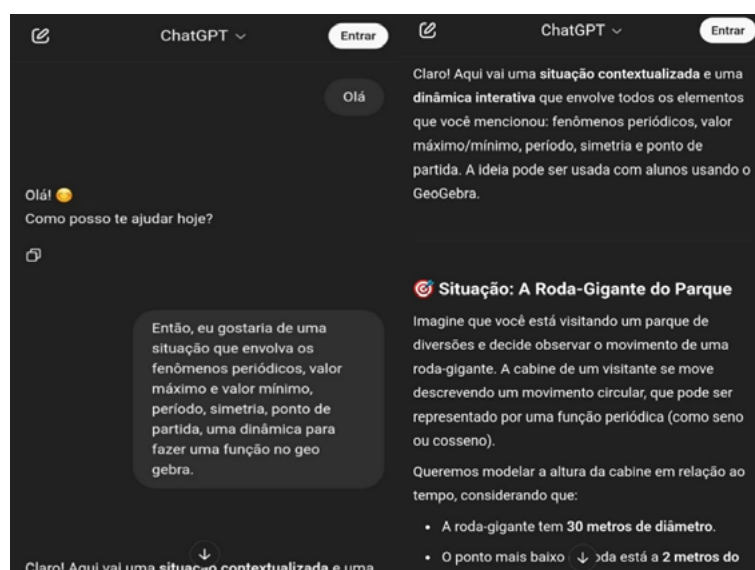
A análise qualitativa das produções dos estudantes tem como objetivo compreender não apenas os resultados obtidos, mas os caminhos percorridos durante a aprendizagem mediada por IA. Para isso, foram analisados os registros realizados nas etapas 3 e 4 da sequência didática, nas quais os alunos interagiram com o modelo de IA (ChatGPT) para investigar fenômenos periódicos e, posteriormente, construíram funções trigonométricas que representassem os dados levantados. Essas etapas envolveram:

- A formulação de perguntas para o ChatGPT com base na observação de um fenômeno real;
- A escolha das variáveis envolvidas (valor máximo, mínimo, período e ponto de início);
- A construção da função senoide correspondente;
- E a representação gráfica utilizando o GeoGebra.

Para tornar essa análise mais concreta e evidenciar a aplicação prática da proposta, foram selecionados alguns exemplos de funções trigonométricas e representações gráficas produzidas pelos grupos. Esses registros foram importantes para destacar como os estudantes utilizaram a IA e o GeoGebra na modelagem de fenômenos do cotidiano, ajustando parâmetros como amplitude,

período e deslocamento vertical. Os exemplos selecionados possibilitam visualizar de forma mais clara o processo de construção pelos alunos, bem como a articulação entre linguagem natural, representação matemática e simulação digital. A Figura 4 apresenta um dos trabalhos desenvolvidos pelos estudantes e entregue via ambiente Microsoft Teams.

Figura 4 – Primeira interação com o ChatGPT



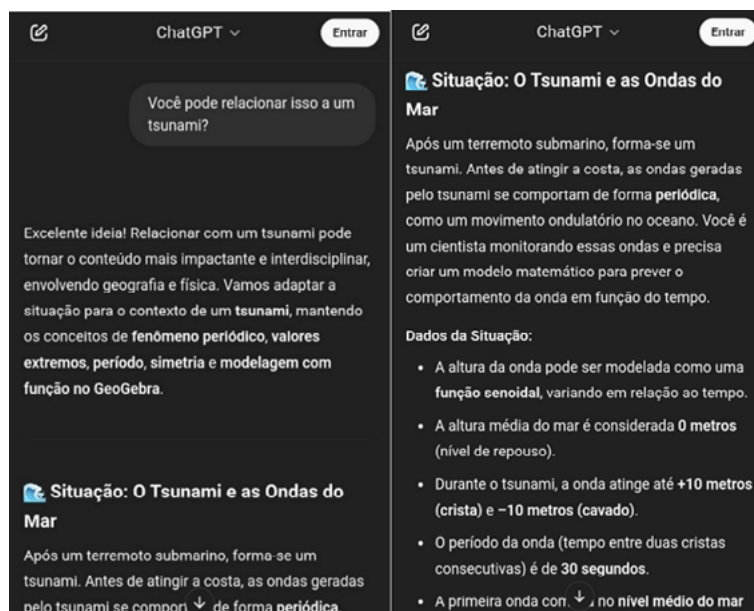
Fonte: dados da pesquisa (2025).

Esse registro permitiu compreender o passo a passo de como a atividade foi conduzida e como os estudantes articularam a linguagem natural, o apoio da IA e a formalização matemática para modelar um fenômeno periódico, desde a formulação inicial da pergunta até a reformulação do enunciado, a definição dos parâmetros (valor máximo, mínimo, amplitude, período e ponto de partida) e a montagem da função trigonométrica correspondente. Na primeira interação, observou-se como os alunos, a partir da mediação

realizada em sala de aula e das orientações fornecidas pelo professor, formularam sua questão inicial à IA.

O professor destacou a importância de explicitar todos os parâmetros necessários, como valores máximos e mínimos, período, ponto de partida e simetria, para que a resposta fosse completa e útil. Após a geração de uma lista inicial de dez situações possíveis, os estudantes puderam selecionar aquela que mais lhes interessava ou adaptá-la conforme a temática que desejavam investigar, tornando o processo mais significativo e conectado aos seus interesses.

Figura 5 – Segunda interação com o ChatGPT

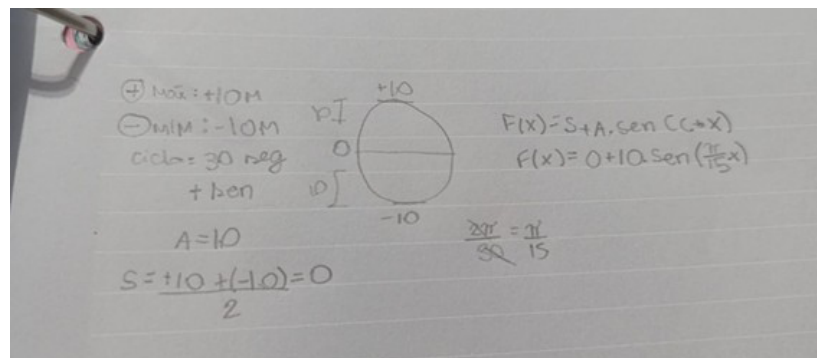


Fonte: dados da pesquisa (2025).

Após a coleta dos dados e antes da geração do gráfico no GeoGebra, os estudantes realizaram a etapa de modelagem matemática do fenômeno periódico, elaborando a fórmula correspondente com base na integração entre conceitos de Física e Matemática,

como apresentado na Figura 6. Esse momento representou a transição da descrição qualitativa para a formalização quantitativa, etapa em que parâmetros como amplitude, período e simetria foram organizados na função trigonométrica elaborada pelos estudantes.

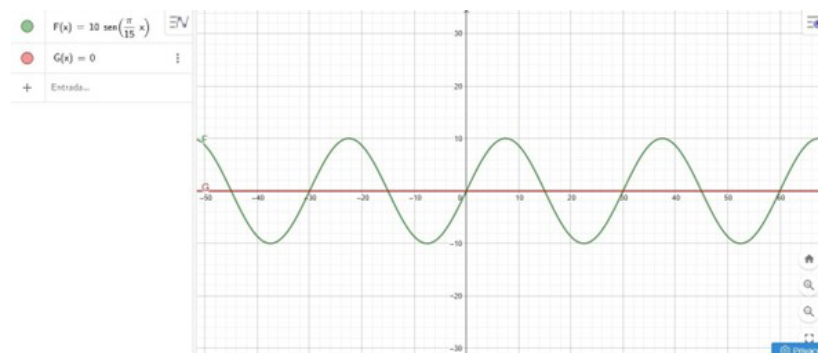
**Figura 6 - Montagem da função trigonométrica**



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Na sequência, foi possível visualizar o resultado no gráfico construído no GeoGebra, consolidando o processo de investigação e representação do fenômeno periódico estudado, conforme apresentado na Figura 7.

**Figura 7 - Função trigonométrica construída no Geogebra**



Fonte: dados da pesquisa (2025).

Ao observar essas produções, buscou-se identificar indícios de aprendizagem conceitual, autonomia investigativa e articulação entre conceitos de Física e Matemática, bem como o papel da IA no processo de mediação cognitiva. A seguir, são destacados trechos, reflexões e exemplos que ilustram como os alunos lidaram com o desafio proposto e como expressaram seu entendimento ao longo da atividade.

As produções realizadas nas etapas 3 e 4 da sequência didática revelam indícios concretos de compreensão conceitual e aplicação prática das funções trigonométricas em fenômenos periódicos. Os registros mostram que os estudantes conseguiram não apenas coletar e organizar dados com apoio da IA, mas também modelar matematicamente esses fenômenos, interpretar os parâmetros da função e construir os gráficos correspondentes no GeoGebra.

No trabalho do Grupo 3, a análise dos batimentos cardíacos serviu como exemplo da conexão entre Matemática e fenômenos naturais. Eles afirmaram que: *“Foi interessante perceber que padrões tão precisos existem em algo tão natural e constante. [...] O ChatGPT explicou cada passo com calma e clareza, o que facilitou bastante a aprendizagem”*. Essa percepção se repetiu no trabalho do Grupo 15, que modelou a variação da temperatura: *“Transformamos os dados em uma fórmula matemática que ajuda a prever variações e padrões. A IA foi muito útil nesse processo, guiando passo a passo e facilitando a construção da função”*.

Além disso, é possível identificar nas falas dos alunos o desenvolvimento do pensamento interdisciplinar. No Grupo 13, que estudou o movimento de um pêndulo, observou-se o seguinte relato: *“Durante a atividade, aprendemos algumas funções novas, além do funcionamento e cálculo do movimento de pêndulos no geral. [...] O gráfico saiu perfeitamente com as informações fornecidas pela IA”*.

