

# Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves  
(Organizador)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves  
(Organizador)

# Ensino de Ciências e Educação Matemática 2

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Karine de Lima

Revisão: Os autores

### Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília  
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa  
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná  
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista  
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul  
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria  
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná  
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice  
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense  
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul  
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão  
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista  
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará  
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas  
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa  
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

#### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

E59 Ensino de ciências e educação matemática 2 [recurso eletrônico] /  
Organizador Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves. –  
Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Ensino de ciências e  
educação matemática – v.2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-072-8

DOI 10.22533/at.ed.728192501

1. Educação. 2. Prática de ensino. 3. Professores – Formação.  
I. Gonçalves, Felipe Antonio Machado Fagundes.

CDD 370.1

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de  
responsabilidade exclusiva dos autores.

2019

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos  
autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

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

## APRESENTAÇÃO

A obra “Ensino de Ciências e Educação Matemática”, em seu segundo volume, contém vinte capítulos que abordam as Ciências sob uma ótica de Ensino nas mais diversas etapas da aprendizagem.

Os capítulos encontram-se divididos em cinco seções: Ensino de Ciências e Biologia, Ensino de Física, Educação Matemática, Educação Ambiental e Ciência e Tecnologia.

As seções dividem os trabalhos dentro da particularidade de cada área, incluindo pesquisas que tratam de estudos de caso, pesquisas bibliográficas e pesquisas experimentais que vêm contribuir para o estudo das Ciências, desenvolvendo propostas de ensino que podem corroborar com pesquisadores da área e servir como aporte para profissionais da educação.

No que diz respeito à Educação Matemática, este trabalho pode contribuir grandemente para os professores e estudantes de Matemática, por meio de propostas para o ensino e aprendizagem, que garantem o avanço das ciências exatas e também fomentando propostas para o Ensino Básico e Superior.

Indubitavelmente esta obra é de grande relevância, pois proporciona ao leitor um conjunto de trabalhos acadêmicos de diversas áreas de ensino, permeados de tecnologia e inovação.

Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O MODELO DIDÁTICO DA MOLÉCULA DE DNA: CONSTRUÇÃO E UTILIZAÇÃO NO ENSINO DA BIOLOGIA	
Daiane Cristina Ferreira Golbert Pollyana Secundo de Oliveira Ferreira Iara Ingrid de Assis Rony Robson Fideles de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925011</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>10</b>
O USO DE JOGOS APLICADO AO ENSINO DE CIÊNCIAS NATURAIS: UM ESTUDO DE CASO	
Elaine Santana de Souza Gerson Tavares do Carmo Mariana Monteiro Soares Crespo de Alvarenga	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925012</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>27</b>
EMERGÊNCIA DOS ERROS NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM DESACORDO AO REDUACIONISMO	
Thales Cerqueira Mendes Bruno de Andrade Martins Kelison Ricardo Teixeira	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925013</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>38</b>
IMPACTOS DO PIBID NA VIDA PROFISSIONAL DO EGRESSO DO CURSO DE LICENCIATURA EM FÍSICA NO IFNMG- CAMPUS JANUÁRIA	
Pollyana Antunes de Oliveira Edinei Canuto Paiva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925014</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>59</b>
UM DIAGNÓSTICO SOBRE A ABORDAGEM DO TEMA “COSMOLOGIA” NA LITERATURA E NO ENSINO DE FÍSICA EM ESCOLAS DE CAJAZEIRAS-PB	
Heydson Henrique Brito Da Silva Mauro Parnaíba Duarte	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925015</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>68</b>
SISTEMA MONETÁRIO: UMA EXPERIÊNCIA NO ENSINO DA MATEMÁTICA FINANCEIRA NOS ANOS INICIAIS DO ENSINO FUNDAMENTAL	
Ana Luisa Tenório dos Santos Aline Jaislane de Souza Tavares	
<b>DOI 10.22533/at.ed.7281925016</b>	

**CAPÍTULO 7 ..... 74**

UTILIZAÇÃO DO APLICATIVO RÉGUA E COMPASSO COMO RECURSO METODOLÓGICO NO ENSINO E ESTUDO DE ÂNGULOS

Islaine Conceição Pereira Bezerra  
Igor Brendol Pereira Morais  
Abigail Fregni Lins

**DOI 10.22533/at.ed.7281925017**

**CAPÍTULO 8 ..... 82**

O ESTÁGIO CURRICULAR SUPERVISIONADO NO CURSO DE PEDAGOGIA E O ENSINO DA MATEMÁTICA ESCOLAR: MAPEANDO DISSERTAÇÕES E TESES

