



# 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>

## METACOGNIÇÃO NO ENSINO PARTICIPATIVO: UMA ABORDAGEM PARA O ESTUDO DO CALOR

### **Clayton Ferreira dos Santos**

Escola Estadual Santos Dias da Silva,  
claytonfisica@gmail.com

### **Carlos Marcelo Campos de Almeida**

Escola Estadual Carlindo Reis,  
cm\_almeida@hotmail.com

### **Kátia Regina Varela Roa**

Escola Estadual Prof. Mario Manoel Dantas de  
Aquino  
manoroa@terra.com.br

### **Miriam Alves Dias Santana**

Escola Estadual Deputado Silva Prado  
miriamadsantana@hotmail.com

### **Vera B. Henriques**

Instituto de Física Universidade de São Paulo  
vhenriques@if.usp.br

**RESUMO:** Neste trabalho, vamos apresentar e analisar a produção de professores de ciências das redes públicas municipais e da rede estadual do estado de São Paulo no curso de atualização “Tecnologias digitais ampliando o uso de metodologias participativa e metacognitiva em Ciências Naturais”. O curso de férias foi ministrado por um grupo de professores da escola básica e da universidade que desenvolvem pesquisa sobre estratégias metacognitivas para a sala de aula. O foco do curso consistiu em propor um conjunto de atividades voltadas

para o desenvolvimento da metacognição, em um ambiente de ensino participativo, a partir de atividades voltadas para o tema específico da teoria do calor. Alguns autores atribuem um papel crítico da metacognição no sucesso do aprendizado. Inspirados nessa ideia, e levando em conta as propostas de um ensino participativo apresentadas no documento publicado pelo Conselho Nacional de Pesquisas dos EUA, com base na pesquisa das ciências cognitivas, o grupo preparou um ambiente participativo num curso que envolveu atividades experimentais, discussão conceitual e o uso de tecnologia no estudo do calor através de estratégias metacognitivas. O registro da produção dos professores foi efetuado em um blog metacognitivo individual, o qual contendo mapas conceituais, vídeo-aulas e outros registros orais e escritos. Os professores que atuaram como ministrantes foram os próprios pesquisadores, na perspectiva de professor-pesquisador, proposta por Isabel Alarcão.

**PALAVRAS-CHAVE:** metacognição, ensino participativo e estudo do calor.

**ABSTRACT:** In this work, we will present and analyze the production of science teachers of the municipal public networks and of the state network of the State of São Paulo in the update course “Digital technologies broadening the use

of participatory and metacognitive methodologies in Natural Sciences”. The holiday course was taught by a group of elementary school and university teachers who develop research on metacognitive strategies for the classroom. The focus of the course was to propose a set of activities focused on the development of metacognition in a participatory teaching environment, based on activities focused on the specific theme of heat theory. Some authors attribute a critical role of metacognition to learning success. Inspired by this idea, and taking into account the proposals of participatory teaching presented in the document published by the National Research Council of the USA, based on cognitive sciences research, the group prepared a participatory environment in a course that involved experimental activities, conceptual discussion and the use of technology in the study of heat through metacognitive strategies. The teachers’ production record was made in an individual metacognitive blog, which contains conceptual maps, video-lessons and other oral and written records. The teachers who acted as lecturers were the researchers themselves, from the perspective of professor-researcher, proposed by Isabel Alarcão.

**KEYWORDS:** metacognition, participatory teaching and study of heat

## INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresentamos a produção de professores das redes públicas estadual e municipais do Estado de São Paulo em um curso de atualização voltado para práticas de sala de aula que favoreçam o desenvolvimento da metacognição. O curso contou com 22 participantes, com formação em Ciências Biológicas, Física, Química e Biologia, e ocorreu durante o 12º Encontro USP Escola, na Universidade de São Paulo.