A articulação entre Física e Matemática apareceu também na produção de Grupo 9, que estudou as marés oceânicas: *“Estudar o comportamento das marés nos permite prever esse movimento [...]. O ChatGPT nos ajudou com pesquisas mais precisas, organizando ideias e aprofundando nosso conhecimento de forma acessível e dinâmica.”*

Por fim, os registros apontam que o uso da IA foi amplamente reconhecido como um apoio eficaz, tanto para levantar dados quanto para estruturar a função trigonométrica. No trabalho do Grupo 16, destacou-se que: *“A IA deu explicações mais claras sobre o assunto e indicou como a função sobre o ciclo do dia e da noite melhor seria.”*

Essas evidências mostram que os alunos foram capazes de aplicar conceitos abstratos em contextos reais, utilizando a IA como mediadora cognitiva. A articulação da Tecnologia e de ferramentas digitais como o GeoGebra contribuiu não apenas para a construção do conhecimento matemático, mas também para desenvolver habilidades investigativas, autonomia e pensamento crítico, elementos centrais para o letramento científico e digital no Ensino Médio Técnico.

A análise das produções e reflexões finais dos estudantes revela que a atividade despertou interesse e envolvimento, sendo possível identificar, por meio da nuvem de palavras e dos relatos, os principais conceitos apropriados ao longo da sequência didática, como funções trigonométricas, fenômenos periódicos, IA, ChatGPT, aprendizagem, cotidiano e GeoGebra. Os fenômenos escolhidos pelos grupos foram diversos – batimentos cardíacos, variação da temperatura, marés oceânicas, rotação da Terra, entre outros – e demonstram que os estudantes conseguiram observar regularidades no mundo físico e traduzi-las matematicamente por meio de funções senoides. A clareza das explicações fornecidas pelo ChatGPT e a visualização facilitada no GeoGebra contribuíram para que os estudantes se apropriassem dos conceitos envolvidos e construíssem conhecimentos relevantes.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A proposta mostrou-se viável mediante consideração dos resultados obtidos, que evidenciam o potencial de um modelo híbrido de ensino no qual a IA pode atuar como ferramenta de mediação nas etapas iniciais da aprendizagem. Nesse modelo, os estudantes exploram conceitos, formulam hipóteses e acessam informações de base por meio da IA, enquanto o professor foca o aprofundamento conceitual e a mediação. Tal abordagem não apenas fortalece o trabalho docente, como também potencializa o letramento científico pelo desenvolvimento da análise crítica, da argumentação fundamentada e da aplicação reflexiva do conhecimento.

Além de favorecer a compreensão conceitual, o estudo permitiu investigar a percepção dos estudantes quanto à integração entre os conteúdos de Física e Matemática e ao uso da tecnologia no processo de aprendizagem. As percepções indicam que, apesar dos desafios inerentes à interdisciplinaridade, frequentemente prejudicada por abordagens fragmentadas, o uso da IA contribuiu para tornar essas conexões mais evidentes e acessíveis. A experiência com a observação e modelagem de fenômenos periódicos, especialmente por meio de ferramentas como o GeoGebra, promoveu uma rica integração entre teoria e prática, permitindo aos alunos aplicarem conhecimentos em contextos mais concretos.

Os dados obtidos revelam que a IA funcionou como uma ponte entre a abstração dos conceitos e sua aplicação prática, especialmente nas etapas iniciais. Contudo, os maiores avanços ocorreram após a mediação docente, o que reforça a importância da presença ativa do professor no processo. A atividade também estimulou habilidades essenciais, como o raciocínio lógico, a autonomia investigativa e o uso crítico das TD, elementos centrais na formação científica contemporânea. Ainda assim, dificuldades como a construção de funções e o domínio técnico de recursos digitais

apontam para a necessidade de planejamento didático mais gradual e com maior apoio visual.

De modo geral, os resultados destacam a importância do letramento científico no processo educativo, conforme discutido por Souza (2025). A capacidade de interpretar criticamente informações, distinguir ciência de pseudociência e aplicar conceitos de maneira integrada foi mais evidente nas questões que exigiram articulação entre diferentes saberes (Q2 e Q4). A experiência reforça, portanto, que a intervenção docente foi fundamental para consolidar essas competências.

Os resultados sugerem que práticas pedagógicas que integram IA, Matemática e interdisciplinaridade possuem grande potencial para enriquecer o ensino de Ciências e Matemática, promovendo não apenas a aprendizagem de conceitos, mas também a formação de sujeitos críticos, autônomos e mais bem preparados para o enfrentamento dos desafios da sociedade contemporânea. Por fim, pretende-se para estudos futuros replicar e expandir a proposta para outros conteúdos e níveis de escolarização dos estudantes.

## AGRADECIMENTO

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. S.; NASCIMENTO, J. C.; XAVIER, J. V. L.; CORREIA, E. S.; SARAIVA, R. S. A. Interdisciplinaridade no Ensino de Astronomia e Astronáutica: Relações com Física, Matemática e Geografia. **Revista ARACÊ**, v. 7, n. 4, p. 16079-16094, 2025.

BRASIL. M. E. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2018.

CARDOSO, F. S.; PEREIRA, N. S.; BRAGGION, R. C.; CHAVES, P.; ANDRIOLI, M. O Uso da Inteligência Artificial na Educação e Seus Benefícios: uma Revisão Exploratória e Bibliográfica. **Revista Ciência em Evidência**, v. 4, n. FC, p. e023002, 2023.

FAZENDA, I. C. A. **Interdisciplinaridade**: História, Teoria e Pesquisa. Campinas: Papirus, 2011.

OLIVEIRA, F. W. S.; PEREIRA, A. C. C. Interdisciplinaridade entre Matemática e Física na Licenciatura a partir do Instrumento Jacente no Plano. **Bolema**: Boletim de Educação Matemática, v. 36, n. 73, p. 801-821, 2022.

REIS, D. N.; ALMEIDA, D. P.; OLIVEIRA, G. O. A.; MARAMBAIA, A. R. P.; ZANONI, R. D. A Inteligência Artificial como Recurso Facilitador no Ensino das Arboviroses. **Revista Íbero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 10, n. 4, p. 1056-1071, 2024.

SOARES, M. **Letramento**: um Tema em Três Gêneros. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

SOUZA, E. S. R. Letramento Científico e Inteligência Artificial na Educação: Desafios e Perspectivas para a Formação Crítica. **Revista Foco**, v. 18, n. 2, p. e7882, 2025.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 18 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

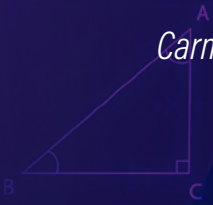
VALENTE, J. A. (org.). **O Computador na Sociedade do Conhecimento**. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.



$ax^2+bx+c=0$   
 $x = \frac{-b \pm \sqrt{b^2-4ac}}{2a}$   
 $E=MC^2$   
 $\log_b(x)$   
 $\log_b(xy)$   
 $\log_b\left(\frac{x}{y}\right)$   
 $x_1 = 1+3+3+...+9 = \dots$   
 $x_2 = 2+4+4+8+12 = 30$   
 $x_3 = 4+7+1+6 = 18$   
 $4 \frac{10}{15} - 4 \frac{2}{5} + 5 \frac{1}{5}$   
 $x^2-a^2=(x+a)(x-a)$   
 $x^2+2ax+a^2=(x+a)^2$   
 $x^2-2ax+a^2=(x-a)^2$   
 $x^2+(a+b)x+ab=(x+a)(x+b)$   
 $x^3+a^3=(x+a)(x^2-ax+a^2)$   
 $x^3-a^3=(x-a)(x^2+ax+a^2)$   
 $\frac{ad+bc}{bd}$   
 $a+b=b+a$   
 $a(b+c)=ab+ac$

# 18

*Lílian Márcia de Freitas*  
*Carmem Lúcia Costa Amaral*



## A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: UM MAPEAMENTO NA REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

## INTRODUÇÃO

A Química é considerada um componente curricular de difícil compreensão, devido principalmente a sua linguagem, que envolve fórmulas, equações e símbolos. Para alguns autores como Oliveira e Barbosa (2019), essa dificuldade é devido principalmente a forma como o professor explica o conteúdo e a falta de recursos, em especial a falta de laboratórios, uma das principais fontes de desmotivação tanto para estudantes quanto para professores. Para aqueles educadores que desejam formar cidadãos críticos e participativos, é vital a adoção de novas metodologias e estratégias de ensino, distintas dos modelos convencionais frequentemente implementados nas salas de aula; entre as inovações, encontra-se a experimentação.

A participação ativa do aluno nas aulas de Química é um fator que contribui para o aprendizado. Seu envolvimento em atividades experimentais que incentivem a expressão de suas ideias, o confronto de diferentes perspectivas e a integração dessas reflexões com o conhecimento científico, promove uma melhor compreensão da disciplina. Essa abordagem não apenas enriquece o aprendizado, mas também desenvolve a capacidade discente de aplicar o conhecimento de forma crítica e construtiva em contextos variados.

Entretanto, de acordo com Oliveira e Barbosa (2019), observa-se que, na realidade, a maioria das escolas não possuem laboratórios de ciências e recursos necessários para realizar aulas experimentais, fundamentais para facilitar a compreensão de conceitos abstratos da disciplina. Isso porque, mesmo quando conduzido pelo professor – como nas atividades experimentais demonstrativas – o experimento pode provocar reflexões nos alunos, despertando sua curiosidade. Desse modo, a experimentação auxilia o aluno quanto ao levantamento de hipóteses, enriquecendo a experiência educativa e contribuindo para um entendimento mais amplo e profundo dos conteúdos abordados.

A experimentação não contribui somente para a aprendizagem de conteúdos de Química, mas, além disso, também para o desenvolvimento de competências e habilidades, as quais são propostas na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) (Brasil, 2018), documento norteador das garantias de certo patamar de aprendizagem e desenvolvimento discente para a Educação Básica. Nesse contexto, neste capítulo apresentamos o resultado de uma pesquisa que teve como objetivos analisar que competências e habilidade propostas na BNCC e em que temáticas os professores de Química estão trabalhando com os alunos quando utilizam a experimentação como estratégia de ensino.

O interesse pela experimentação deve-se ao fato de a Química ser uma ciência experimental; portanto, o conhecimento prático adquirido no laboratório é essencial para facilitar a aprendizagem dos estudantes e, ao mesmo tempo, fazer com que eles se familiarizem com equipamentos, técnicas e procedimentos. Como consequência, há o desenvolvimento de competências e habilidades que vão além da sala de aula. Além disso, a Química é uma das ciências mais interessantes, pois seu conhecimento é fundamental para que possamos participar de forma ativa na sociedade.

Entretanto, o que observamos atualmente é o desinteresse dos estudantes pela aprendizagem dos seus conteúdos, por considerarem-na um componente curricular difícil e desinteressante. Silva *et al.* (2021) destacam que as justificativas dos estudantes quanto a essas dificuldades são tanto sua linguagem quanto sua abstração e complexidade.