Jónata Ferreira de Moura

**DOI 10.22533/at.ed.7281925018**

**CAPÍTULO 9 ..... 96**

O IMAGINÁRIO DE ESTUDANTES DE LICENCIATURAS EM MATEMÁTICA DE SÃO LUÍS - MA SOBRE A EJA

Rayane de Jesus Santos Melo  
Maria Consuelo Alves Lima

**DOI 10.22533/at.ed.7281925019**

**CAPÍTULO 10 ..... 108**

O PROCESSO DE JUVENILIZAÇÃO E POSSIBILIDADES PARA O ENSINO DE MATEMÁTICA NA EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

Rayane de Jesus Santos Melo  
Maria Consuelo Alves Lima

**DOI 10.22533/at.ed.72819250110**

**CAPÍTULO 11 ..... 119**

APLICAÇÃO DA TÉCNICA DE ESTABILIZAÇÃO POR SOLIDIFICAÇÃO A PARTIR DA INCORPORAÇÃO DE RESÍDUO DE GRANITO EM MATRIZ CIMENTÍCIA VISANDO SUA UTILIZAÇÃO COMO CONSTITUINTE DE CONCRETO PARA PISOS

Mário Gomes da Silva Júnior  
André Luiz Fiquene de Brito  
Ana Cristina Silva Muniz

**DOI 10.22533/at.ed.72819250111**

**CAPÍTULO 12 ..... 134**

APLICAÇÃO DE ARGILAS ESMECTÍCIAS ORGANOFÍLICAS NA ADSORÇÃO DE EFLUENTES PETROLÍFEROS EM SISTEMA DE BANHO FINITO

Joseane Damasceno Mota  
Rochelia Silva Souza Cunha  
Luana Araújo de Oliveira  
Patrícia Noemia Mota de Vasconcelos  
Meiry Glauca Freire Rodrigues

**DOI 10.22533/at.ed.72819250112**

**CAPÍTULO 13 ..... 146**

BLOCO DE GESSO E ISOPOR PARA VEDAÇÕES VERTICAIS INTERNAS EM ALVENARIA NÃO ESTRUTURAL

Daniel Pessanha de Queiroz  
Cristiane Rodrigues Macedo  
Cláudio Luis de Araújo Neto

**DOI 10.22533/at.ed.72819250113**

**CAPÍTULO 14 ..... 149**

ISOLAMENTO DA MICOTA ANEMÓFILA PRESENTE NA SALA DE MEMORIAL DA BIBLIOTECA JOSEPH MESEL DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Francisco Braga da Paz Junior  
Davi Nilson Mendonça Souza  
Eliana Santos Lyra da Paz  
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná  
Lindeberg Rocha Freitas  
Ubirany Lopes Ferreira

**DOI 10.22533/at.ed.72819250114**

**CAPÍTULO 15 ..... 155**

ISOLAMENTO DE LEVEDURAS DA VAGEM DA ALGAROBA (PROPOPIS JULIFLORA) E ANÁLISE DA ATIVIDADE AMILOLÍTICA E FERMENTATIVA DOS ISOLADOS

Caroliny Hellen Azevedo da Silva  
Rayane Dias dos Santos  
Jonas Luiz Almada da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.72819250115**

**CAPÍTULO 16 ..... 166**

OTIMIZAÇÃO DA VAZÃO DE FLUIDO REFRIGERANTE E ÁREA DE TROCA TÉRMICA DE UM TROCADOR DE CALOR CONTRA-CORRENTE

Mário Gomes da Silva Júnior  
Camila Barata Cavalcanti  
Josiele Souza Batista Santos

**DOI 10.22533/at.ed.72819250116**

**CAPÍTULO 17 ..... 177**

PREVALÊNCIA DE FUNGOS ANEMÓFILOS COLETADOS NA SALA DE ACERVOS DA BIBLIOTECA DO IFPE – CAMPUS RECIFE

Eliana Santos Lyra da Paz  
Thayná Lacerda Almeida  
Francisco Braga da Paz Junior  
Carlos Fernando Rodrigues Guaraná  
Clécio Florêncio de Queiroz  
Maria do Livramento Ferreira Lima

**DOI 10.22533/at.ed.72819250117**

**CAPÍTULO 18 ..... 183**

UMA PROPOSTA MODERNA DA ELETRÓLISE DE MICHAEL FARADAY

Mateus Carneiro Guimarães dos Santos  
Maria Danielly Lima Santos  
Mayana Mirelly Horta Santos  
Erivanildo Lopes da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.72819250118**

**CAPÍTULO 19 ..... 192**

MÓDULO AUTOMATIZADO DE MONITORAMENTO DE SOLO

Alysson Ramon do Amaral Andrade  
Alexandre da Silva Coelho Barbosa  
Douglas Cassiano da Silva  
Francisco Cassimiro Neto  
Jadson de Oliveira Viana  
José Alves do Nascimento Neto