A ideia deste curso nasceu de discussões realizadas pelo grupo de trabalho GT USP-Escola, criado em 2010 por alguns professores do ensino básico e do ensino superior envolvidos com o Encontro USP-Escola. Os Encontros USP-Escola constituem eventos de formação complementar e são realizados duas vezes ao ano, durante as férias escolares, desde 2007. No evento ocorrem diversos cursos simultâneos, com temas e abordagens diversificadas, na busca de responder a demandas atuais da escola básica. Os cursos são acompanhados de palestras, debates, oficinas e mostras de trabalhos de professores do ensino básico, além de outras atividades culturais e de divulgação científica. Nos Encontros, organizados por professores da universidade e da escola, pretende-se propiciar não apenas atualização de conhecimentos, como também a troca de experiências, vivências e práticas educacionais de professores do ensino básico e do ensino superior.

A necessidade dos professores, tanto da escola básica quanto da universidade, de manter o intercâmbio de ideias ao longo do ano letivo, levou à formação de um GT, através do qual está sendo construída uma parceria entre a universidade e a escola. O objetivo do GT é a busca efetiva de um ambiente propício

à aprendizagem. Questões trazidas por professores da escola básica pública, relativas à problemática escolar, tais como indisciplina e desinteresse pelas aulas, levaram à introdução de novos temas nos debates e cursos dos Encontros USP-Escola, relacionados às questões da prática pedagógica (como diferentes possibilidades metodológicas de ensino e estratégias para a sala de aula), às condições de trabalho no ambiente escolar e a possíveis ações para a transformação do ambiente escolar. Os novos temas levaram à necessidade de aprofundar o estudo de possíveis encaminhamentos do trabalho em sala de aula dos professores.

Mais recentemente, uma parte do GT convergiu para a ideia de que a transformação do ambiente na sala de aula exigia uma investigação mais sistemática, por parte dos professores, de sua própria prática. O grupo de leituras e estudos convergiu para uma linha de pesquisa voltada para o professor-investigador de sua própria prática, no espírito proposto por ALARCÃO (2001) e PONTE (2002, 2004), que seguisse três requisitos em prática investigativa: produzir novos conhecimentos, ter uma metodologia rigorosa e ser pública (BEILERROT, 2001).

Enfocando os estudantes e os problemas de aprendizagem encontrados nas escolas públicas do estado de São Paulo, que envolvem uma questão geral do ambiente de aprendizagem, os professores participantes do novo GT USP-Escola-Pesquisa concluíram que uma possibilidade de transformação da sala de aula estaria no desenvolvimento de uma prática de ensino participativo. Como referencial mais geral sobre uma metodologia de ensino participativo, o grupo encontrou o texto encomendado pelo Conselho Nacional de Pesquisa dos Estados Unidos, “Como as pessoas aprendem: Cérebro, Mente, Experiência e Escola” (BRANSFORD, 2007), sobre a melhor maneira de levar o conhecimento construído no campo das ciências cognitivas para a prática de sala de aula. Segundo esta grande revisão de estudos sobre o “ensinar e aprender”, provenientes de diferentes áreas específicas de conhecimento, foram sugeridos três princípios do aprendizado: a necessidade de levar em conta o conhecimento que o estudante traz para a sala de aula; a necessidade de construir um quadro de conceitos e fenômenos inter-relacionados; e a metacognição, ou a consciência sobre o próprio processo individual de aprendizado, por parte do estudante.

Como parte desta investigação, o GT-Pesquisa vem desenvolvendo, aplicando e analisando resultados da aplicação de sequências didáticas em salas de aula de escolas públicas da grande São Paulo. Com o intuito de debater e dividir tais experiências com professores da rede pública, para auxiliá-los na criação de ambientes de aprendizagem que propiciem a ação dos aprendizes, bem como o diálogo contínuo entre professor e estudantes, e entre os estudantes o grupo se propôs a oferecer o curso “Tecnologias digitais ampliando o uso de metodologias participativa e metacognitiva em Ciências Naturais”.

Na preparação deste curso, o grupo preocupou-se com o desenvolvimento de

um ambiente, no qual o professor pudesse assumir o papel de orientador das atividades que pudessem favorecer: a emergência de conhecimento prévio e de sua relação com o conhecimento “novo”, introduzido pelo professor; a profundidade do conhecimento, em oposição ao conhecimento abrangente, mas superficial; a capacidade de estender a aplicação de novos conhecimentos aos fenômenos extraescolares; a elaboração, por parte dos cursistas professores, de suas próprias perguntas e buscas de conhecimento autodirigidas.

