



# Pesquisa em Ensino de Física

**Sabrina Passoni Maravieski**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Sabrina Passoni Maravieski**

(Organizadora)

# **Pesquisa em Ensino de Física**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Geraldo Alves

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)

P474 Pesquisa em ensino de física [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-209-8

DOI 10.22533/at.ed.098192803

1. Física – Estudo e ensino. 2. Física – Pesquisa – Estudo de casos. 3. Professores de física – Formação. I. Maravieski, Sabrina Passoni. II. Série.

CDD 530.07

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 “Pesquisa em Ensino de Física” pertence a uma série de livros publicados pela Editora Atena, e neste 1º volume, composto de 19 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados sobre a prática do docente no ensino-aprendizagem da disciplina de Física no Ensino Médio.

Com a introdução dos PCNEM – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio em 1999, a presença do conhecimento da Física no Ensino Médio ganhou um novo sentido e tem como objetivo formar um cidadão contemporâneo e atuante na sociedade, pois a Física, lhe proporciona conhecimento para compreender, intervir e participar da realidade; independente de sua formação posterior ao Ensino Médio.

De acordo com os PCNEM, destacamos nesta obra, 4 áreas temáticas: Calor, Hidrostática e Óptica; Cinemática, Mecânica e Gravitação; Eletricidade e Magnetismo e Energia e Princípios de Conservação.

Desta forma, algumas pesquisas aqui apresentadas, dentro das referidas áreas temáticas, procuram investigar ou orientar os docentes e os futuros docentes dos Cursos de Licenciatura em Física e Ciências Naturais, bem como avaliar e propor melhorias na utilização dos livros didáticos, como por exemplo, no âmbito CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente); além de práticas docentes que almejam o cumprimento dos PCNEM no planejamento do docente.

Quando alusivo ao âmbito ensino-aprendizagem, devemos de imediato, pensar nas diversas teorias metodológicas e nos diversos recursos didáticos que podemos adotar em sala de aula, incluindo as atuais tecnologias. Neste sentido, esta obra, tem como objetivo principal oferecer contribuições na formação continuada, bem como, na autoanálise da prática docente, resultando assim, em uma aprendizagem significativa dos estudantes de Ensino Médio. Neste sentido, o docente poderá implementá-las, valorizando ainda mais a sua prática em sala de aula.

Além disso, a obra se destaca como uma fonte de pesquisa diversificada para pesquisadores em Ensino de Física, visto que, quando mais disseminamos o conhecimento científico de uma área, mais esta área se desenvolve e capacita-se a ser aprimorada e efetivada. Pois, nós pesquisadores, necessitamos conhecer o que está sendo desenvolvido dentro da esfera de interesse para que possamos intervir no seu aspecto funcional visando melhorias na respectiva área.

Dentro desta perspectiva, na área de Calor, Hidrostática e Óptica apresentamos um estudo que avalia o método dedutivo da equação de Gauss da óptica geométrica aplicados à formação de imagem em espelhos esféricos, contemplados em diferentes livros-texto utilizados nos cursos de Licenciatura em Física (capítulo 1). Outro estudo apresenta o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) na abordagem de conceitos relacionados ao Princípio de Arquimedes em um curso de Ciências da Natureza - Licenciatura. O estudo teve como base as ideias de Gardner em relação à Teoria das Múltiplas Inteligências, de Ausubel sobre a Aprendizagem Significativa e de

Peters, Costa, Oliveira entre outros, em relação ao uso das TIC no Ensino (capítulo 2). No estudo do calor, os autores avaliaram a produção de professores em um curso de atualização sobre “Tecnologias Digitais Ampliando o uso de Metodologias Participativas e Metacognitivas em Ciências Naturais” (capítulo 3).