Nehring *et al.* (2000) e Silva (2011) atribuem essa indiferença à abordagem didática utilizada pelo professor que, em geral, desenvolve seus conteúdos intensificando a memorização de fórmulas, fazendo com que o estudante não encontre sentido em sua aprendizagem. Para esses autores, além disso, os professores iniciam seus conteúdos a partir das características microscópicas da matéria, por

meio do trabalho imaginário do estudante, o que dificulta sua compreensão, pois não consegue visualizar o que não entende.

Nesse contexto, torna-se difícil para o aluno relacionar o conteúdo com seu cotidiano e, como consequência, não consegue interpretar e aplicar o que aprende, o que o leva a acreditar que a química está distante da sua realidade. Uma forma de minimizar essa dificuldade é a utilização da experimentação na prática pedagógica docente.

Para auxiliar o professor da Educação Básica nessa atividade, a revista *Química Nova na Escola* tem uma seção dedicada à experimentação, em que professores e pesquisadores apresentam os resultados de pesquisas envolvendo experimentos bem-sucedidos. Dessa forma, o professor pode acessar a revista e selecionar o experimento de acordo com o que lhe interessa. Mas questiona-se: que competências e habilidades propostas para a área de Ciências da Natureza podem ser desenvolvidas a partir do uso dos experimentos apresentados na revista *Química Nova na Escola*? Que temática os professores e pesquisadores estão utilizando nas suas aulas práticas no laboratório? A resposta a esses questionamentos é o que apresentamos neste capítulo.

## SOBRE A REVISTA QUÍMICA NOVA NA ESCOLA

A revista *Química Nova na Escola* é publicada pela Sociedade Brasileira de Química (SBQ), que a disponibiliza gratuitamente em seu portal, bem como os Cadernos Temáticos lançados desde 2001 com os temas: Química Ambiental (2001); Novos Materiais (2001); Química de Fármacos (2001); Estrutura da Matéria: uma visão molecular (2001); Química, Vida e Ambiente (2003); Química Inorgânica e Medicina (2005) e Representação Estrutural em Química (2007).

A revista teve seu início em 1995 e em 2025 completa trinta anos de publicação de artigos de excelência. Ela apresenta diversas

seções, como “Química e sociedade”, “Conceitos científicos em destaque”, “Atualidade em Química”, “Relatos em sala de aula”, “História da Química”, “O aluno em foco”, “Elemento químico”, “Pesquisa no ensino de Química” e “Experimentação no ensino de Química”. Neste capítulo, concentramo-nos nessa última seção.

Quanto ao nível de ensino, os artigos envolvem desde a Educação Básica (Ensino Fundamental e Médio) até o Ensino Superior. É publicada trimestralmente e tem como objetivo apoiar o trabalho, a formação e a atualização dos professores de Ensino de Química no Brasil, pois proporciona um espaço aberto para o debate e a reflexão sobre o ensino e a aprendizagem da Química.

Os experimentos descritos em seus artigos apresentam sugestões de uso de materiais de fácil acesso para os professores desenvolverem suas aulas em escolas que não possuem laboratório equipado com a vidraria e os reagentes químicos, cujo custo é elevado. Com isso, os professores podem proporcionar aos alunos aulas diferenciadas, o que nos levou à escolha deste periódico, por sua relevância para docentes da Educação Básica ao propiciar que planejem atividades experimentais.

## SOBRE O ENSINO DE QUÍMICA E A EXPERIMENTAÇÃO

Apesar da existência de diversas ferramentas inovadoras na educação, essas ainda não parecem ter sido integradas ao currículo de Química, que continua sendo percebido como desconectado da realidade dos alunos. Portanto, a contextualização no ensino desse componente curricular pode ser fundamental para despertar o interesse dos estudantes por essa ciência e potencializar sua aprendizagem (Nascimento *et al.*, 2018).

Nas aulas tradicionais, o professor costuma apresentar o conteúdo teórico enquanto a experimentação é realizada de forma

demonstrativa, frequentemente sem a participação ativa dos alunos. Entretanto, ao observar as atividades experimentais, mantêm uma perspectiva abstrata sobre a Ciência, em especial no que tange à Química e à Física (Marques; Lima, 2019).

A abordagem do ensino por meio da experimentação é fundamental no campo das Ciências Naturais, pois permite que os alunos vivenciem de forma prática os conceitos teóricos abordados em sala de aula. No entanto, como dizem Marques e Lima (2019), é essencial que essa prática experimental seja inserida em um contexto mais amplo; caso contrário, os alunos podem não entender o verdadeiro significado da construção do conhecimento científico.

É necessário estabelecer conexões entre a experimentação, as teorias e a realidade dos estudantes, já que essa conexão representa a essência do processo científico. Ao integrar esses elementos, conseguimos não apenas contribuir para a aprendizagem, mas também proporcionar aos alunos uma compreensão mais profunda e crítica do mundo ao seu redor, tornando a Ciência mais acessível e relevante em suas vidas cotidianas. Dessa forma, o ensino de Ciências transforma-se em uma experiência significativa, preparando os estudantes para aplicar o conhecimento adquirido em situações reais e contribuir de maneira mais consciente e informada para a sociedade.

Por meio da utilização de atividades experimentais, as aulas ganham uma nova dinâmica, tornando-se mais envolventes e estimulantes, o que contribui para um processo de aprendizagem mais prazeroso e eficaz. Além disso, a realização de experimentos e a observação direta de objetos e fenômenos naturais são essenciais para a formação científica em todos os níveis de ensino. Ao integrar a teoria à prática experimental, os educadores podem criar um ambiente de aprendizado mais rico e contextualizado, permitindo que os alunos percebam a importância da Ciência em suas vidas e a importância de aplicar o conhecimento científico para compreender e interagir com o mundo ao seu redor (Silva, 2017).

Ao integrar teoria e prática, proporciona-se uma compreensão das Ciências como uma atividade complexa e socialmente construída (Silva, 2017). Entretanto, como alertam Marques e Lima (2019), sabe-se que não há um método único que se aplique a todos os problemas, mas sim um processo dinâmico e interativo, caracterizado por uma contínua interação entre pensamento e ação.

Esse modelo de ensino estimula os alunos a se engajarem de modo ativo na investigação científica, permitindo que explorem diferentes abordagens para resolver desafios reais. Ao interagir com problemas existentes, os estudantes desenvolvem habilidades críticas e criativas, fundamentais para a formação de cidadãos conscientes e capazes de enfrentar as complexidades do mundo contemporâneo.

Dessa forma, a Educação em Química não se limita à mera transmissão de informações, mas se torna um espaço de aprendizagem em que teoria e prática se entrelaçam, fomentando uma compreensão mais profunda e significativa dos fenômenos científicos (Nascimento *et al.*, 2018). Para Royer, Silva e Zanatta (2019), essa abordagem também incentiva os alunos a verem a Ciência como viva e em constante evolução, para a qual suas experiências e questionamentos têm valor e importância como parte do processo de aprendizado.

A implementação de atividades experimentais proporciona aos estudantes a oportunidade de desenvolver competências essenciais, como manipulação de materiais, questionamento crítico, investigação sistemática, organização de dados e comunicação eficaz.

Bassoli (2014) classifica as atividades experimentais em:

- a. Demonstrações práticas: realizadas pelo professor sem a intervenção do aluno, permitindo aproximação com os fenômenos estudados em salas de aula ou já conhecidos previamente. Essas demonstrações permitem o contato com instrumentos ou fenômenos já visto pelos alunos.

- b. Experimentos ilustrativos: realizados pelos alunos, concomitante com as atividades práticas.
- c. Experimentos descritivos: são aqueles nos quais os estudantes possuem mais autonomia em seu desenvolvimento e pouco necessita do professor. Ocorrem em seu cotidiano ou até mesmo no ambiente escolar, dentro ou fora do espaço experimental. Não necessitam de teste de hipóteses.
- d. Experimentos investigativos: em sua grande maioria, ocorrem com o auxílio do professor, originando-se em discussão de ideias e elaboração de hipóteses a partir de um ciclo investigativo. A autora ressalta que esse tipo de experimentação é uma concepção metodológica baseada em problematização, elaboração e teste de hipóteses, por meio de investigações que compartilham os mesmos objetivos.

Para as escolas que não possuem laboratório, o professor deve utilizar as demonstrações práticas com materiais de baixo custo para auxiliar os estudantes na compreensão do conteúdo ou o professor pode utilizar, por exemplo, simuladores virtuais que permitem realizar experimentos mais complexos e seguros, além de possibilitar a visualização de fenômenos em escala microscópica e o desenvolvimento de competências.

Para Souza *et al.* (2013), independentemente do tipo da atividade prática escolhida pelo professor, os alunos apreciam essas aulas porque atraem sua atenção. Segundo os autores, o mesmo sentimento é descrito por professores, uma vez que, em uma pesquisa realizada entre docentes, a maioria afirmou gostar de ensinar na prática e de experiências "fantásticas". Mas questiona-se: "qual o papel didático da experimentação?" e "de que maneira ela contribui para a aprendizagem da Química?". Esse é um desafio, pois poucos educadores refletem sobre essas questões.

Silva *et al.* (2016) afirmam que as atividades experimentais, em qualquer ambiente, sejam na sala de aula ou fora dela, contribuem para a compreensão dos conceitos abordados nas aulas teóricas. Como consequência, os estudantes compreendem melhor e encontram mais sentido com a aprendizagem contextualizada.

Corroborando com as ideias dos autores, acreditamos que as aulas práticas contextualizam o ensino teórico, ampliando a ótica e a compreensão do estudante, e, portanto, promovem um maior interesse para o método científico. É uma estratégia de ensino que permite uma compreensão mais profunda da Química. Ressalta-se que os professores não devem se esquecer de que a aula prática deve ser combinada com discussões e análises para uma melhor interpretação dos fenômenos químicos, com a troca de conhecimento entre os estudantes e o desenvolvimento do pensamento abstrato.

Schnetzer, Silva e Antunes-Souza (2016) ressaltam a importância de promover o pensamento abstrato do aluno por meio da experimentação, com destaque para o fato de que essa articulação não ocorre sozinha, mas, sim, necessita do auxílio do professor. Para os autores, os dados do cotidiano não são suficientes para a compreensão dos conhecimentos de Química, por exemplo, a compreensão da descontinuidade da matéria. Por esse motivo, é necessária a intervenção do professor, a fim de que o aluno relacione conceitos utilizados no dia a dia à prática e à linguagem, cuja ideia advém da observação empírica, para que se obtenha um melhor aprendizado de Química.