Para a investigação sistemática, entre as várias qualidades que o ensino participativo deve apresentar, o GT escolheu a metacognição, que, segundo Livingston (1997), desempenha um papel crítico no sucesso do aprendizado. Esta se refere ao pensamento em nível superior que envolve controle ativo sobre os processos cognitivos envolvidos no aprendizado: planejamento de abordagem de uma determinada tarefa de aprendizado, monitoramento da compreensão e avaliação do progresso na direção de completar a tarefa tendo um papel crítico no aprendizado.

### **Metacognição e estratégias de ensino metacognitivas**

O estudo acerca da metacognição é relativamente novo, sendo iniciado a partir de 1970, com Flavell (1979, 1987) e Brown (1978). Nos trabalhos de pesquisa que tratam da metacognição, não há uma definição consensual do termo. Entretanto, ela é referida, normalmente, ao conhecimento do próprio conhecimento, à auto-avaliação, à regulação e à organização dos próprios processos cognitivos, que envolvem, quase sempre, as categorias de meta-memória (Flavell e Wellman, 1977), meta-compreensão e auto-regulação.

Nossa principal referência para a introdução da metacognição em sala de aula é o artigo de revisão de Schraw e colaboradores (SCHRAW, 2006), que coloca a metacognição como um de três componentes do aprendizado da auto-regulação e discute estratégias para o desenvolvimento da mesma. Neste sentido, as estratégias de sala de aula necessitam trabalhar os outros dois aspectos de forma integrada. Na *cognição*, o estudante aprende a guardar, memorizar e recuperar informação, na *metacognição* os estudantes compreendem e monitoram seus processos cognitivos e a *motivação* inclui crenças e atitudes que influenciam o uso e o desenvolvimento de habilidades cognitivas e metacognitivas.

Há alguns anos, Ribeiro (2003), Chahon (2006) e Jou e Sperb (2006) aplicaram, na educação, a ideia de metacognição para a transformação dos aprendizes em aprendizes eficientes, através da consciência e do controle dos processos cognitivos. No curso proposto pelos autores, utilizamos a metacognição com o intuito de incentivar os professores-cursistas a tomar consciência sobre: o processo de construção do conhecimento, durante a realização de tarefas; os processos mentais que facilitam essa realização; as estratégias que utilizam para o desenvolvimento das atividades.

Para que seus estudantes desenvolvam a auto-regulação, Schraw e colaboradores (SCHRAW, 2006) propõem que o professor pode utilizar diferentes estratégias, as quais classifica em 6 categorias: o ensino investigativo, o apoio colaborativo, estratégias para melhorar a resolução de problemas e pensamento crítico, estratégias para ajudar os estudantes a construir modelos mentais e experimentar mudanças conceituais, uso de tecnologia, auto-análise das crenças de estudantes e professores. Em nosso curso, pretendemos incluir quatro destas estratégias, que são o ensino investigativo (experimentação/observação/análise em termos de argumentos simples e consistentes), o apoio colaborativo (colaboração entre pares), a construção de modelos mentais (modelo cinético como integrador) e uso de tecnologia (facilitador da comunicação e organização).

### **Introduzindo estratégias metacognitivas no curso de atualização de professores: o blog metacognitivo**

O curso de 40 horas, distribuídas em 15 aulas, foi ministrado nas férias de inverno dos professores das redes públicas municipais e estadual de São Paulo, entre 18 e 22 de julho de 2016. As atividades do curso foram planejadas e desenvolvidas com base em tema das ciências naturais, de forma que pudesse haver um diálogo, já que o objetivo era explorar a participação e a comunicação entre professor ministrante e professor cursista e entre os próprios cursistas. Durante as aulas, as atividades foram desenvolvidas com orientação dos organizadores a partir de apresentações e roteiros, sendo previstas atividades individuais, em grupo e coletivas, com registro escrito e digital. O curso previa a utilização de diversos recursos eletrônicos, cujo uso era apresentado e orientado pelos ministrantes. O registro digital foi efetuado em termos de um blog individual, chamado de blog “metacognitivo”, construído em termos dos resultados das atividades diárias.