**DOI 10.22533/at.ed.72819250119**

**CAPÍTULO 20 ..... 197**

PROCESSO GTAW: NOVAS TECNOLOGIAS

Geovanna Vitória da Silva Gonçalves  
Marcos Mesquita da Silva  
Thalyne Keila Menezes da Costa  
Divanira Ferreira Maia  
Jomar Meireles Barros

**DOI 10.22533/at.ed.72819250120**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 203**

## EMERGÊNCIA DOS ERROS NUMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL EM DESACORDO AO REDUCIONISMO

### Thales Cerqueira Mendes

UFMS, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Campo Grande - MS

### Bruno de Andrade Martins

UFMS, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Campo Grande - MS

### Kelison Ricardo Teixeira

UFMS, Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências  
Campo Grande - MS

**RESUMO:** A abordagem de leis da Física de forma reducionista distancia a compreensão dos fenômenos naturais, distinto daquilo que ele realmente é. A valorização dos erros contrapõe essa realidade e coloca os métodos de análise estatísticos como uma ferramenta de interesse para entendimento sobre a modelagem das leis. Dessa forma, através da análise de uma atividade experimental investigativa sobre o Movimento Harmônico Simples, aplicada com alunos do Ensino Médio, buscou-se identificar as situações onde os erros estatísticos contribuíram para amenizar os efeitos do reducionismo. Os dados para essa identificação advêm das anotações (em diário de campo) do professor-orientador e das apresentações (elaboração da exposição, textos dos resumos

e vídeos) dos alunos. Nesse artigo, far-se-á uma explanação da experimentação (incluindo os dados e análise estatística) concomitante com relações que permitem emergir as situações que se opõem ao reducionismo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Ensino Médio, Experiência investigativa.

**ABSTRACT:** The approach of laws of physics in a reductionist way distances the understanding of natural phenomena, distinct from what it really is. The valuation of errors contrasts this reality and places the methods of statistical analysis as a tool of interest for understanding about the modeling of laws. Thus, through the analysis of an experimental research activity on the Simple Harmonic Movement, applied with high school students, we sought to identify situations where statistical errors contributed to soften the effects of reductionism. The data for this identification comes from the notes (in field diary) of the teacher-supervisor and the presentations (elaboration of the exhibition, texts of the abstracts and videos) of the students. In this article, an explanation of experimentation (including data and statistical analysis) will be made concomitant with relationships that allow situations to emerge that oppose reductionism.

**KEYWORDS:** Physics Teaching, High School, Investigative Experience.

## 1 | INTRODUÇÃO

Algumas críticas são registradas na comunidade científica quanto à experimentação no ensino de Física. Nessas aplicações as Leis são denotadas de uma perfeição que gera no aluno uma realidade distinta do seu cotidiano, por exemplo: “despreze a resistência do ar”, “adote a aceleração da gravidade constante”, “considere o corpo como um ponto”, “despreze o atrito”. Essas críticas são contrárias ao reducionismo presentes nos livros didáticos. Da experimentação se emergem os erros (seja do instrumento, do operador, da propagação devido à operação matemática ou da estatística) e isso ajuda a amenizar esse contexto (CACHAPUZ *et al*, 2005).

Nesse sentido, deve-se evitar a abordagem de fenômenos físicos de forma desconexa e independente, dissociada da realidade e aplicação no cotidiano, tal como no corriqueiro exemplo de um carro que supostamente segue em movimento, com velocidade constante, descartada todas as condições de interações dissipativas depois de aplicada uma força, numa pista retilínea; isso, raramente é trabalhado na perspectiva de uma modelização, em um processo em que se constrói uma realidade imaginária diferente daquela em que não se tem, objetivamente, movimentos retilíneos uniformes. Essas variáveis podem e devem ser consideradas no processo de ensino-aprendizagem, levando as leis físicas à aplicabilidade no cotidiano e no mundo real (OFUGI, 2001).

As valorizações dessas variáveis não descredita as Leis, pelo contrário, imprimem realidade e contextualização para compreensão das suas modelizações. Nesse sentido, busca-se identificar as situações de oposição ao reducionismo, numa experimentação sobre o Movimento Harmônico Simples.

## 2 | METODOLOGIA

Essa pesquisa é qualitativa e busca identificar numa análise de conteúdo, que se aproxima com o proposto por Bardin (2009), as situações de oposição ao reducionismo que emergem nas anotações do diário de campo do professor-orientador e das apresentações de dois alunos do curso Técnico em Agropecuária integrado ao Ensino Médio, do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Baiano – campus Senhor do Bonfim. Eles executaram um experimento sobre MHS em momentos extraclasse.