Para Souza *et al.* (2013), a capacidade em desenvolver as aulas práticas na escola não está apenas na beleza do resultado de um experimento químico, como a liberação de gases, mudança de cor, formação de precipitado e todo aquele fenômeno visível que atrai a atenção do estudante, mas na habilidade que o professor possui, como mediador, para problematizar os fenômenos, levantar

questionamentos, explorar dados e contextualizar o que foi desenvolvido ao longo da aula, relacionando o conteúdo a situações reais.

Os mesmos autores ressaltam que o propósito das aulas práticas deve ser repensado, adequando-as de maneira a engajar os estudantes em um trabalho prático e, além disso, interpretativo, em que não ocorra somente a manipulação de vidrarias e reagentes, mas também a manipulação de ideias, como: problemas, dados, teorias, hipóteses e argumentos. Assim, o estudante atuará de forma ativa, fazendo sentido o significado de “participação intelectualmente ativa dos estudantes”.

Carminatti e Bedin (2021) afirmam que é importante fornecer oportunidades de trabalhar os conceitos químicos na prática, pois essas informações transmitidas de forma mecânica não são efetivadas na vida pelos alunos, por não encontrarem sentido. Quando o aluno não faz relação do aprendizado tradicional com seu cotidiano, não tem interesse pela aula. Dessa forma, a prática experimental deve proporcionar uma aprendizagem significativa para uma melhor construção de conhecimentos do estudante.

A aprendizagem significativa é um processo que visa a auxiliar os alunos a compreenderem profundamente os conceitos, em vez de apenas memorizarem-nos. É um processo ativo e construtivo, no qual o aprendiz não é um recipiente passivo de informações, e sim um agente que transforma e reorganiza seu conhecimento interno (Costa Júnior *et al.*, 2023).

Essa reorganização do conhecimento a partir de atividades experimentais é importante porque, como dizem Schnetzle, Silva e Antunes-Souza (2016), permite aos alunos vivenciarem experiências científicas e desenvolverem habilidades investigativas. Essas práticas promovem conexões entre os conteúdos teóricos e suas aplicações cotidianas, incentivando a curiosidade e a resolução de problemas. Os autores admitem, porém, que desafios como a falta de

infraestrutura e a formação insuficiente de professores limitam a implementação dessas práticas. Para superar esses obstáculos, sugere-se o uso de materiais de baixo custo e a formação continuada dos docentes. Quando aplicadas, essas soluções podem transformar o ensino de Ciências, tornando-o mais dinâmico e eficaz. A experimentação também desenvolve competências sociais e colabora para atender diferentes perfis de aprendizagem, além de aumentar o interesse dos alunos pela Ciência.

## METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi a de abordagem qualitativa e bibliográfica. A pesquisa qualitativa é frequentemente vista como uma metodologia em que os conceitos envolvidos não podem ser quantificados. Esse tipo de pesquisa foca mais a construção de conceitos com base em fatos, ideias ou opiniões, adotando uma abordagem indutiva e interpretativa para compreender os dados obtidos associados ao problema de pesquisa (Soares, 2019).

Já a pesquisa bibliográfica envolve o estudo de produções científicas elaboradas anteriormente, como livros, teses, dissertações e artigos científicos (Gil, 2008). Em nossa pesquisa, escolhemos esse tipo de metodologia, porque compreendemos que se adapta melhor ao nosso objetivo de investigação, uma vez que a partir dela conseguimos compreender como as produções acadêmicas sobre a experimentação no ensino de Química auxiliam no desenvolvimento de competências e habilidades proposta pela BNCC.

Uma vez que a BNCC foi publicada em 2018, selecionamos os artigos publicados no período de 2019 a 2024. Nessa seleção, encontramos treze artigos; entretanto, apresentamos neste capítulo somente os resultados de cinco artigos (Quadro 1).

**Quadro 1** – Título e autor dos artigos selecionados na revista *Química Nova na Escola*

Artigo	Título / ano da publicação	Autores
Art.1	Aplicação de princípios de Química Verde em experimentos didáticos: um reagente de baixo custo e ambientalmente seguro para detecção de íons ferro em água / 2021.	Ana Lúcia de S. Ventapane e Paula M. L. dos Santos
Art.2	Avaliando métricas em Química Verde de experimentos adaptados para a degradação do corante amarelo de tartrazina para aulas no Ensino Médio / 2021.	Kayanne Maria S. Santos, Lylian M. A. Lima, Tatiane S. Santos e Ângelo F. Pitanga
Art.3	O estudo da teoria ácido-base de Lewis a partir de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais / 2022.	Wladimir M. Albano, Marcelo G. Santos e Wagner G. Bastos
Art.4	Uma visão multi e interdisciplinar a partir da prática de saponificação / 2021.	Roger Borges, Kamila Colombo, Tiago Favero e João H. Borges
Art.5	Atividade antioxidante de frutas cítricas: adaptação do método do DPPH para experimentação em sala de aula / 2021.	Marcia Cristina C. Oliveira, Rodrigo César F. Barbosa e Danilo C. Flores

Fonte: elaborado pelas autoras (2025).

Como critérios de análise, além das competências e habilidade propostas na BNCC para a área de Ciências da Natureza, realizamos uma análise dos artigos de acordo com a técnica de análise de conteúdo proposta por Bardin (2012): pré-análise envolve a leitura flutuante das publicações para familiarização do material; exploração do material em que codificamos as temáticas a partir da categorização dos elementos significativos presentes e na etapa de tratamento dos resultados; inferência; e interpretação. Realizamos a análise das categorias que emergiram na etapa anterior.

Para a etapa de exploração do material, construímos uma ficha para codificar e categorizar os artigos. As categorias temáticas estão apresentadas no quadro 2.

**Quadro 2** - Categorias Temáticas dos artigos selecionados nessa pesquisa

Artigos	Categorias Temáticas
Art.1, Art. 2	Meio Ambiente
Art.3, Art.4, Art.5	Proposta interdisciplinar

*Fonte: elaborado pelas autoras (2025).*

Na próxima seção, apresentamos a análise dos artigos de acordo com suas categorias.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nesta seção, apresentamos os resultados da análise por categorias temáticas e por competência e habilidade da BNCC.

### CATEGORIA: MEIO AMBIENTE

Como pode ser observado no Quadro 2, estão incluídos nessa categoria os artigos 1 e 2. No primeiro artigo, os autores propõem uma prática que explora a sustentabilidade a partir da substituição dos reagentes de laboratório por reagentes de baixo custo, sem danos ao meio ambiente, para a detecção de íons ferro na água e aplicação dos conhecimentos da Química Orgânica. Para contextualizar a prática, os autores partiram de situações reais, como a contaminação química e biológica das águas naturais e de consumo humano, cujo exemplo é a poluição do rio Paraopeba, localizado em Brumadinho (MG), afetado com rejeitos da mina Córrego do Feijão devido ao rompimento da sua barragem em 2019. Os autores também utilizaram como exemplos o excesso de despejo de esgotos e resíduos industriais no rio Guandú (RJ) e afluentes, e discutiram

sustentabilidade a partir dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), em particular os de número 6 e 14.

Ambas as ODS envolvem a conservação e uso sustentável da água. O ODS 6 propõe assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos, o que melhora a qualidade da água, reduz a poluição, elimina despejo e minimiza a liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo à metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando de maneira substancial a reciclagem e a reutilização segura globalmente (ONU-Brasil, 2015).

A ODS 14 também envolve a questão da água, em específico o oceano, com preocupação com a sua poluição, propondo sua conservação e uso sustentável dos seus recursos (ONU-Brasil, 2015), a partir da redução da poluição marinha, do empenho na proteção da biodiversidade marinha e do manejo sustentável dos recursos marinhos.

No segundo artigo, os autores trazem a proposta de um experimento para o Ensino Médio em que avaliam a adaptação de processos eletroquímicos oxidativos avançados (PEOAs) para a degradação do corante amarelo de tartrazina, utilizando métricas de Química Verde.

A Química Verde é uma abordagem cuja finalidade é minimizar os impactos ambientais dos resíduos químicos no meio ambiente, seja na água, no solo ou no ar. Ela é composta por 12 princípios que devem ser seguidos por professores, pesquisadores e a indústria química. Entretanto, é importante enfatizar que, como explicam Silva *et al.* (2023), é muito difícil atender a todos eles em um só processo, uma vez que os compostos químicos possuem suas próprias propriedades, ou seja, o ser humano não consegue controlá-las.

Nessa proposta, as métricas envolveram a substituição de reagentes de laboratório por materiais de baixo custo (princípio 3) e a avaliação do impacto ambiental do experimento (princípio 11).

Princípio 3 – Sínteses com compostos de menor toxicidade, sempre que possível deve-se substituir compostos de alta toxicidade por compostos de menor toxicidade nas reações químicas.

Princípio 11 – Análise em tempo real para a prevenção da poluição, as metodologias analíticas precisam ser desenvolvidas para permitirem o monitoramento do processo em tempo real, para controlar a formação de compostos tóxicos (Prado, 2003, p. 738).

Os autores utilizaram indicadores como o círculo verde e a matriz verde a partir de uma análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities, threats*), que é uma ferramenta de avaliação cujo objetivo é definir e facilitar a implementação da Química Verde, buscando identificar os pontos fortes e fracos do experimento em análise e indicar melhorias e condições que não podem ser melhoradas de acordo com a Química Verde (Ribeiro; Machado, 2012). O círculo verde “é uma métrica gráfica da Química Verde que consiste na produção de um círculo dividido em setores, em números correspondentes a Química Verde” (Santos *et al.*, 2020, p. 414). A Matriz Verde é uma ferramenta que utiliza os doze primeiros princípios da Química Verde (Silva *et al.*, 2023).

Reck *et al.* (2016) alertam que utilizar essas métricas verdes é importante porque a descarga de rejeitos contendo o corante azo e seus metabólitos em ecossistemas aquáticos diminui a penetração solar nesses ambientes, afetando a atividade fotossintética, a estética da água, sua qualidade, com o aumento da concentração de oxigênio dissolvido e a alta toxicidade às faunas e floras aquáticas. A presença desse corante também afeta o teor de carbono orgânico total, demanda bioquímica e oxigênio e demanda química de oxigênio.