Na área temática: Cinemática, Mecânica e Gravitação, as metodologias e recursos apresentaram-se diversificadas. O capítulo 4, relata um experimento de colisão unidimensional em um trilho de ar utilizando sensores e o software livre CvMob para a vídeo-análise, cuja função foi a obtenção de medidas contínuas de corpos em movimento. Os resultados apontaram que o recurso utilizado foi preciso e de baixo custo para experimentação em Física, principalmente, no que diz respeito à análise do movimento de objetos. Outro estudo utilizando este mesmo tipo de recurso, com a finalidade de potencializar o ensino aprendizagem da física e da matemática, os autores utilizaram um software de vídeo-análise Tracker no estudo de lançamento oblíquo. Neste os estudantes tiveram a oportunidade de verificar a influência das condições ambientais, descartadas nos enunciados dessas questões, e ampliar a descrição matemática através de gráficos e análise de vetores, fatores que não seriam explorados nesses exercícios sem o recurso computacional. Com a ferramenta os estudantes também conseguiram desenvolver críticas aos exercícios selecionados a partir de comparações com os enunciados e os dados experimentais (capítulo 12). No capítulo 5, os autores apresentaram uma atividade experimental investigativa sobre as marés atmosféricas, comparando esse fenômeno com as marés oceânicas. Onde, para a detecção das oscilações barométricas foi possível fazer uso da placa Arduino com sensores de pressão barométrica e temperatura. Já no capítulo 10, o leitor irá se deparar com outro estudo que utiliza o Arduino como recurso o qual substitui os tradicionais kits. No entanto, neste caso, fez uso do sensor LDR para determinar a posição em diversos experimentos para o ensino-aprendizagem da Física para o Ensino Médio, mostrando-se uma alternativa eficaz e de baixo custo. Outro estudo abordou a eficácia do uso do software Solar System Scope para dispositivos móveis no ensino-aprendizagem da Física no Estudo das Leis de Kepler (capítulo 6). Na proposta apoiada na história, Filosofia e Epistemologia da Ciência os autores apresentam as contribuições de Ptolomeu para a evolução do modelo geocêntrico do Sistema Solar (capítulo 7). Outra proposta pautada na construção do conhecimento por meio da experimentação pode ser verificada no capítulo 11, onde alunos de Licenciatura em Ciências Naturais tiveram contato com: a historiografia do aeromodelismo, montagem de um modelo aéreo e matematização dos conceitos (terceiro momento) em formato de oficina, mostrando a importância destas etapas no ensino-aprendizagem. No âmbito, experimentos de física em sala de aula utilizando recursos didáticos do cotidiano; o capítulo 8 tratou de uma atividade experimental realizada em uma classe de Jovens e Adultos (EJA) com carrinhos de fricção para determinar a velocidade média deste. No estudo sobre a deformação sofrida por molas, foram realizadas atividades investigativas

e de experimentação, fundamentadas na teoria cognitiva de aprendizagem utilizando o conhecimento prévio de alunos do Ensino Médio; possibilitando a discussão de conceitos estatísticos, métodos de medição e unidades de medidas (capítulo 9).

Na área temática de Eletricidade e Magnetismo o leitor irá se deparar com 4 capítulos os quais mostram uma preocupação em investigação inicial dos alunos, sequencias didáticas, experimentos de baixo custo e utilização de softwares. O primeiro (capítulo 13), os autores investigaram as diferentes situações didáticas, pertencentes ao campo conceitual da eletrodinâmica, que são propostas aos alunos nas atividades (exercícios, problemas e testes) dos livros didáticos de Física aprovados no PNLD 2012. O fundamento teórico basilar desta investigação foi a Teoria dos Campos Conceituais de Gérard Vergnaud e tomou como base a ideia defendida pelo autor de que um conceito não se constrói ou aprende com o uso de um só tipo de situação. No capítulo seguinte (14), os autores apresentaram uma sequência didática relacionada ao tema eletricidade por meio da metodologia interativa e investigativa utilizando como recurso didáticos e tecnológicos, exercícios de apostilas de vestibular, a plataforma google forms e simuladores PhET. A sequência didática foi dividida em: a) pré-teste, b) conteúdo digital (utilizando roteiro e kit de circuito Elétrico DC), c) sistematização do conhecimento (lista de exercícios) e d) avaliação para verificação da aprendizagem. Para o estudo conceitual de algumas grandezas físicas, bem como de algumas Leis em eletricidade e magnetismo. No capítulo 15, os autores, descreveram experiências construídas e realizadas com materiais de baixo custo e de fácil aquisição para alunos do Ensino Médio. No capítulo 16, os autores também apresentaram uma sequencia didática com aplicação do simulador PhET, mas com a abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações. Neste caso, o estudo buscou a correlação das variáveis motivacionais no ensino-aprendizagem de eletricidade e magnetismo para alunos de graduação em Engenharia de uma instituição particular.

Ao leitor, que esta obra, contribua para sua prática em sala de aula, fazendo desta um espaço de relação entre a tríade: professor-alunos-conhecimento.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata diversas pesquisas em ensino de Física e Ciências Naturais, valorizando a prática do docente, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas metodologias de ensino-aprendizagem, tecnologias e recursos didáticos, promovendo a melhoria na educação do nosso país.