Adiante, far-se-á a explanação da experimentação identificando as situações de oposição ao reducionismo. Depois, aglomeram-se as principais informações e emergem as inferências quanto a essa oposição.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme exposto anteriormente, se fará uma exposição da experimentação e

quando do surgimento das situações que se opõem ao reducionismo, serão pontuadas. Utilizar-se-á logo após ao parágrafo da situação, a notação “*Identificação de oposição ao reducionismo 1*” seguida de uma explanação. O número 1 representa um índice do número de identificação.

### Exposição do experimento e identificação de situações de oposição ao reducionismo

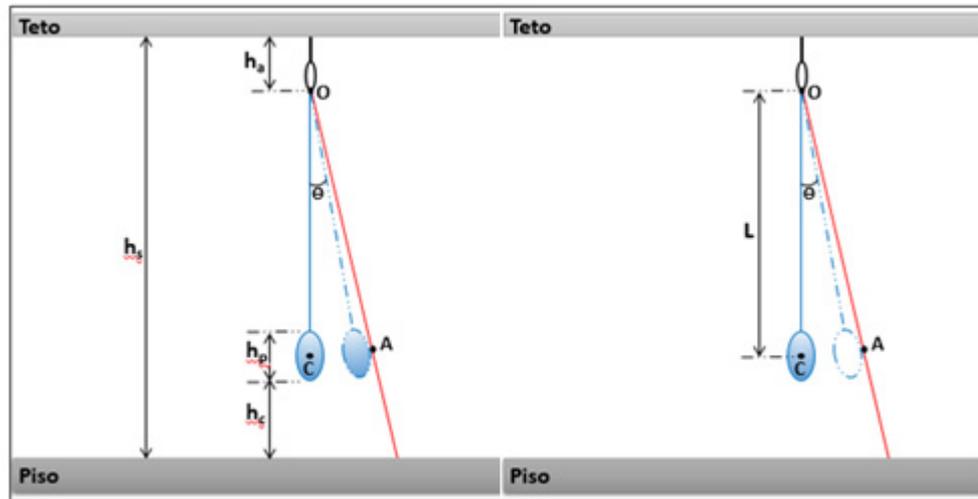
Os alunos envolvidos nesse projeto tinham contato com o programa de tabulação de dados e de análise estatística, um facilitador na execução da experimentação. Registra-se que a motivação para a experimentação partiu dos alunos envolvidos e teve como objetivo: determinar e comparar a aceleração da gravidade local do município de Senhor do Bonfim – BA através de um experimento de MHS.

Foi realizada avaliação diagnóstica (para verificar as concepções dos alunos) dos principais conteúdos que seriam abordados na experimentação: o MHS e a Lei de Gravitação. A partir dessa avaliação foi feito um estudo sobre o pêndulo simples e surgiu a necessidade da análise trigonométrica, motivada pela aproximação realizada para ângulos menores que dez graus. Para essa demonstração, foi calculado, no programa de tabulação de dados, os valores de alguns ângulos (entre 0° e 10°) no SI, do seno e da tangente desses ângulos. Para melhor associação dessa aproximação (entre o ângulo, o seno e a tangente), fez-se uma exposição dinâmica de figuras. Nessas figuras também constam uma dedução para o período do pêndulo simples (*equação 1*).

$$\begin{array}{l} \text{período} \\ \downarrow \\ T = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{L}{g}} \end{array} \quad \begin{array}{l} \leftarrow \text{comprimento} \\ \leftarrow \text{aceleração da gravidade} \end{array} \quad (1)$$

*Identificação de oposição ao reducionismo 1: para a dedução da fórmula do período do pêndulo simples foi necessária uma “aproximação” entre seno e tangente.*

Segue a execução do experimento para coleta de dados, realizadas individualmente pelos dois alunos. Foi montado um pêndulo simples, com o auxílio de linha e bola de chumbo (*figura 1*).



**Figura 1.** Experimento: alturas coletadas (esquerda) para determinar L (direita).

Posteriormente, com o uso de uma linha auxiliar, foi demarcado com o transferidor o ângulo  $\theta$  (aproximadamente  $10^\circ$ ) e mensurada numa trena as alturas  $h_s$ ,  $h_a$  e  $h_p$ , fixas, e  $h_c$ , variável. Essas alturas são: do teto ao chão, do teto até o ponto de oscilação O, da massa de chumbo na posição exposta para determinação do centro de massa e do chão até a massa de chumbo, respectivamente. Elas compõem as medidas necessárias para determinar o comprimento do fio, L (equação 2).

$$\text{variável} \rightarrow L = \overset{\text{constantes}}{h_s} - \overset{\text{constantes}}{h_a} - \overset{\text{centro de massa do chumbo}}{\frac{h_p}{2}} - \overset{\text{variável}}{h_c} \quad (2)$$

O pêndulo foi solto da posição A e depois da próxima passagem por essa posição, dispara-se o cronômetro digital. Depois de 10 oscilações, coleta-se o tempo. O comprimento da linha foi modificado e se repete o passo anterior. Dessa forma, foram coletados 10 tempos para 10 comprimentos diferentes. Foram construídos pelos alunos dois aparatos experimentais, um para cada. Dessa forma, obteve-se o dobro dos dados.