Como observamos nesses dois artigos, os autores substituíram os reagentes por materiais de baixo custo; entretanto, como alertam Andrade e Zuin (2021), para o desenvolvimento de práticas experimentais cujo princípio seja reduzir a poluição das águas, como

propõem os ODS 4 e 14, o professor deve não somente realizar a substituição de reagentes, como também discutir problemáticas socioambientais, entre elas, as citadas no artigo 1: a poluição do rio Paraopeba, afetado com rejeitos da mina Córrego do Feijão em consequência do rompimento da sua barragem.

Quanto às competências que podem ser desenvolvidas com a aplicação dos experimentos dos artigos, estão a competência geral 7 e a específica 1 para a área da Ciência da Natureza. A Competência Geral 7 descreve que o estudante deve:

Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis, para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a *consciência socioambiental* e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta (Brasil, 2018, p. 9, grifo nosso).

A consonância com essa competência está no fato de os autores abordarem na prática os princípios da Química Verde, a fim de promover nos estudantes a consciência socioambiental para a realização dos procedimentos, incentivando os devidos cuidados com o planeta. A competência específica 1 aborda a análise de fenômenos naturais, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.

Quanto às habilidades referentes a essa competência, o artigo 1 está de acordo com a habilidade EM13CNT105, que preconiza a análise da ciclagem dos elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e a interpretação dos efeitos de fenômenos naturais e de interferência humana sobre esses ciclos, promovendo ações individuais e coletivas com a minimização de consequências nocivas à vida (Brasil, 2018). Já a habilidade EM13CNT206 preconiza

a discussão sobre a importância da preservação e conservação da biodiversidade, a partir de parâmetros qualitativos e quantitativos, avaliando políticas ambientais para a sustentabilidade no planeta.

O experimento realizado no artigo 1 corrobora com tais habilidades, pois o autor realizou a análise do ferro e discutiu com os alunos a poluição das águas, de acordo com os ODS 6 e 14 e os danos ambientais do ferro no solo.

As habilidades da BNCC indicadas acima propõem aprofundamentos conceituais à temática acerca da Química Verde e da experimentação, com ênfase na importância da compreensão dos impactos ambientais da Química e na promoção da busca por soluções sustentáveis. Essa prática, no artigo 1, incentivou os alunos a refletirem sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente, favorecendo a conscientização dos estudantes quanto às questões ambientais, direcionadas para a resolução de problemas atuais e, com isso, despertando reflexões sobre impacto ambiental e responsabilidade social no uso de reagentes químicos em procedimentos experimentais.

De acordo com os resultados apresentados pelos autores, as habilidades da BNCC indicadas acima desenvolveram nos estudantes a preocupação quanto ao descarte de resíduos e conhecimentos sobre os princípios da Química Verde, assim como a preocupação com o Meio Ambiente.

Quanto à habilidade referente à competência específica 1 da BNCC, o artigo 2 está em concordância com as habilidades EM13CNT101 e EM13CNT104. A primeira propõe análise das transformações e conservações de sistemas e de processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente de recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas. Nesse experimento, os autores buscaram torná-lo mais sustentável, ou seja, foi realizado sem excesso de reagentes; sem necessidade do

uso de solventes tóxicos de laboratório; em condições de pressão e temperatura ambiente; e as substâncias envolvidas no experimento não ofereciam riscos de acidentes.

A segunda habilidade (EM13CNT104) propõe a avaliação dos benefícios e os riscos à saúde e ao meio ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles. Desse modo, houve o incentivo a um posicionamento crítico e a proposição de soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis. O corante amarelo de tartrazina, apesar de ser utilizado na indústria alimentícia, apresenta riscos à saúde e ao meio ambiente devido à sua toxicidade. Assim, a busca por métodos de degradação eficientes e sustentáveis, como os PEOAs, e a aplicação de métricas de Química Verde são essenciais para que os estudantes possam não só minimizar os impactos negativos desse corante como também conhecer os princípios da Química Verde.

### CATEGORIA: PROPOSTA INTERDISCIPLINAR

Conforme descrito no Quadro 2, esta categoria contempla os artigos 3, 4 e 5 e promove a integração entre as disciplinas, o que proporciona aos alunos a realização de investigações, análises e elaboração de hipóteses a partir da construção de conhecimentos em diferentes áreas, aplicando-os às situações do cotidiano. De acordo com Gitahy e Marques (2022), esse enfoque favorece o desenvolvimento de competências como trabalho em equipe, pensamento crítico na construção de projetos, resolução de problemas e comunicação eficiente entre os participantes e as pessoas envolvidas.

No terceiro artigo, os autores propuseram um estudo sobre a teoria ácido-base de Lewis proveniente de reações com substâncias fenólicas de plantas medicinais, possibilitando um contexto interdisciplinar entre Química, Física e Biologia. Como o experimento

desenvolveu-se a partir da infusão com plantas medicinais, tornou possível um trabalho sequencial pela Química Orgânica, com aprofundamentos em extração, testes de identificação relacionado a substâncias ativas responsáveis por cor e grupos orgânicos funcionais. Em Química Inorgânica, os autores aprofundaram os estudos sobre reações químicas e distribuição eletrônica; da mesma forma em Física, com os estudos sobre fótons em Óptica. Em Biologia, foi possível dar continuidade aos estudos sobre Botânica, com a abordagem do metabolismo relacionado às substâncias ativas responsáveis pela cor.

Assim, verificou que as plantas são formadas por diversas substâncias químicas que desempenham papéis fundamentais em sua sobrevivência e funcionamento (Borges, 2020). Essas substâncias podem ser classificadas em dois grupos: metabólitos primários e metabólitos secundários. No grupo dos metabólitos secundários, destacam-se as substâncias fenólicas, os terpenoides, os compostos nitrogenados e os ácidos graxos, que desempenham funções específicas e importantes para a vida das plantas. As substâncias fenólicas tiveram maior destaque nesse artigo, pois, quando reagiram com cloreto férrico em solução aquosa, formaram sais coloridos, com variação de sua cor, de vermelha (menor frequência) à violeta (maior frequência), conforme os substituintes presentes no anel fenólico.

O cloreto férrico ( $\text{FeCl}_3$ ) é um sal amarelo, inorgânico e cristalino que, em solução aquosa, se dissocia em  $\text{Fe}^{3+}$  e  $\text{Cl}^-$ . Trata-se de um reagente de baixo custo, habitualmente utilizado para detectar a presença de substâncias fenólicas em extratos vegetais. Os autores demonstraram a ação ácido-base dos fenóis em solução aquosa devido à sua propriedade ácida. Isso ocorre porque a estrutura orgânica contém um grupo hidroxila ( $\text{OH}^-$ ) ligado diretamente a um anel aromático. Esse grupo pode perder um próton ( $\text{H}^+$ ), formando ligações de hidrogênio com a água.

Com base nos resultados experimentais, os autores aprofundaram estudos de ácido-base de Lewis, com o objetivo de estimular

o senso crítico dos alunos e promover conexões com seus conhecimentos prévios. Assim, o aprendizado ocorreu por meio da descoberta e construção do conhecimento.

No quarto artigo, os autores apresentaram uma proposta experimental na qual as disciplinas de Química, Biologia e Matemática foram trabalhadas para desenvolver projetos multidisciplinares ou interdisciplinares relacionados às questões apresentadas na prática. Com o uso de óleo usado e soda cáustica, os alunos promoveram uma reação de saponificação, o que os levou a avaliar e desenvolver conhecimentos adquiridos nas disciplinas.

De acordo com os autores, a associação das questões da disciplina com fatos relacionados ao cotidiano facilitou o aprendizado dos estudantes, contribuindo para a problematização das propostas, a contextualização e a conexão entre os conhecimentos já adquiridos e os novos, o que sugeriu a promoção de uma aprendizagem significativa. Segundo os autores, a partir do experimento desenvolvido, os alunos observaram na prática a ocorrência de uma reação química instantânea com liberação de calor, utilizaram aparelhos de medição e aplicaram conceitos matemáticos para analisar a proporção entre reagentes e produtos. Foram realizados testes de eficiência na limpeza e formação de espuma, indicando boa aceitabilidade.

Com esse experimento, o professor retomou os conceitos já trabalhados em sala sobre reações químicas, polaridade molecular, lei da proporcionalidade em reações, estequiometria com aplicabilidade a reagentes em excesso e análise de pH, fixando assim os conhecimentos de físico-química. Em Biologia, retomaram os conceitos sobre polaridade a partir do processo de limpeza do sabão, também trabalhado em Química, com ampliação das ideias sobre o processo estudado. Os autores também solicitaram que os estudantes comparassem sabões comuns ou detergentes líquidos com sabões biodegradáveis e avaliassem as consequências ambientais do acúmulo de sabão, espuma e óleo em rios. Com essa atividade

experimental, foi possível trabalhar os cuidados com o meio ambiente e o reaproveitamento de materiais.

Em Estatística e Matemática, os autores desenvolveram estudos sobre variáveis ou grandezas direta ou inversamente proporcionais dentro do experimento. Além disso, foi proposto que os estudantes realizassem uma pesquisa em estabelecimentos comerciais sobre os preços dos diversos tipos de sabões e, a partir desses preços, estimassem o do sabão biodegradável produzido; para isso, utilizaram cálculos de média e desvio padrão com os valores coletados. Segundo os autores, a compreensão sobre proporcionalidade permitiu uma primeira interação entre Matemática e a prática desenvolvida. Tendo como ponto de partida a prática e a proposta de um trabalho de campo sobre os preços de diferentes sabões, os estudantes construíram tabelas comparativas, gráficos e curvas de projeção da previsão de lucros de produção, promovendo uma análise quantitativa dos dados, o que permitiu uma melhor compreensão dos conceitos matemáticos.

A partir dessa atividade, os autores acreditam que foi possível compreender o processo da reação de saponificação e os critérios físico-químicos, como medição dos reagentes, controle de temperatura, tempo de reação e realização de procedimentos de segurança, além de interpretação de dados experimentais, por exemplo, o rendimento da reação e as propriedades do sabão produzido.