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
DEDUÇÃO DA CONVENÇÃO DE SINAL DA EQUAÇÃO DE GAUSS PARA ESPELHOS ESFÉRICOS	
<i>Niels Fontes Lima</i> <i>Rodrigo Oliveira Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>12</b>
ESTUDO DE CONCEITOS DO PRINCÍPIO DE ARQUIMEDES COM USO DE AMBIENTE VIRTUAL DE APRENDIZAGEM	
<i>Diovana Santos dos Santos Habermann</i> <i>Franciele Braz de Oliveira Coelho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>29</b>
METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR	
<i>Clayton Ferreira dos Santos</i> <i>Kátia Regina Varela Roa</i> <i>Miriam Alves Dias Santana</i> <i>Vera B. Henriques</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>39</b>
ANÁLISE DE UM EXPERIMENTO DE COLISÃO UNIDIMENSIONAL USANDO SOFTWARE LIVRE CVMOB	
<i>Alexandro das Chagas de Sousa Nascimento</i> <i>Rodrigo Costa Veras</i> <i>Francisco Ronan Viana Araújo</i> <i>Itamar Vieira de Sousa Junior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>49</b>
AS MARÉS ATMOSFÉRICAS A PARTIR DE UMA ATIVIDADE EXPERIMENTAL INVESTIGATIVA	
<i>Luiz Raimundo Moreira de Carvalho</i> <i>Helio Salim de Amorim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>59</b>
AVALIAÇÃO DO USO DO APLICATIVO SOLAR SYSTEM SCOPE NO ENSINO DAS LEIS DE KEPLER	
<i>Adriano Alves de Araujo</i> <i>Harrison Luz dos Santos</i> <i>Gabryell Malcher Freire</i> <i>Fábio Andrade de Moura</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>68</b>
CONTRIBUIÇÃO DE PTOLOMEU PARA A EVOLUÇÃO DO MODELO GEOCÊNTRICO: PERSPECTIVAS HISTÓRICAS	
<i>Natalia Talita Corcetti</i> <i>Estéfano Vizconde Veraszto</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>78</b>
EXPERIMENTO COM CARRINHOS DE FRICÇÃO PARA TRATAR DE VELOCIDADE MÉDIA NO PRIMEIRO ANO/SÉRIE DO ENSINO MÉDIO	
<i>Arivaldo Lopes</i> <i>Marli Santana Pimentel Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>86</b>
MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS	
<i>Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.0981928039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>99</b>
O USO DO LDR COMO SENSOR DE POSIÇÃO COM O ARDUINO PARA O ENSINO DE FÍSICA	
<i>Lázaro Luis de Lima Sousa</i> <i>Nayra Maria da Costa Lima</i> <i>Luciana Angélica da Silva Nunes</i> <i>Leonardo Augusto Casillo</i> <i>Andreia Paulino da Silva</i> <i>Rodolfo Felipe Medeiros Alves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
USANDO A MECÂNICA DE VOOS PARA FACILITAR O APRENDIZADO DE CONCEITOS DA MECÂNICA CLÁSSICA	
<i>Juliana Oliveira Costa</i> <i>Renan de Melo Alencar</i> <i>Bianca Pereira Almeida</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280311</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>117</b>
USO DE VIDEOANÁLISE PARA RESOLUÇÃO DE EXERCÍCIOS DE LANÇAMENTO OBLÍQUO	
<i>Gustavo Affonso de Paula</i> <i>Milton Alves Gonçalves Júnior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280312</b>	

<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>126</b>
A TEORIA DOS CAMPOS CONCEITUAIS DE VERGNAUD E O CAMPO CONCEITUAL DA ELETRODINÂMICA: AS DIFERENTES SITUAÇÕES PRESENTES NAS ATIVIDADES DOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA	
<i>Deivid Andrade Porto</i>	
<i>Tiago Ferraz Rodrigues</i>	
<i>Mariele Regina Pinheiro Gonçalves</i>	
<i>Marco Aurélio Clemente Gonçalves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280313</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>135</b>
CIRCUITOS ELÉTRICOS- UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA UTILIZANDO RECURSOS TECNOLÓGICOS	
<i>Arthur Alexandre Magalhães</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280314</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>154</b>
EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM ELETRICIDADE E MAGNETISMO PARA O ENSINO MÉDIO	
<i>Alfredo Sotó Fernandes Jr</i>	
<i>Miguel Arcanjo-Filho</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280315</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>163</b>
MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE	
<i>Alcides Goya</i>	
<i>Patrícia Beneti de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280316</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>173</b>
O CONCEITO DE ENERGIA E TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA	
<i>Geziane dos Santos Pereira</i>	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280317</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>191</b>
ATIVIDADE EXPERIMENTAL CATIVANTE: UMA PROPOSTA PARA O ENSINO DO CONCEITO DE ENERGIA MECÂNICA E SUA CONSERVAÇÃO	
<i>Cleidson Santiago de Oliveira</i>	
<i>Mauro Vanderlei Amorim</i>	
<i>Elizabeth Machado Baptestini</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280318</b>	
<b>CAPÍTULO 19</b> .....	<b>201</b>
USO DE SIMULADORES COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE ENERGIA E TRANSFORMAÇÕES ENERGÉTICAS PARA O 9º ANO DO ENSINO FUNDAMENTAL	
<i>Alex Arouca Carvalho</i>	
<i>Júlio Akashi Hernandez</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.09819280319</b>	
<b>SOBRE A ORGANIZADORA</b> .....	<b>215</b>