Os dados coletados, compilados em planilha no *software*, seguem na *tabela 1*.

	$h_c \pm 0,05$ (cm)	$t_1 \pm 0,01$ (s)	$t_2 \pm 0,01$ (s)	$t_3 \pm 0,01$ (s)	$t_4 \pm 0,01$ (s)	$t_5 \pm 0,01$ (s)	$t_6 \pm 0,01$ (s)	$t_7 \pm 0,01$ (s)	$t_8 \pm 0,01$ (s)	$t_9 \pm 0,01$ (s)	$t_{10} \pm 0,01$ (s)
Série 1	66,70	27,52	28,03	26,18	27,60	28,05	27,42	26,75	27,10	26,27	27,17
	71,80	26,50	25,95	25,95	27,11	26,01	25,93	26,78	26,61	26,54	26,31
	75,80	26,18	28,38	26,11	25,70	26,27	25,87	26,53	26,50	26,57	26,20
	82,00	26,06	25,32	25,62	25,91	25,25	25,71	25,87	25,26	25,30	25,50
	89,00	25,37	24,91	25,82	25,54	25,28	24,92	24,39	25,29	25,05	24,80
	90,00	25,43	25,11	24,80	25,73	25,32	25,06	24,81	25,34	24,65	25,27
	97,50	24,10	25,08	24,65	24,80	24,92	25,04	24,16	24,25	24,23	24,44
	105,80	23,95	23,56	24,00	23,57	24,04	23,78	24,34	23,91	24,26	24,28
	114,50	23,38	23,36	23,34	23,41	23,09	23,17	23,17	23,08	23,20	23,32
	123,80	23,27	22,56	22,52	22,79	23,24	22,63	23,06	22,38	23,04	22,49
Série 2	42,60	30,85	31,77	31,63	31,34	31,27	31,00	30,81	31,40	31,01	31,22
	48,20	30,39	30,93	30,42	30,76	30,32	30,70	30,90	30,25	30,54	30,95
	55,60	29,77	30,56	30,35	30,33	30,17	29,92	29,91	30,54	30,44	30,47
	60,00	29,62	30,20	29,70	30,23	29,63	30,03	29,52	30,05	29,74	30,19
	62,10	29,71	30,00	29,40	29,86	29,70	29,75	30,04	29,60	29,91	29,69
	70,30	29,61	29,47	29,36	29,13	29,74	29,48	29,37	29,37	29,21	29,03
	77,70	28,42	28,73	28,41	28,76	28,47	28,89	28,68	28,47	28,79	28,53
	87,50	28,07	27,77	28,03	27,72	27,91	27,68	28,30	28,10	27,72	28,40
	97,60	27,18	27,08	27,00	27,60	27,42	27,47	27,49	27,49	27,47	27,23
	107,40	26,30	26,56	26,68	26,14	26,31	26,48	26,54	26,22	26,42	26,61

**Tabela 1.** Dados coletados nos dois experimentos de pêndulo simples.

*Identificação de oposição ao reducionismo 2: a tabela 1 expõe os valores dos erros instrumentais. Esse tema foi abordado para instrumentos analógicos e digitais. Nesse caso 0,05cm para a trena e 0,01s para o cronômetro.*

A série 1 refere-se aos dados coletados no experimento pelo aluno A1 e a série 2 pelo A2. Neste momento buscou-se relacionar os dados com equação do período. Observa-se que  $h_c$  e o tempo estão inversamente proporcionais. Essa altura não representa o comprimento,  $L$  ( $h_c$  e  $L$  também são inversamente proporcionais). Dessa forma,  $L$  e o tempo são diretamente proporcionais.

Na *tabela 2* foi adicionado o valor do período,  $T$ , obtido pela média aritmética simples dos tempos e ainda dividido por 10 (número de oscilações). Também foi calculado o comprimento do fio,  $L$ , dado pela *equação 2*. Para a série 1 :  $h_s = 280,00 \pm 0,05$  cm;  $h_a = 3,00 \pm 0,05$  cm;  $h_p = 3,30 \pm 0,05$  cm. Para a série 2:  $h_s = 281,00 \pm 0,05$  cm;  $h_a = 3,00 \pm 0,05$  cm;  $h_p = 3,40 \pm 0,05$  cm.