No quinto artigo, os autores abordaram uma temática interdisciplinar em que o aluno trabalhou o contexto sobre atividade antioxidante do DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) de forma prática, dinamizando o processo ensino-aprendizagem. A atividade abordou contextos relacionados ao consumo de frutas cítricas, seus compostos orgânicos, propriedades antioxidantes, sua interação com as espécies radiculares causadora de doenças e a ação dos antioxidantes nessa prevenção.

As frutas cítricas foram usadas para a elaboração da demonstração proposta, abordando de forma interdisciplinar conteúdos de Química, como radicais livres, compostos antioxidantes e reações de oxirredução, espectro eletromagnético, importância de compostos antioxidantes na nutrição alimentar e construção de conhecimentos científicos matemáticos.

Em Química, foi possível o aperfeiçoamento em temáticas como radicais livres, compostos antioxidantes e reações de oxirredução. Na disciplina de Física, com base nos resultados práticos, houve aprofundamento no que tange a espectro magnético e propriedades ópticas. Em Biologia, trabalhou-se muito próximo de conceitos químicos, com a abordagem da importância de compostos antioxidantes na nutrição alimentar. Já em Matemática, foi possível a construção de gráficos no plano cartesiano, equação de reta, coeficiente de correlação, entre outros, contribuindo para o desenvolvimento de pensamentos científicos com aplicação das competências e habilidades propostas pela BNCC. A prática promoveu uma melhor compreensão das estruturas dos ácidos ascórbico e cítrico, devido a seu comportamento no procedimento prático, auxiliando assim na retomada entre teoria e prática.

Os artigos dessa categoria contemplam a Competência Geral 2 da BNCC:

Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas (Brasil, 2018, p. 09).

Como pode ser observado, desenvolver essa competência significa que o professor deve valer-se da curiosidade do estudante, alinhada ao método científico, para consiga entender as causas dos

problemas e criar soluções a partir dos conhecimentos em diversas áreas, desenvolvendo assim, pensamento crítico e criativo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, partimos dos seguintes questionamentos: que competências e habilidades propostas para a área de Ciências da Natureza podem ser desenvolvidas a partir do uso dos experimentos apresentados na revista *Química Nova na Escola*? De quais temáticas os professores e pesquisadores estão partindo para aprimorar suas aulas práticas no laboratório?

A partir dos resultados observados neste trabalho, pode-se evidenciar que, se os professores utilizarem os experimentos propostos nesses artigos, poderão desenvolver com seus alunos as competências gerais 2 e 7 da BNCC.

Observamos também que os artigos da *Química Nova na Escola* relacionados à experimentação podem ser utilizados pelos professores da Educação Básica não só para desenvolverem competências e habilidades propostas na BNCC no ensino de Química, mas também apresentar e discutir com os estudantes os ODS e os princípios da Química Verde, além de envolver conteúdos de outros componentes curriculares. Isso é importante porque rompe com a fragmentação do conhecimento científico.

## REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; ZUIN, V. G. A Experimentação na Educação em Química Verde: uma Análise de Propostas Didáticas Desenvolvidas por Licenciandos em Química de uma IES Federal Paulista. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v.21, p. 1-22, 2021.

BASE Nacional Comum Curricular. Brasília, DF: Ministério da Educação, 2018.

CARMINATTI, B.; BEDIN, E. Dicumba e Aprendizagem Significativa no Ensino de Química. **Interfaces da Educação**, v. 13, n. 38, p. 1-23, 2022.

COSTA JÚNIOR, J. F.; LIMA, P. P.; ARCANJO, C. F.; SOUSA, F. F.; SANTOS, M. M. O.; LEME, M.; GOMES, N. C. Um Olhar Pedagógico sobre a Aprendizagem Significativa de David Ausubel. **Rebena - Revista Brasileira de Ensino e Aprendizagem**, v. 5, p. 51-68, 2023.

MARQUES, M. M.; LIMA, G. C. **Experimentos de Química para Turmas de Ensino Médio**. Ponta Grossa: Atena Editora, 2019.

NASCIMENTO, M. C.; AVELAR, Â. M. F.; PEREIRA, M. F. N.; SILVA, L. C. O uso da experimentação como metodologia facilitadora do processo de ensino e aprendizagem de Física. **V Congresso Nacional de Educação**. 2018.

NEHRING, C. M.; SILVA, C. C.; TRINDADE, J. A. O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R. C. M.; PINHEIRO, T. F. As Ilhas de Racionalidade e o Saber Significativo: o Ensino de Ciências Através de Projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 1, p. 88-105, 2000.

OLIVEIRA, N. L.; BARBOSA, A. C. R. **Ensino de Química**: afinidade, importância e dificuldades dos estudantes no ensino médio. Anais do IV Congresso Nacional de Pesquisa e Ensino em Ciências. Campina Grande: Realize Editora, 2019

PRADO, A. G. S. Química Verde: os Desafios da Química do Novo Milênio. **Química Nova**, v. 26, n. 5, p. 738-744, 2003.

RIBEIRO, M. G. T. C.; MACHADO, A. A. S. C. Novas Métricas Holísticas para Avaliação da Verdura de Reações de Síntese em Laboratório. **Química Nova**, v. 35, p. 1879-1883, 2012.

ROYER, M. R.; SILVA, C. J.; ZANATTA, S. C. O Uso de Experimentos como Recurso Didático para o Ensino de Ciências nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Lat. Am. J. Sci. Educ.** 22-24. 2019.

SCHNETZLER, R. P.; SILVA, L. H.; ANTUNES-SOUZA, T. Mediações Pedagógicas na Interpretação de Experimentações Investigativas: uma Estratégia Didática para a Formação Docente em Química. **Revista Inter-Ação**, v. 41, n. 3, p. 585-604, 2016.

SILVA, A. M. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista Química Industrial**, v. 711, n. 7, p. 1-6, 2011.

SILVA, E. D. **A importância das atividades experimentais na educação**. 2017. Monografia, 48f (Especialização em Educação). Universidade Candido Mendes. Rio de Janeiro, 2017.

SILVA, G. A. L.; ALMEIDA, Q. A. R.; GOMES, S. S.; GOMES, T. N. C.; AVERSA, T. M. Inserção da Química Verde no Ensino de química visando uma Sociedade Mais Sustentável. **ReSBEnQ**, v. 04, n. 1, p. 1- 29, 2023.

SOUZA, F. L. *et al.* **Atividades Experimentais Investigativas no Ensino de Química**. São Paulo: Centro Paula Souza. 2013.

# SOBRE OS AUTORES E AS AUTORAS

## Amauri José da Luz Pereira

Licenciado e Bacharel em Física pela Universidade Federal do Paraná (1998); Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul; Mestre em Engenharia de Produção, com ênfase em Tecnologias Educacionais Mídia e Conhecimento pelo UFSC (2002). Atualmente é Coordenador do Observatório Astronômico e Planetário do Colégio Estadual do Paraná.

*E-mail: amaurijlp@yahoo.com.br*

## Antonio Maxuel Matos Silva

Doutorando e mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul; Mestrando em Física Computacional pela Universidade Cruzeiro do Sul; Especialista no Ensino de Astronomia, Matemática, Física, Química e Biologia pela Universidade Cruzeiro do Sul; Bacharelado em Física pela Universidade de Campinas; Licenciado em Matemática pela Universidade Cidade de São Paulo; participou do programa de bolsa de iniciação científica (PIBIC) 2017-2018; foi bolsista (CAPES) 2018-2019, de residência pedagógica na EMEF Assad Abdala, na cidade de São Paulo. É membro da Sociedade Brasileira de Física (SBF); membro da Sociedade Brasileira de Matemática (SBM) e da Sociedade Brasileira de Astronomia (SAB).

*E-mail: maxuel3d@gmail.com*

## Arilson Paganotti

Graduado em Física (licenciatura) e Matemática (licenciatura) pelo Centro Universitário de Formiga (UNIFORMG -1998); Especialista em Matemática e Estatística (UFLA - 2001); Especialista em Ensino de Física (UFOP - 2003); Mestre em Ensino de Física (PUCMG - 2011); Doutor em Ensino de Ciências e Matemática (Universidade Cruzeiro do Sul - 2020). É professor do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG Campus Congonhas). É colaborador e compõe o colegiado do curso de especialização em Ensino de Ciências e Matemática, modalidade EaD, desenvolvido pelo IFMG Campus Bambuí.

*E-mail: arilson.paganotti@ifmg.edu.br*

## Camila Ferreira Cavalheiro

Biomédica pela Universidade Cruzeiro Do Sul (UNICSUL); Especialista em citopatologia (IPESSP); Mestranda pelo Programa de Ensino De Ciências E Matemática Da Universidade (UNICSUL). Atualmente trabalha como citopatologista fazendo diagnóstico de câncer de colo uterino e leciono para os cursos de graduação em biomedicina na UNICSUL.

*E-mail: camilacavalheiro1@hotmail.com*

### **Carmem Lúcia Costa Amaral**

Doutora em Química Orgânica, possui graduação em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (1984), mestrado em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo (1988), doutorado em Química Orgânica pela Universidade de São Paulo (1993), pós-doutorado pela Universidade de São Paulo (1997) e pós-doutorado pela Universidade de São Paulo (1998). Atualmente é Professora e pesquisadora do programa de mestrado e doutorado em Ensino de Ciências e Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul, atuando principalmente nos seguintes temas: ensino-aprendizagem de química, relação Ciência Tecnologia e Sociedade no ensino de química, temas transversais, ambiente virtual e jogos pedagógicos no ensino de química.

*E-mail: cl.amaral@uol.com.br*

### **Claudia Barcelos Giaquinto**

Mestre em Ecologia e Evolução pela Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP); Doutoranda em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

*E-mail: claudiagiaquinto@gmail.com*

### **Dorimar Tumenas**

Técnico em Informática, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Campus Muzambinho (MG) Brasil.

*E-mail: dorilmg@yahoo.com.br*

### **Fabiana Aparecida Vilaça**

Bióloga Citologista, especialista em Educação Ambiental e Epidemiologia. Professora Universitária. Mestre e Doutora em Ensino de Ciências e Matemática. Pós-Doutoranda em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul.