## MOTIVAÇÕES, SIMULAÇÕES E DESEMPENHO NO ENSINO DE ELETRICIDADE

**Alcides Goya**

UTFPR - Física

Londrina - Paraná

**Patrícia Beneti de Oliveira**

UNOPAR, Engenharia

Londrina – Paraná

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo descrever os resultados de uma pesquisa que investigou o uso de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos elétricos básicos num curso universitário. A sequência didática foi organizada seguindo a abordagem POE (predizer, observar e explicar) tendo como referencial teórico a teoria de multimodos e múltiplas representações. Ela incorporou diversas formas de representação, desde painel elétrico demonstrativo, passando pelas simulações desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) e encerrando com práticas em laboratórios. O corpus desta pesquisa restringiu-se a 14 alunos de engenharia numa instituição de ensino particular. Os dados foram coletados por meio de três questionários, aplicados antes e depois da sequência didática, bem como através de diversas avaliações e observações. O primeiro questionário abordou motivação para aprender eletricidade e a estratégia pessoal de estudo, as respostas foram coletadas em escala Likert.

O segundo questionário simplesmente pediu ao aluno que escrevesse sobre o que ele sabia sobre os conceitos elétricos básicos: corrente, resistência, tensão e potência elétrica. O terceiro questionário foi o teste de concepções científicas sobre corrente elétrica (Silveira et al, 1989). Como a escala Likert variou de 1 a 5 no primeiro questionário, as respostas dos outros dois questionários e das avaliações também foram categorizados seguindo um escalonamento que variou de 1 a 5 pontos. Observou-se que os alunos obtiveram um ganho conceitual superior ao ensino tradicional, tanto no segundo como no terceiro questionário. Além disso, os cálculos de correlações entre variáveis motivacionais, simulações e avaliações enriqueceram os resultados da pesquisa.

**PALAVRAS-CHAVE:** conceitos elétricos básicos, motivação para aprender, simulações.

**ABSTRACT:** This study aimed to describe the results of a research that investigated the use of a didactic sequence in the teaching and learning process of basic electrical concepts in a university course. The didactic sequence was organized following the POE approach (predicting, observing and explaining) having as theoretical reference the theory of multimodes and multiple representations. She incorporated several forms of representation, from electrical demonstration panel, through the simulations

developed by the Technology in Physics Teaching (PhET) project and closing with practices in laboratories. The corpus of this research was restricted to 14 engineering students in a private educational institution. The data were collected through three questionnaires, applied before and after the didactic sequence, as well as through several evaluations and observations. The first questionnaire addressed motivation to learn electricity and personal study strategy, responses were collected on a Likert scale. The second questionnaire simply asked the student to write about what he knew about the basic electrical concepts: current, resistance, voltage, and electrical power. The third questionnaire was the test of scientific conceptions about electric current (Silveira et al, 1989). As the Likert scale ranged from 1 to 5 in the first questionnaire, the responses of the other two questionnaires and the evaluations were also categorized following a scaling ranging from 1 to 5 points. It was observed that students obtained a conceptual gain superior to traditional teaching, both in the second and in the third questionnaire. In addition, calculations of correlations between motivational variables, simulations, and evaluations have enriched the results of the research.

**KEYWORDS:** basic electrical concepts, motivation to learn, simulations.

## 1 | INTRODUÇÃO

O estudo dos conceitos científicos de eletricidade envolve um desafio representacional pela variedade de uso de símbolos para a representação de componentes elétrico-eletrônicos, representações de expressões matemáticas para a compreensão do comportamento das grandezas elétricas em um circuito, esquemas/layouts que representam ligações elétricas, etc. Do ponto de vista teórico, quando há referência a diferentes meios de expressão, ou seja, a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico de diferentes formas (PRAIN; WALDRIP, 2006) envolve-se a compreensão da Teoria de multimodos e múltiplas representações. Entende-se por multimodos a integração do discurso em diferentes modos para representar os raciocínios e as explicações científicas. O termo múltiplas representações é entendido como a prática de representar um mesmo conceito ou processo científico de diferentes formas (PRAIN; WALDRIP, 2006). Desta forma, todo conceito científico é, simultaneamente, um sinal num discurso semântico verbal, em um sistema operacional de significados de ação e em um sistema de representações matemáticas e visual (LEMKE, 2002). Os estudantes precisam ser capazes de integrar os significados daquilo que está sendo comunicado para que um mecanismo de autocorreção funcione durante a aprendizagem. Para isso, são necessários que o professor utilize diferentes sistemas semióticos, como recurso de comunicação (LEMKE, 2002).