*Identificação de oposição ao reducionismo 3: obtenção da média aritmética simples dos tempos para determinar o período.*

	T (s)	lnT	L (10 <sup>-2</sup> m)	4π <sup>2</sup> .L	ln(4π <sup>2</sup> .L)
Série 1	2,72	1,0006	208,65	82,37	4,4112
	2,64	0,9708	203,55	80,36	4,3865
	2,64	0,9708	199,55	78,78	4,3667
	2,56	0,9400	193,35	76,33	4,3351
	2,51	0,9203	186,35	73,57	4,2982
	2,52	0,9243	185,35	73,17	4,2928
	2,46	0,9002	177,85	70,21	4,2515
	2,40	0,8755	169,55	66,94	4,2038
	2,33	0,8459	160,85	63,50	4,1510
	2,28	0,8242	151,55	59,83	4,0915
Série 2	3,12	1,1378	233,70	92,26	4,5246
	3,06	1,1184	228,10	90,05	4,5004
	3,02	1,1053	220,70	87,13	4,4674
	2,99	1,0953	216,30	85,39	4,4472
	2,98	1,0919	214,20	84,56	4,4375
	2,94	1,0784	206,00	81,33	4,3985
	2,86	1,0508	198,60	78,40	4,3618
	2,80	1,0296	188,80	74,54	4,3113
	2,73	1,0043	178,70	70,55	4,2563
	2,64	0,9708	168,90	66,68	4,1999

**Tabela 2.** Processamento dos dados coletados no pêndulo simples.

Além da associação do período e do comprimento na *tabela 2*, está exposto os dados necessários para as regressões conforme a *equação 3 e 4*.

$$4\pi^2 \cdot L = g \cdot T^2 \quad (3)$$

$$y = Ax^2 + Bx + C$$

Nesse caso:  $g = A$  e  $B=C=0$ .

$$\ln(4\pi^2 \cdot L) = 2 \cdot \ln T + \ln g \quad (4)$$

$$y = Dx + E$$

Agora:  $D=2$  e  $g = e^E$ .

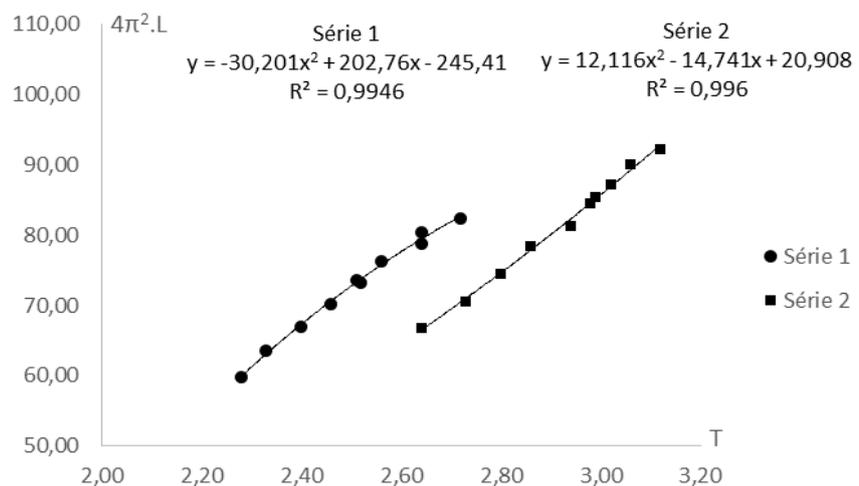
Para a regressão com tendência quadrática - correspondência da *equação 3* - temos o par ordenado  $(T, 4\pi^2.L)$  e para linear - correspondência da *equação 4* -  $(\ln T, \ln(4\pi^2.L))$ .

Destaca-se que não houve preocupação com a propagação de erros para determinação desses valores, uma vez que o resultado será dado pelas regressões. Esses dados não foram inseridos simultaneamente: primeiro, foi calculado  $T$  e  $L$ ;

segundo, o par para a tendência quadrática; por último, o par da tendência linear. Ver-se-á que a utilização da linear, aplica ao logaritmo, surgiu da análise do resultado da quadrática.

*Identificação de oposição ao reducionismo 4: foi discutida a propagação de erros mas não foi calculada. Para explanação desse erro seria necessário a utilização de derivadas (lembra-se que são alunos do Ensino Médio).*

Foi realizada a regressão quadrática (figura 2), que retornou para série 1,  $g=A=-30,20 \text{ m/s}^2$  com  $R^2=0,9946$  e para série 2,  $g = 12,12 \text{ m/s}^2$  com  $R^2=0,996$ . Os resultados foram discutidos com os alunos. O valor de  $g$  na série 1 está negativo – nesse caso tinha que ser positivo – embora o coeficiente de determinação esteja acima de 99%. Para a série 2, os resultados estão mais coerentes. Porém o resultado da série 1 levantou questionamentos sobre a coleta de dados e o tratamento estatístico. Um fator levantado foi a pouca variação do comprimento do fio. Essa variação pequena pode ter influenciado, uma vez que a curva descrita no programa para série 1 têm parábola voltada para baixo.