*E-mail: fabiana\_bio@hotmail.com*

### **Ivani Ramos do Carmo**

Licenciada em Ciências Físicas e Biológicas; Pós-graduação em Microbiologia Geral; Graduação em Farmácia; Licenciatura em Pedagogia; Licenciatura em Educação Física; Pós-graduação em Educação Física Escolar; Pós-graduação em Psicopedagogia Institucional; Pós-graduação em Psicopedagogia Clínica. Programa Especial de formação Pedagógica de professores para educação profissional em nível médio – Equivalência à Licenciatura Plena. Foi coordenadora de curso no centro Paula Souza – na área Técnica em Farmácia e Organização Esportiva. Doutoranda e Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

*E-mail: livcampos5@gmail.com*

### Jaime Sandro da Veiga

Bacharel em Física pela Universidade de São Paulo (1988), Mestrado (1993) e Doutorado em Física pelo Instituto de Física Teórica da Unesp (1996). Foi professor titular do grupo Cruzeiro do Sul Educacional. Atuou na área de Educação a Distância (EAD) desde 2001 como professor conteudista e professor responsável por diversas disciplinas. Foi coordenador de cursos de pós-graduação lato sensu em Metodologias de Ensino em Química e Física, e professor responsável em diversas disciplinas de cursos EAD.

*E-mail: jaime.daveiga@gmail.com*

### Jean Louis Landim Vilela

Graduando em Matemática e Física; Doutor em Ensino de Ciências e Matemática; Mestre em Ensino de Física e Pós-doutorando na Universidade Cruzeiro do Sul. Professor e Coordenador pedagógico.

*E-mail: vilelalandim@hotmail.com*

### José Eduardo Dobre Ferreira

Mestre em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul.

*E-mail: jedobreferreira@yahoo.com.br*

### Karina Alves de Melo

Licenciada em Física, Mestre em Astrofísica e Física Computacional, Doutoranda do Programa de Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul; professora de Física na rede estadual de São Paulo; Professora de ensino superior na Universidade Cruzeiro do Sul e Faculdade de Tecnologia de São Paulo.

*E-mail: karinamelo@hotmail.com.br*

### Laura Luciane Gonçalves Formaggi

Bacharel em Ciências Biológicas, Mestra em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul.

*E-mail: laurag.formaggi@gmail.com*

### Lílian Márcia de Freitas

Mestra em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul; Graduada em Química pela Universidade Presbiteriana Mackenzie e Pedagogia pela Faculdade Corporativa Cespi - Unicespi. Atualmente é professora do Ensino Médio do Colégio Star Max, no Governo do Estado de São Paulo e no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. Tem experiência como professora de Química, tanto em Ensino Médio quanto em curso técnico.

*E-mail: lilianquimica@yahoo.com.br*

### **Luís Eduardo Guimarães Dias Santos**

Licenciado em Física pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais (IFMG); Mestrando em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP). Atualmente é professor da Escola Estadual José Cristiano Alvez.

*E-mail: luissantoseduardo@gmail.com*

### **Marcia Helena Freitas Rodrigues**

Possui Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul (2009), graduação em Licenciatura em Matemática pela Universidade Guarulhos (2003), graduação em Licenciatura Plena em Matemática pela Faculdade Oswaldo Cruz (1998), e graduação em Engenharia Elétrica pela Universidade Federal de Uberlândia (1992), atua principalmente nas seguintes áreas: Superior (FMU-SP) e Ensino Médio.

*E-mail: marciahrf@gmail.com*

### **Marcio Eugen K. L. dos Santos**

Docente e Pesquisador no Programa de Mestrado profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul. Foi coordenador do projeto Matemática PIBID/Universidade Cruzeiro do Sul). Orientador – (Universidade aberta Brasil/ Universidade Federal de São Paulo) e professor adjunto nos cursos de graduação da Universidade Cruzeiro do Sul. Autor de materiais didáticos para a prefeitura de São Paulo e para cursos da modalidade a distância. Tem experiência na área de Ensino de Matemática, atuando principalmente nos seguintes temas: estilos de aprendizagem, objetos de aprendizagem, fundamentos de matemática, erros e ambientes virtuais de aprendizagem.

*E-mail: marcioeugen@gmail.com*

### **Marco Antonio Sanches Anastacio**

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade Cruzeiro do Sul; Especialista em Tecnologias Digitais e Inovação na Educação pela Universidade Cruzeiro do Sul e Ensino de Física pelo Centro de Extensão Universitária. Docente desde 1996, atua como Professor de Física no Ensino Médio e Professor nos cursos de graduação em Ciência da Computação e Análise e Desenvolvimento de Sistemas na Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Brasil.

*E-mail: marcosanches.prof@gmail.com*

### **Marcos Rincon Voelzke**

Bacharel em Física pela Universidade Federal de São Carlos (UFScar-1985), Mestrado em Astronomia pelo Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP-1989) e Doutorado em Ciências Naturais - Especialização em Astrofísica - pelo *Astronomisches Institut der Ruhr-Universität Bochum*, Alemanha (AI-RUB-1994).

Realizou cinco pós-doutorados: no Instituto Astronômico e Geofísico da Universidade de São Paulo (IAG-USP-1995), no Departamento de Matemática da Universidade Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP-Guaratinguetá-1998), no *Institut für Aeronomie und Extraterrestrische Forschung der Universität Bonn*, Alemanha (IAEF-UB-1999), no *Astronomisches Institut der Ruhr-Universität Bochum*, Alemanha (AI-RUB-2007) e no *Institut für Geophysik und extraterrestrische Physik der Technische Universität Braunschweig*, Alemanha (IGeP-TUB-2017). Atualmente é professor titular da Universidade Cruzeiro do Sul. Tem experiência na área de Astronomia, com ênfase em Sistema Planetário, atuando principalmente nos seguintes temas: Astronomia, Ensino de Astronomia, Educação, Cometas, Cometa 1P/Halley e Cometa 67P/Churyumov-Gerasimenko.

*E-mail: mrvoelzke@hotmail.com*

### **Maria Delourdes Maciel**

Bióloga; Mestre em Educação: Supervisão e Currículo; Doutora em Educação: Psicologia da Educação; Professora Pesquisadora do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Brasil.

*E-mail: delourdes.maciel@gmail.com*

### **Mauro Sérgio Teixeira de Araújo**

Mestre em Física pela USP (1991) e Doutor em Física pela USP (1997). Atualmente é professor Titular da Universidade Cruzeiro do Sul, onde leciona, orienta e realiza pesquisas no Programa de Mestrado e Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática visando aperfeiçoar o Ensino de Física e Matemática, com ênfase em abordagens temáticas baseadas na Educação CTS e em tópicos de Educação Ambiental, focando a formação para a cidadania, desenvolvimento de valores e atitudes, conscientização social e ambiental, bem como desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo com vistas a tomadas de decisões responsáveis e éticas. As pesquisas contemplam a interdisciplinaridade e contextualização, sendo empregadas metodologias e estratégias de ensino diversificadas destinadas aos níveis Médio, Fundamental e Superior, permitindo a construção de conhecimentos científicos e a compreensão de aspectos da Natureza da Ciência (NdC).

*E-mail: mstaraujo@uol.com.br*

### **Orlando Rodrigues Ferreira**

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática; Pós-doutorando em Ensino de Ciências; Mestre em Ensino de Ciências; Pós-graduado em Astronomia; Licenciado em Filosofia; astrônomo; pesquisador do Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Ciência, Tecnologia e Sociedade (NIEPCTS) da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), São Paulo/SP; professor conteudista do curso "Metodologia do Ensino de Astronomia" da pós-graduação lato sensu da Cruzeiro do Sul Virtual – Educação a Distância; sócio efetivo da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e instituições congêneres; colaborador do Polo Astronômico de Amparo; articulista da coluna Notícias do Universo@

e comentarista científico, educacional e cultural da Rádio Difusora Ouro Fino FM 94.1; Microempreendedor (MEI) com a PJ Astromóvel© & Observatório das Alterosas©; Assessoria, Consultoria e Desenvolvimento de Projetos em Astronomia, Ciência, Educação e Cultura.

*E-mail: astromovel.mei@gmail.com*

### **Pablo José da Silva**

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul. Professor de Informática na Escola Tempo Integral Emídio Gambogi, Cristais - MG - Brasil.

*E-mail: engpablosilva2020@gmail.com*

### **Raphael Paixão Branco Teixeira**

Doutor em Ensino de Ciências e Matemática; Mestrado Acadêmico em Ensino de Ciências pela Universidade Cruzeiro do Sul - UNICSUL (2018), Especialização em Zoologia pela Faculdade Metropolitana do Estado de São Paulo - FAMEESP (2022), Especialização em Educação Ambiental para a Sustentabilidade pelo Centro Universitário - SENAC (2014), Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade de Franca - UNIFRAN (2016) e Bacharelado em Ciências Biológicas pela Universidade Guarulhos - UNG (2009).

*E-mail: professor.rafaelpaixao@gmail.com*

### **Rita de Cássia Frenedozo**

Graduação em Ecologia e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Mestrado em Ciências Biológicas (Biologia Vegetal) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Doutora em Geociências e Meio Ambiente pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp). Docente do Programa acadêmico Mestrado/ Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática.

*E-mail: ritafrenedozo@yahoo.com.br*

### **Vinicius Alves Rodrigues**

Matemático e Mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo; Professor na Escola Técnica Estadual de São Paulo e doutorando no curso de pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Cruzeiro do Sul (UNICSUL), Brasil.