Tendo isto em vista, o conhecimento das ciências, a linguagem não se limita a apenas a utilização de fórmulas matemáticas e/ou conceitos abstratos. Na eletricidade é utilizado grande diversidade de símbolos para a representação de um elemento e/ou

dispositivo (LABURÚ et al., 2009). Assim, podemos citar como exemplos a utilização de simbologia padronizada, signos, para a identificação de uma lâmpada em um circuito, a representação da tensão elétrica pela letra E. Ou seja, o uso de signos como afirma Ausubel (apud MOREIRA, 1999), equivalentes em termos de significados, conseguem expressar de maneiras diferentes uma mesma informação, sem fazer uso necessariamente de palavras para expressá-lo.

Algumas estratégias sobre a aprendizagem de conceitos básicos de eletricidade (corrente, resistência e tensão elétricas) apresentam atividades de simulação (DORNELES, ARAÚJO e VEIT, 2006) e uso de aplicativo Phet Circuit Construction Kit (FINKELSTEIN et al, 2005; COSTA et al, 2013). Considerando o uso da simulação como meio de promover o conflito cognitivo, Nedelsky (1961), White e Gunstone (1992), Tao e Gustone (1999) propuseram a abordagem POE (predizer, observar e explicar). No primeiro momento, o professor realiza uma abordagem propondo aos alunos um desafio, a partir de uma situação problema. Os alunos divididos em grupo ou individualmente discutem o assunto e por meio da troca de conhecimentos pessoais *predizem* ou lançam algumas suposições sobre o assunto. No segundo momento a experiência é executada pelas equipes ou pelo professor para que os alunos possam *observar* o fenômeno. No terceiro momento os alunos tentam *explicar* o fenômeno comprovando ou não a suposição inicial (OLIVEIRA, 2003).

Neste trabalho optou-se pelo estudo da aplicação da sequência didática em turma específica do Curso de Graduação em Engenharia de uma instituição de ensino particular. A fim de proporcionar diversas formas de compreensão do mesmo conceito, na sequência didática utilizou-se das estratégias de ensino: apresentação dos circuitos em realidade a partir do painel elétrico, representações esquemáticas dos circuitos, expressões matemáticas, simulação e adaptação ao laboratório de eletricidade. Desta forma, a proposta foi verificar em que medida os diversos momentos abordados em sala de aula contribuiriam para que as concepções alternativas apresentassem algum silogismo científico, pois os aspectos fundamentais do cognitivo humano correspondem à formação das representações que afetam a aprendizagem dos conceitos (DUVAL, 2004).

## 2 | PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A disciplina básica *Princípios de Eletricidade e Magnetismo* estava composta por 28 alunos de engenharia, período noturno de uma instituição particular do Paraná. O corpus desta pesquisa restringiu-se a 14 dos 28 alunos, devido a não participação ou algumas ausências em algumas das atividades, questionários e avaliações, bem como por algumas desistências. Desta forma, utilizando-se da abordagem POE (predizer, observar e explicar) e da teoria de múltímodos e múltiplas representações, foi elaborada e aplicada a sequência didática com diversas atividades. Por falta de

espaço não será possível mostrar o roteiro das atividades e os demais materiais utilizados e desenvolvidos.

Os dados da pesquisa foram coletados por meio de três questionários, aplicados antes e depois da sequência didática, bem como através de diversas avaliações, observações e entrevistas. O primeiro questionário abordou motivação para aprender eletricidade (MAE) e a estratégia pessoal de estudo de eletricidade (EPE), as respostas foram coletadas em escala Likert (GOYA & BZUNECK, 2015). O segundo questionário simplesmente pediu ao aluno que escrevesse sobre o que ele sabia sobre os conceitos elétricos básicos (CB): corrente, resistência, tensão e potência elétrica (ver o apêndice B). O terceiro questionário foi o teste de concepções científicas (CC) sobre corrente elétrica (SILVEIRA et al., 1989). As avaliações foram feitas em várias etapas, neste trabalho destacaremos as avaliações sobre as simulações (S) feitas em grupo e as provas individuais (P). As observações e entrevistas não serão consideradas neste artigo.

Como a escala Likert variou de 1 a 5 no primeiro questionário (apêndice A), as respostas dos outros dois questionários (CB e CC) e das avaliações (S e P) também foram categorizados seguindo um escalonamento que variou de 1 a 5 pontos, possibilitando fazer uma comparação quantitativa. A título de exemplo, o quadro 1 mostra os critérios adotados para as categorizações feitas nos dados obtidos pelo segundo questionário (apêndice B).