**Figura 2.** Gráfico da regressão com tendência quadrática.

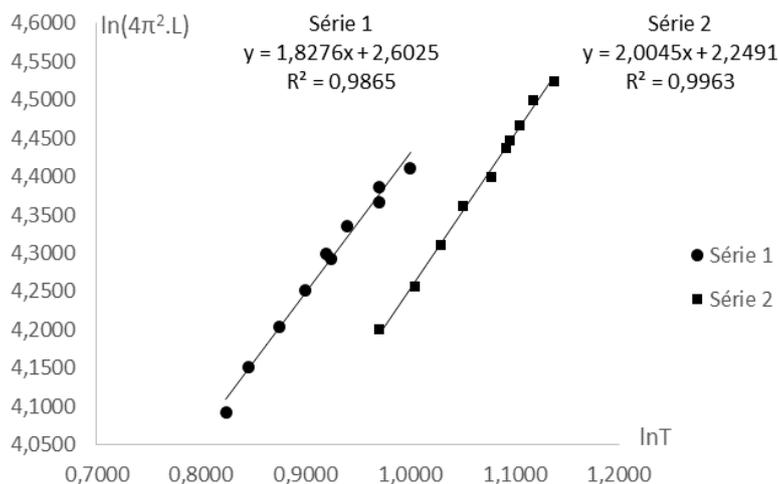
Ver-se-á que esse modelo não se mostrou eficiente, não pelo valor do coeficiente de determinação, mas pela pouca variação dos valores correspondentes a  $x$  e a  $y$ . Para variações muito pequenas de  $x$ , uma curva pode tender a uma reta, mascarando a real equação que descreve o fenômeno. Dessa forma, buscou-se outra maneira de se processar os dados.

*Identificação de oposição ao reducionismo 5: utilização do coeficiente de determinação e do coeficiente de correlação que diferem de 100%. Obtém-se gráficos distintos para um mesmo objetivo (e uma mesma Lei). Existe uma inadequação da série 1 e a Lei (equação 2) devido a aceleração da gravidade negativa.*

A decisão foi de utilizar o logaritmo aplicado a equação quadrática para reduzi-la

a uma equação linear. Foi necessário estudo, sobre o logaritmo, com os alunos.

Assim, foi aplicada a regressão linear (*figura 3*), conforme correlação da *equação 4*. O valor de E é o coeficiente de interceptação da equação e fica: para série 1,  $E = \ln g = 2,6025$  e  $g = e^E = 13,50 \text{ m/s}^2$ ; para série 2,  $E = 2,2491$  e  $g = 9,48 \text{ m/s}^2$ . O problema com interpolação dos pontos foi resolvido com esse método, mas o resultado da série 1 corrobora para algum erro sistêmico na realização do experimento. O  $R^2$  (98,65%) dessa série é menor que o da série 2 (99,63%). Logicamente, o coeficiente de correlação, R, também é menor para série 1 (99,32% para este e 99,81% para aquele).



**Figura 3.** Gráfico da regressão com tendência linear aplica ao logaritmo.

*Identificação de oposição ao reducionismo 6: novamente a utilização do coeficiente de determinação e do coeficiente de correlação que diferem de 100%. Também, obtém-se gráficos distintos para um mesmo objetivo. Parece haver um erro sistêmico (talvez do operador) – observa-se que as retas das regressões são quase paralelas.*

Diante desse contexto, dos resultados da série 1, optou-se por seguir com os dados da série 2. Enfatiza-se que essa decisão não foi pelo resultado dos coeficientes de determinação e correlação, mas principalmente pelo valor de g encontrado,  $13,50 \text{ m/s}^2$ .

Posteriormente, foi feita análise estatística pelo método da média aritmética simples utilizando a *equação 5* (deduzida da *equação 1*):

$$g = \frac{4\pi^2.L}{T^2} \quad (5)$$

O valor de g calculado pela média aritmética simples, foi  $9,53 \text{ m/s}^2$ , com desvio padrão de  $0,06 \text{ m/s}^2$ .

*Identificação de oposição ao reducionismo 7: utilização da média aritmética simples e do desvio padrão.*

Nos dados da estação meteorológica instalada no IF Baiano – campus Senhor do Bonfim, foi encontrado o valor da altitude local igual 532 m. Esse valor foi utilizado para se determinar o valor da aceleração da gravidade local pela Lei da Gravitação de Newton. O valor de  $g$  calculado é  $9,83 \text{ m/s}^2$ .