Neste curso, o grupo de professores ministrantes propôs aos professores e cursistas o registro do seu processo de aprendizado num **blog metacognitivo**. Neste blog, os professores cursistas registraram e anotaram suas atividades para auto monitoramento do próprio progresso e dos passos desenvolvidos na construção de conhecimento proposta. No **blog metacognitivo**, o professor cursista desenvolveu mapas conceituais a partir das atividades desenvolvidas, ilustrou sua compreensão das atividades através de vídeo aula, descreveu sua ideia de metacognição.

Coube aos ministrantes do curso propor situações de ensino participativo, voltadas especificamente para o desenvolvimento, por parte dos professores cursistas, de habilidades metacognitivas (Lovett, 2008). Na organização das atividades pretendeu-se respeitar os três princípios do aprendizado segundo Bransford: (P1) levar em conta o conhecimento prévio; (P2) a construção de um quadro de conceitos e fenômenos inter-relacionados; e (P3) a metacognição.

O tema da ciência em torno do qual o curso foi construído é *Calor e Temperatura*. Os conceitos abordados foram: aquecimento e dilatação; fluxo de energia térmica (calor) por diferença de temperatura; sensação térmica e relação com a diferença entre temperatura corporal e ambiente; modelo microscópico para a energia térmica relacionada com átomos e moléculas. A discussão dos conceitos foi encaminhada a partir de experimentos qualitativos simples e roteiros de perguntas conceituais (P1 e P2). A ideia de energia cinética molecular permite pensar fenômenos diferentes como dilatação (observável) e aumento de temperatura (sensível) em um único quadro (P2). Equilíbrio térmico pode ser pensado como estabelecimento de densidade uniforme de energia térmica.

O roteiro tem algumas características importantes: estimula a observação e a perceber a distinção entre descrição e “explicação” (P3); estimula a representação pictórica da observação; sugere que os parceiros do grupo comparem suas “explicações” individuais, discutam e revejam, se necessário, a explicação individual (P3).

As práticas de ensino do curso envolveram a comunicação por diferentes linguagens, o que foi levado em conta no processo de coleta de dados. Consequentemente, foi considerada a utilização de diferentes ferramentas, tais como: participação oral e escrita dos cursistas, sua construção de mapas conceituais, sua proposta de vídeo-aulas em temas propostos e o blog metacognitivo.

As figuras a seguir ilustram alguns registros de atividades do curso: mapas conceituais, vídeo-aulas e textos desenvolvidos pelos professores-cursistas.

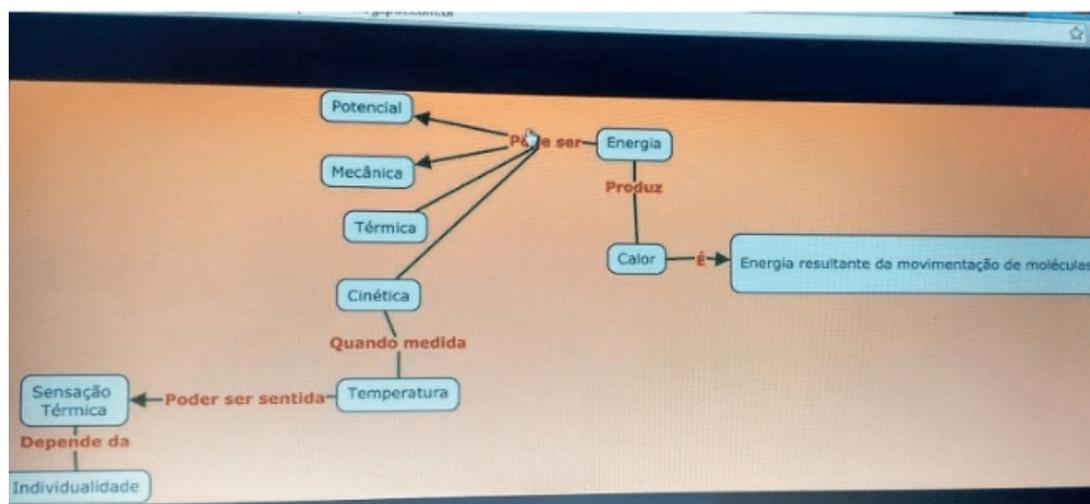


Figura 1: mapa conceitual do professor-cursista 1, inspirado nas atividades propostas relacionadas com calor e temperatura.