<b>Categorias</b>	<b>Crítérios para Categorização</b>	<b>Valores atribuídos às respostas</b>
Excelente (E)	Responderam com a definição do conceito aceito cientificamente, envolvendo duas ou mais formas de representação.	5
Muito Bom (MB)	Responderam com a definição do conceito aceito cientificamente, envolvendo pelo menos uma forma de representação.	4
Bom (B)	Responderam parcialmente correto, ou seja, mencionam-se concepções alternativas e científicas na representação do conceito.	3
Suficiente (S)	Responderam incorretamente, mas sua resposta condiz um pouco aos conceitos da pergunta realizada.	2
Insuficiente (I)	Não responderam ou sua resposta não condiz aos conceitos da pergunta realizada.	1

Quadro 01 – Critérios para a categorização dos Conhecimentos Básicos (CB).

Um conceito importante que será considerado nessa comparação quantitativa é o ganho conceitual  $g$ . Usualmente esse fator é apresentado na forma normalizada (HAKE, 1988; BARROS et al, 2004), definido pela equação (1):

$$g = \left( \frac{\% \text{ pos} - \% \text{ pre}}{100\% - \% \text{ pré}} \right)_{(1)}$$

onde “% pré” corresponde à porcentagens das notas das questões antes da aplicação e “% pós” corresponde à porcentagens das notas das questões após a aplicação, no caso deste trabalho, a sequência didática. O ganho conceitual  $g$  será calculado tanto para os conhecimentos básicos (CB) como para as concepções científicas (CC) sobre corrente elétrica, assim a média aritmética simples desses dois ganhos será denominada de  $G$  (tabela 1).

### 3 | RESULTADO E ANÁLISE DE DADOS

As respostas dos alunos ao primeiro questionário (apêndice A) bem como aos outros dois questionários (CB e CC) foram analisados previamente através do teste  $t$  apresentado no quadro 2. O teste  $t$  não conseguiu identificar diferenças estatisticamente significativas entre início e final, tanto na motivação para aprender eletricidade (MAE) como na estratégia pessoal de estudo de eletricidade (EPE). Mas, houve diferenças estatisticamente significativas entre antes e depois, tanto nos conhecimentos básicos (CB) como na concepção científica sobre corrente elétrica (CC).

	Início (N=14)		Final (N=14)		t	p
	Média	DP	Média	DP		
MAE – motivação para aprender eletricidade	3,32	0,52	3,30	0,82	-0,14	0,89
EPE–estratégia pessoal de estudo de eletricidade	3,87	0,66	3,79	0,71	-0,33	0,75
CB – conhecimentos básicos	2,11	0,74	4,18	0,75	7,36	0,00
CC – concepção científica sobre corrente elétrica	1,65	0,86	2,80	0,85	3,63	0,00

**Quadro 02:** Teste  $t$  entre alunos no início e no final do semestre nas quatro variáveis

Alunos	Conhecimentos Básicos (CB)			Concepção Científica (CC)			Ganho geral G	S	P
	início	final	gCB	início	final	gCC			
A1	3.00	4.00	0.50	0.38	4.23	0.83	0.67	4,00	4,00
A2	2.00	2.50	0.17	1.54	1.92	0.11	0.14	3.75	1.00
A3	1.00	5.00	1.00	1.92	2.69	0.25	0.63	4.63	2.17
A4	2.00	4.00	0.67	3.08	2.31	-0.40	0.13	3.88	2.67
A5	1.50	5.00	1.00	1.54	3.46	0.56	0.78	4.88	4.58
A6	1.50	5.00	1.00	0.77	1.92	0.27	0.64	4.88	4.54
A7	1.00	3.00	0.50	2.69	3.85	0.50	0.50	3.75	1.00

A8	1.50	4.00	0.71	0.77	3.85	0.73	0.72	4.50	5.00
A9	2.50	5.00	1.00	1.92	1.92	0.00	0.50	4.38	2.75
A10	3.00	4.50	0.75	0.77	1.54	0.18	0.47	4.63	4.25
A11	2.00	4.00	0.67	1.92	3.08	0.38	0.52	4.75	3.92
A12	3.00	4.00	0.50	0.77	2.31	0.36	0.43	4.25	3.54
A13	3.00	4.00	0.50	2.31	3.08	0.29	0.39	4.63	3.50
A14	2.50	4.50	0.80	2.69	3.08	0.17	0.48	3.50	1.29
<i>média</i>	2.11	4.18	0.70	1.65	2.80	0.30	0.50	4.40	3.44

**Tabela 01:** Tabela geral mostrando o ganho de conhecimentos básicos (gCB), o ganho de concepção científica (gCC), o ganho geral (G), avaliações simulações em grupos (S) e provas individuais (P) dos 14 alunos

Uma forma de esclarecer essas diferenças são as comparações feitas através do ganho conceitual g, conforme a equação (1), apresentada na tabela 1. A tabela 1 mostra a evolução de cada um dos 14 alunos bem como o ganho geral G, este último calculado como uma média aritmética simples entre o ganho de conhecimentos básicos (gCB) e o ganho de concepção científica sobre corrente elétrica (gCC). Além disso, a tabela 1 mostra as avaliações sobre as simulações (S) feitas em grupos de alunos e as provas individuais (P). Como comentado anteriormente, em todas as variáveis os valores vão de 1 até 5, seguindo as categorizações atribuídas à semelhança do quadro 1.