*Identificação de oposição ao reducionismo 8: o valor difere do normalmente adotado. Ainda, é maior, o que é distinto da Lei.*

Já se obteve a aceleração da gravidade pela regressão quadrática ( $12,12 \text{ m/s}^2$ ), pela regressão linear aplicada ao logaritmo ( $9,48 \text{ m/s}^2$ ), pela média aritmética simples ( $9,53 \text{ m/s}^2$ ) e pela Lei da Gravitação Universal de Newton ( $9,83 \text{ m/s}^2$ ). Assim, foi realizada comparação, pelo erro relativo percentual, dos três primeiros métodos em relação ao teorizado pela Lei da Gravitação (tabela 3).

	Método Utilizado			
	Regressão Quadrática	Regressão Linear	Média Aritmética	Lei da Gravitação
<b>g (m/s<sup>2</sup>)</b>	12,12	9,48	9,53	9,83
<b>E<sub>r</sub></b>	23,30%	3,56%	3,05%	-

**Tabela 3.** Comparação dos métodos pelo erro relativo percentual (E<sub>r</sub>).

*Identificação de oposição ao reducionismo 9: valores diferentes para métodos diferentes e a utilização do erro relativo percentual.*

Observe que o valor da regressão quadrática confirma o que já se tinha inferido antes (que o método não estava adequado aos dados experimentais). O valor encontrado, de  $g$ , pela média aritmética se mostra mais preciso que o da regressão linear (onde foi aplicado o logaritmo natural). Este com erro relativo percentual de 3,56% e aquele com 3,05%.

### Sobre as situações de oposição ao reducionismo

O quadro 1 expõe as principais situações de oposição ao reducionismo, anteriormente destacadas.

Índice da identificação	Descrição da situação que se opõe ao reducionismo
1	Aproximações do seno e da tangente.
2	Erros instrumentais.
3	Média aritmética simples.
4	Propagação de erros.

5	Coeficiente de determinação, coeficiente de correlação, gráficos distintos para uma mesma Lei, valor inconsistente com a Lei.
6	Coeficiente de determinação, coeficiente de correlação, gráficos distintos para uma mesma Lei, valor inconsistente com a Lei, erro sistêmico (operador).
7	Média aritmética simples e desvio padrão.
8	Valor inconsistente com a Lei.
9	Valores diferentes para um mesma Lei e erro relativo percentual.

**Quadro 1.** Principais situações destacadas.

Em todas essas situações foi identificado que somente após a superação dos questionamentos inerentes a elas, foi possível avançar na experimentação. As considerações aqui feitas buscam introduzir o estudante ao mundo real, dos erros, a uma Física aplicada do cotidiano, sem idealizações, que são importantes, mas têm suas limitações.

Cada situação listada têm um papel importante na desconstrução das idealizações, mas o coeficiente de determinação se destaca. O não acoplamento do ponto a curva (não trabalhada nos livros do Ensino Médio) impõe confiabilidade científica e dificilmente será 100%. Acredita-se que o mundo dos erros pode ajudar na quebra de uma concepção de ciência acabada e perfeita (idealizada).

## 4 | CONCLUSÕES

Embora se tenha chegado a um resultado, os pontos altos desse trabalho não estão em se achar valores ou comparar os métodos utilizados. Concentram-se nas problemáticas levantadas: o valor de  $g$  negativo na 1ª regressão para a série 1; o gráfico parecer uma reta, também na 1ª regressão para as duas séries; a readequação da equação quadrática para linear, utilizando o logaritmo; a elaboração do material, por parte dos alunos, para fazer-se compreender nos eventos; o relato das experiências que eles tiveram.

Buscou-se dar importância aos erros correlatos aos instrumentos, aos da propagação, aos do operador do experimento e os dos métodos estatísticos utilizados. Essa abordagem, intencional, no sentido contrário do reducionismo, eleva o cunho de aplicabilidade das Leis. Várias aproximações foram feitas nos dados e para análise dos resultados dos experimentos, mas tentado minimizar os erros e ainda assim discuti-los.

## REFERÊNCIAS

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: LDA, 2009.

CACHAPUZ, A.; GIL-PEREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. A Necessária renovação do ensino das ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

OFUGI, R. C. Inserção da teoria da Relatividade no Ensino Médio: uma nova proposta. Florianópolis: UFSC, 2001.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Felipe Antonio Machado Fagundes Gonçalves** - Mestre em Ensino de Ciência e Tecnologia pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) em 2018. Licenciado em Matemática pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), em 2015 e especialista em Metodologia para o Ensino de Matemática pela Faculdade Educacional da Lapa (FAEL) em 2018. Atua como professor no Ensino Básico e Superior. Trabalha com temáticas relacionadas ao Ensino desenvolvendo pesquisas nas áreas da Matemática, Estatística e Interdisciplinaridade.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-072-8