Nas Figuras 1 e 2 são apresentados mapas conceituais de dois professores-cursistas. Uma breve análise permite entrever a forma como a discussão orientada pelos professores ministrantes pode propiciar a metacognição. Os dois mapas, 1 e 2, apresentam algumas diferenças e através de perguntas ao cursista podemos

auxiliá-lo a tomar consciência a respeito da forma como organiza o conhecimento e a refletir sobre ela.

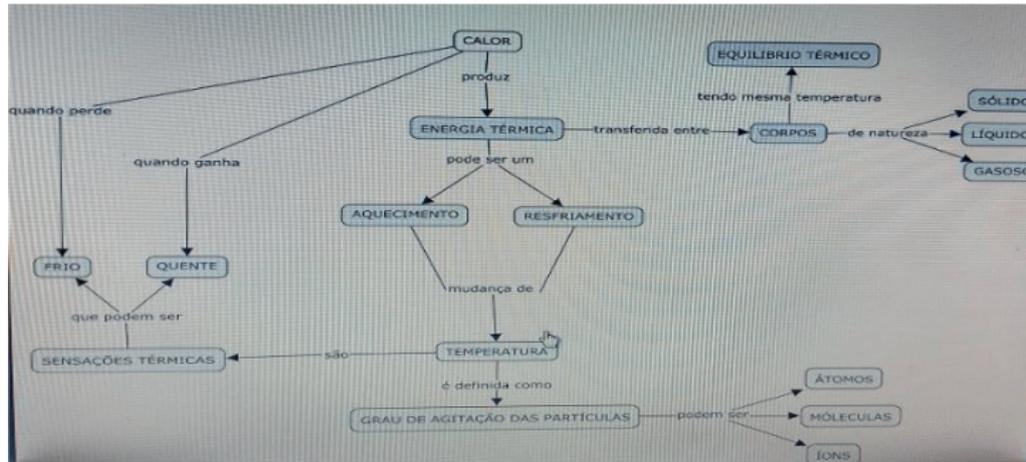


Figura 2: mapa conceitual do professor-cursista 2, inspirado nas atividades propostas relacionadas com calor e temperatura.

O mapa 1 permite discutir: energia mecânica está no mesmo “nível hierárquico” de energia potencial ou cinética? Qual o significado do termo de ligação “produz” entre “energia” e “calor”? a sensação térmica depende apenas da “individualidade”? em que sentido a “energia resultante da movimentação de moléculas” é “calor”?

No mapa 2, que contém um maior número de conceitos, a relação “produz” está invertida em relação ao mapa 1, no que diz respeito à relação entre energia e calor. A diferença conceitual entre energia **do** sistema (átomos e moléculas), refletida na temperatura e energia transferida **entre** um sistema e outro, denominada calor, na Física, não é esclarecida: “calor” produz “energia térmica” que pode ser “aquecimento” ou “resfriamento”.



Figura 3: Blog metacognitivo e as postagens das vídeo-aulas.

A Figura 3 ilustra um dos conteúdos do blog metacognitivo individual, uma vídeo-aula elaborada em grupo a partir de uma atividade experimental proposta. A análise das vídeo-aulas está em processo de análise.

As Figuras 4 e 5 ilustram parcialmente textos escritos pelos cursistas no tema metacognição. Pode-se perceber, em uma leitura rápida, que não há precisão na própria definição de metacognição. Talvez isso seja uma consequência do fato de que o objetivo do curso foi praticar atividades metacognitivas, e não discutir a teoria da metacognição. A análise comparativa dos textos dos diferentes professores-cursistas está em andamento e poderá levar a uma revisão da proposta para novas edições do curso.