Para completar essa análise quantitativa, a tabela 2 mostra a correlação entre as variáveis motivacionais início e final (MAEi e MAEf), estratégias pessoais de estudo início e final (EPEi e EPEf), ganho conceitual geral G, as avaliações sobre as simulações (S) feitas em grupos e as provas individuais (P). Os resultados das últimas duas colunas mostram como as avaliações feitas em grupos de alunos (S) como as provas individuais (P) apresentaram correlação de Pearson r estatisticamente significativo com as motivações e baixa com a estratégia pessoal de estudo.

	MAE i	EPE i	MAEf	EPE f	G	S	P
MAE i		0.42 (p=0,14)	0.72 (p=0,00)	0.51 (p=0,06)	0.19 (p=0,51)	0.58 (p=0,03)	0.49 (p=0,08)
EPE i			0.47 (p=0,09)	0.35 (p=0,22)	0.08 (p=0,79)	0.37 (p=0,19)	0.03 (p=0,93)
MAE f				0.82 (p=0,00)	0.08 (p=0,79)	0.71 (p=0,00)	0.52 (p=0,05)
EPE f					0.07 (p=0,81)	0.48 (p=0,08)	0.40 (p=0,16)
G						0.53 (p=0,05)	0.60 (p=0,02)
S							0.76 (p=0,00)

**Tabela 02:** Correlações de Pearson r (com os respectivos grau de confiança p) entre as

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados no quadro 2 foram positivos, por um lado mostrou como o nível de motivação para aprender eletricidade, MAE, e estratégia pessoal de estudo de eletricidade, EPE, se manteve acima do ponto médio num curso universitário. Por outro lado mostrou como os conhecimentos básicos sobre eletricidade, CB, e a concepção científica sobre a corrente elétrica, CC, evoluiu entre o início e final da aplicação da sequência didática. Essa evolução ficou mais explícita na tabela 1, na qual através do ganho conceitual g, 0,70 para os conhecimentos básicos e 0,30 para a concepção científica sobre corrente elétrica, foi possível verificar um ganho maior do que o encontrado no ensino tradicional,  $g < 0,25$  (HAKE, 1988; BARROS et al, 2004). Os resultados apresentados nas tabelas 1 e 2 mostraram coerência e harmonia entre os ganhos conceituais explicitados pelo ganho geral G com as avaliações feitas em grupo, S, e as avaliações individuais, P. A tabela 2 mostrou também uma correlação média entre os níveis de motivações e os resultados alcançados nas avaliações em grupo e nas avaliações individuais.

Enfim, apesar da amostra pequena de alunos, foi possível descrever os resultados de uma pesquisa que investigou o uso de uma sequência didática no processo de ensino e aprendizagem dos conceitos elétricos básicos num curso universitário. A sequência didática, organizada seguindo a abordagem POE (predizer, observar e explicar), tendo como referencial teórico a teoria de multimodos e múltiplas representações, incorporando diversas formas de representação, desde painel elétrico demonstrativo, passando pelas simulações desenvolvidas pelo projeto Tecnologia no Ensino de Física (PhET) e encerrando com práticas em laboratórios, conseguiu resultados quantitativos positivos nesta pesquisa e que poderão ajudar muitos professores em salas de aula.

## REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.
- BARROS, J. A. et al. Engajamento interativo no curso de Física I da UFJF. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 63-69, 2004.
- COSTA, M. J. N. ; RIBEIRO, J. W. ; GOES, U. T. T. ; LIMA, L. ; SILVA, R. D. S. E. Desenvolvimento da Aprendizagem Significativa de Eletricidade com o Auxílio Pedagógico de Simulação Computacional de Circuitos de Resistores Elétricos. In: **Anais do Workshop de Informática na Escola**. 2013. v. 1, p. 110.
- DORNELES, P. F. T.; ARAÚJO, I. S.; VEIT, E. A. Simulação e modelagem computacionais no auxílio à aprendizagem significativa de conceitos básicos de eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 4, p. 487-496, 2006.

DUVAL, R. **Semiosis y pensamiento humano**: registros semióticos y aprendizajes intelectuales. Santiago de Cali: Universidad del Valle, Instituto de Educación y pedagogía, 2004.