*E-mail: valves@ime.usp.br*

# ÍNDICE REMISSIVO

## A

abelhas 15, 179, 180, 181, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 191, 192, 193, 194, 195, 197, 198

alfabetização 15, 67, 155, 156, 158, 175, 276, 294, 369, 373

alfabetização científico-tecnológica 15, 276

alto ganho 21, 22, 25, 27

ambiente de aprendizagem 68, 132, 266, 380

amostras pareadas 29, 31, 38, 59, 117

análise estatística 29, 32, 44, 54, 59, 116, 128, 145

aprendizagem mecânica 19, 137

aprendizagem potencialmente significativa 29, 32, 34, 44, 50, 54, 59, 116, 128, 148

aprendizagem significativa 14, 20, 31, 35, 37, 38, 48, 49, 50, 133, 313, 347, 371, 402, 412

áreas urbanas 179, 183, 186, 192, 194

argumentação científica 142

Astrofísica 25, 108, 420, 421

Astronomia 14, 15, 18, 20, 23, 24, 25, 31, 32, 33, 34, 36, 39, 43, 44, 60, 61, 62, 63, 64, 66, 67, 71, 72, 73, 74, 77, 78, 79, 81, 82, 84, 85, 86, 107, 108, 109, 110, 111, 115, 128, 129, 131, 132, 133, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 143, 148, 149, 151, 153, 154, 155, 160, 161, 171, 173, 175, 177, 178, 347, 391, 418, 421, 422, 423

astros 49, 53, 91

atividades docentes 299

autonomia 70, 157, 205, 239, 242, 247, 249, 250, 252, 258, 261, 267, 277, 284, 303, 304, 311, 321, 369, 370, 371, 372, 375, 388, 389, 390, 400

## B

baixo ganho 21, 25

bases de dados 39, 40, 41, 42, 259

biodiversidade 15, 43, 171, 172, 186, 187, 188, 189, 190, 193, 194, 258, 260, 263, 406, 409

BNCC 15, 16, 24, 25, 64, 65, 73, 82, 132, 133, 134, 136, 137, 138, 139, 140, 149, 150, 151, 155, 156, 157, 158, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 175, 242, 243, 244, 245, 247, 252, 254, 277, 284, 325, 329, 343, 344, 346, 351, 365, 369, 395, 403, 404, 405, 409, 414, 415

bullying 303

## C

cidadania 15, 155, 239, 240, 276, 289, 294, 321, 422

cidadania ecológica 15

ciência contemporânea 15, 257, 258, 259, 260, 262, 263, 264, 265, 267, 269, 271

citologia 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219

Citologia Oncótica 15, 222

colmeias 15, 179, 184, 187, 188, 193, 194

cometas 15, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 97, 98, 99, 100, 101, 102, 103, 105, 106, 149

Comitê de Ética em Pesquisa 45, 46, 133, 208

competências científicas 238

compreensão de fenômenos 138, 346

comunicação 21, 25, 26, 65, 150, 156, 171, 211, 215, 269, 281, 302, 314, 327, 363, 399, 410

conceitos físicos 20, 33, 326, 345, 352

conhecimento prévio 20, 33, 44, 45, 48, 134, 354

conscientização 186, 188, 197, 225, 276, 293, 294, 302, 409, 422

conservação ambiental 191, 267

constelações 49, 71, 166

contexto socioeconômico 45

critérios de inclusão 39, 41, 133, 192, 259

CTS 43, 61, 107, 177, 241, 242, 243, 244, 245, 247, 249, 250, 252, 253, 254, 255, 275, 276, 277, 278, 279, 284, 285,

- 286, 287, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296,  
297, 322, 324, 422
- cultura digital 65, 252
- currículo escolar 85
- D**
- dados quantitativos 50, 59, 73
- Deep Space Network 23
- desemprego 282, 294
- diretrizes curriculares 17, 253
- divulgação científica 21, 24, 34, 280, 285
- E**
- Educação Ambiental 194, 225, 257, 265, 272, 273, 274, 286, 287,  
292, 419, 422, 423
- Educação Básica 45, 50, 64, 73, 79, 107, 132, 155, 172, 176, 177,  
236, 254, 296, 298, 301, 320, 324, 328, 361, 368,  
373, 395, 396, 397, 415
- Educação Inclusiva 15, 298, 300, 310, 321, 322, 323, 324
- elétrons 23, 28, 97
- energia nuclear 16, 350, 352, 353, 354, 355, 356, 358, 360, 362,  
363, 364
- Ensino Fundamental 16, 20, 24, 25, 38, 39, 40, 41, 43, 44, 45, 46,  
61, 71, 73, 130, 133, 149, 154, 155, 156, 177, 279, 287,  
323, 366, 397, 416
- Ensino Médio 20, 23, 29, 34, 35, 36, 107, 108, 116, 129, 133, 136,  
139, 149, 151, 173, 238, 239, 240, 242, 243, 275, 277,  
278, 279, 284, 286, 287, 288, 292, 293, 296, 297,  
325, 326, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 351,  
353, 354, 355, 364, 365, 370, 374, 389, 404, 406,  
416, 420, 421
- escola pública 240, 244, 252, 278, 279, 374
- escolarização 243, 299, 391
- estrutura cognitiva 30, 48, 128, 137, 140
- etograma 225, 227, 228, 230, 236, 237
- etogramas 15
- etologia 15, 224, 237
- experimentação 16, 261, 263, 299, 373, 393, 394, 395, 396, 397,  
398, 400, 401, 403, 404, 409, 415, 416
- F**
- feedback 68, 69, 70, 71, 72, 319, 376
- fenômenos periódicos 16, 368, 370, 374, 375, 376, 377, 380, 381,  
384, 388, 389, 390
- Física Moderna 16, 286, 288, 292, 297, 325, 329, 343, 344, 345,  
347, 349, 351, 365, 366
- formação crítica 15, 241, 249
- frequência 21, 23, 74, 75, 149, 189, 236, 375, 411
- funções trigonométricas 16, 369, 370, 375, 377, 380, 384,  
388, 389
- G**
- gamificação 14, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 78, 79, 81
- gestão ambiental 257, 262
- gravitação 16, 327, 329, 331
- H**
- heliopausa 22, 23, 28, 29
- heliosfera 22
- histórias em quadrinhos 14, 20, 23, 24, 25, 26, 33, 327, 346, 347
- I**
- IA 16, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379,  
380, 382, 383, 384, 385, 386, 388, 389, 390, 391
- inclusão 15, 39, 41, 133, 192, 208, 259, 269, 270, 276, 299, 301,  
302, 305, 306, 309, 310, 311, 313, 318, 320, 321
- Iniciação Científica 15, 238, 239, 240, 243, 245, 246, 248, 254,  
255, 322, 349
- inovações 238, 292, 299, 300, 303, 394
- Inteligência Artificial 16, 367, 368, 392
- intencionalidade 14, 241, 380
- interdisciplinaridade 43, 84, 85, 132, 138, 139, 149, 248, 249, 369,  
375, 390, 391, 422
- interestelar 21, 22, 23, 28, 29, 104, 105
- Internet 40, 65, 280, 302, 315, 319, 320, 356, 370
- intervenção pedagógica 133, 134, 374
- ionosfera 25

**J**

jogos 67, 68, 69, 71, 91, 309, 317, 318, 419

**L**

laboratório 15, 16, 64, 87, 201, 203, 212, 218, 395, 396, 397, 400, 405, 406, 410, 415

letramento digital 16, 369, 370, 374

**M**

mapa conceitual 48

material didático 45

mediação crítica 14, 380

memorização 15, 19, 20, 86, 132, 137, 143, 204, 219, 326, 395

metodologia quantitativa 24

metodologias ativas 14, 127, 131, 205, 372

micro-ondas 23, 96, 104, 171

modelagem 16, 375, 384, 386, 390

**N**

nível de significância 118, 119, 145, 148

**O**

Objeto de Aprendizagem 20, 21, 25, 31, 32, 33, 34, 326, 329, 344, 345

observação sistemática 15

ondas de rádio 21, 104

ondas eletromagnéticas 19, 20, 25, 27, 33, 368

organizadores prévios 20, 48, 85, 138

**P**

painéis solares 21

paradoxo 16, 325, 327, 329, 337, 345

partículas 21, 23, 87, 163

peixes 226

pensamento computacional 16, 369

pesquisa-intervenção 47, 49, 50, 206, 207

pesquisa quantitativa 59, 116

planejamento didático 391

planetário 14, 37, 38, 41, 44, 47, 48, 49, 50, 57, 59

planetas 38, 39, 41, 43, 44, 45, 47, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 60, 62, 71, 87, 88, 98, 99, 100, 101, 105, 106, 140, 163, 172, 330, 331, 333, 334, 336, 344

planilha 29, 31

plantas 162, 170, 179, 180, 186, 187, 188, 189, 190, 193, 194, 196, 260, 264, 268, 269, 404, 410, 411

pós-teste 29, 30, 31, 32, 116, 122, 125, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383

práticas investigativas 15, 240, 242

práticas pedagógicas 17, 73, 75, 77, 173, 239, 241, 245, 249, 252, 303, 328, 371, 375, 391

pré-teste 24, 30, 32, 33, 116, 125, 375, 377, 378, 380, 381, 382, 383

protagonismo estudantil 15, 149, 238, 372

**Q**

quadrinhos 14, 16, 18, 20, 21, 23, 24, 25, 26, 33, 280, 325, 326, 327, 344, 346, 347, 348, 349

**R**

rede estadual 240, 306, 350, 353, 354, 364, 420

reforma curricular 64

registro de dados 206

relatividade 16, 36, 325, 327, 329, 330, 339, 345, 346, 348

repertórios comportamentais 15, 225

reprodutibilidade 39

resolução de problemas 15, 85, 136, 205, 206, 207, 208, 209, 215, 216, 217, 218, 219, 263, 371, 402, 409, 410

responsabilidade ambiental 15, 292

responsabilidade social 277, 409

revisão sistemática 38, 44

robôs 20, 21, 26, 281

rovers 26, 27

ruído ultrabaixo 23

**S**

- saberes tradicionais 15, 194, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 271, 272, 273
- satélites artificiais 20, 21, 25
- satélites naturais 49, 52, 53
- sequência didática 131, 134, 374, 377, 378, 380, 384, 388, 389
- sequências didáticas 16
- Sistema Solar 38, 41, 43, 44, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54, 61, 62, 86, 87, 94, 99, 102, 103, 105, 117, 130, 135, 140, 171, 172, 344
- sociedade contemporânea 17, 151, 391
- software 25, 49, 59, 328, 329, 349
- sondas 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 103
- sondas espaciais 21, 23, 27, 29, 103
- strings 39, 40, 41
- subsunçor 48
- sustentabilidade 15, 142, 170, 172, 190, 193, 194, 196, 256, 257, 258, 259, 260, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 269, 271, 405, 406, 409

**T**

- TALE 46, 133
- taxa de acertos 31, 33
- TCLE 46, 133, 208
- TDIC 132, 133, 140, 141, 150, 299, 300, 301, 314
- teste de hipótese 29, 54, 59, 117, 119
- teste t 29, 31, 32, 38, 59, 116, 117, 118, 125, 126, 128, 145
- transdisciplinar 15, 155, 160, 161, 263
- transtornos comportamentais 302

**U**

- UHF 21, 25
- União Astronômica Internacional 44, 47
- Unidades Astronômicas 23, 86

**V**

- vento solar 22, 23, 87, 96, 97, 104
- Voyager 1 e 2 20, 21, 22, 23, 27, 28

www.PIMENTACULTURAL.com



# INTEGRANDO SABERES

pesquisas e reflexões  
no Ensino de Ciências