FINDELSTEIN, N. D. et al. When learning about the real world is better done virtually: A study of substituting computer simulations for laboratory equipment. **Physical Review Special Topics-Physics Education Research**, v. 1, n. 1, p. 010103, 2005.

GOYA, A. ; BZUNECK, J. A. A qualidade motivacional e uso de estratégias de aprendizagem no estudo de Física em cursos superiores. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 15, n. 3, p. 519-535, 2015.

HAKE, R.R, Am. J. **Phys.** 66, 6471 (1998).

LABURÚ, C. E.; GOUVEIA A. A.; BARROS, M. A. Estudo de circuitos elétricos por meio de desenhos dos alunos: uma estratégia pedagógica para explicitar as dificuldades conceituais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 26, n. 1, p. 24-47, 2009.

LEMKE, J. L. Travels in hypermodality. **Visual communication**, v. 1, n. 3, p. 299-325, 2002.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora da UnB, 1999.

NEDELSKY, L. **Science Teaching and science testing**. Chicago University Press, 1961.

OLIVEIRA, P.R.S. **A Construção Social do Conhecimento no Ensino-Aprendizagem de Química**. In: Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Bauru, SP, 2003.

PRAIN, V.; WALDRIP, B. An exploratory study of teachers' and students' use of multimodal representations of concepts in primary science. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 15, p. 1843-1866, 2006.

SILVEIRA, F. L., MOREIRA, M. A. e AXT, R. Validação de um teste para verificar se o aluno possui concepções científicas sobre corrente elétrica em circuitos simples. **Ciência e Cultura**, São Paulo, 41(11): 1129–1133, nov. 1989.

TAO, P.K.; GUNSTONE, R.F. Conceptual Change in Science through Collaborative Learning at the computer. **International Journal of Science Education**. v. 21, p. 39-57, 1999.

WHITE, R. and GUNSTONE, R. **Probing Understanding**. The Falmer Press, 1992.

APÊNDICE A: Questionário sobre motivação para aprender eletricidade (MAE) e estratégia pessoal de estudo de eletricidade (EPE)

1- Quando se trata de estudar Princípios de Eletricidade e Magnetismo, sempre busco um jeito de deixar para mais tarde:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

2- Eu me esforço bastante com o objetivo de tirar nota boa em Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

3- Sou capaz de me privar da TV, computador ou outras diversões para dar conta dos estudos de Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

4- Acho difícil seguir à risca um horário para estudar Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

5- Faço com capricho as tarefas de casa descritas pelo professor de Princípios de Eletricidade e Magnetismo.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

6- Nas aulas de Princípios de Eletricidade e Magnetismo, tomo notas para usá-las quando for estudar depois.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

7- Costumo deixar para estudar Princípios de Eletricidade e Magnetismo apenas nas vésperas das provas.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

8- Normalmente ando em dia com as tarefas escolares de Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

9- Mesmo quando os conteúdos de Princípios de Eletricidade e Magnetismo são desinteressantes, eu me dedico a aprender tudo até dar conta:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

10- Em Princípios de Eletricidade e Magnetismo eu só quero ter desempenho de alta qualidade:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

11- Quando não faço alguma tarefa de Princípios de Eletricidade e Magnetismo prescrita, fico pensando em alguma desculpa:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

12- Quando vejo que uma matéria de Princípios de Eletricidade e Magnetismo é difícil, eu estudo só as partes mais fáceis:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

13- Eu faço todas as leituras exigidas pelo professor de Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

14- Quase para cada prova de Princípios de Eletricidade e Magnetismo eu acabo estudando afobado, por causa do curto tempo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

15- Para os estudos de Princípios de Eletricidade e Magnetismo eu aproveito bem o tempo que tenho fora das aulas:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

16- Quando decido estudar Princípios de Eletricidade e Magnetismo, reservo um bom tempo para isso e não ligo para o fácil:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

17- Vou estudando a matéria, mesmo que a prova de Princípios de Eletricidade e Magnetismo não esteja próxima.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

18- Eu estudo mais Princípios de Eletricidade e Magnetismo do que minha obrigação:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

19- Venho para as aulas de Princípios de Eletricidade e Magnetismo sem ter lido nada sobre a matéria a ser dada:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

20- Costumo ficar tanto tempo com meus amigos que acabo prejudicando os estudos de Princípios de Eletricidade e Magnetismo:

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Nada verdadeiro	um pouco verdadeiro	meio verdadeiro	bastante verdadeiro	totalmente verdadeiro

## APÊNDICE B – Questionário sobre conhecimentos básicos de eletricidade (CB)

1) A partir de seus conhecimentos escreva o que você sabe sobre:

- a) Corrente elétrica
- b) Tensão Elétrica
- c) Resistência Elétrica
- d) Potencial Elétrica

2) Represente (em forma de desenho ou esquema) a ligação de uma lâmpada elétrica.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-209-8