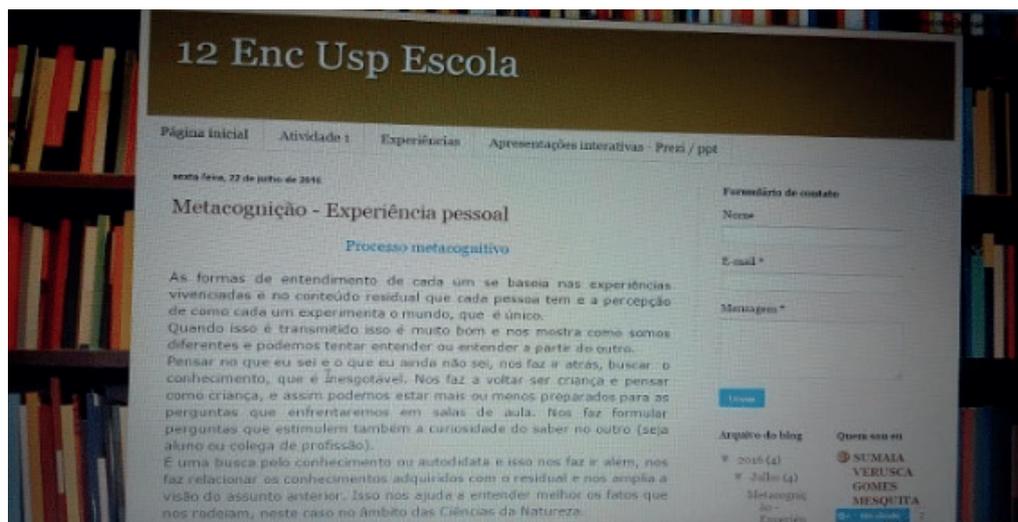


Figura 4: blog metacognitivo de um professor cursista e o seu registro sobre metacognição.

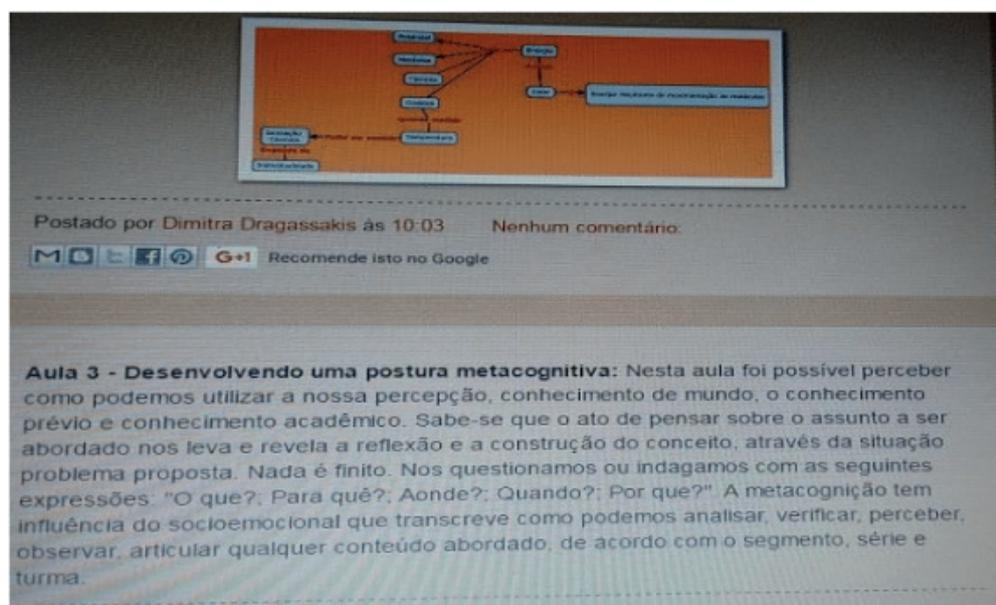


Figura 5: blog metacognitivo com mapa conceitual sobre as atividades de calor e comentários sobre metacognição

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em estudo recente, Damiani e colaboradoras (2006) efetuaram um estudo de

avaliação de uma experiência pedagógica, realizada em curso de formação de professores, em que foram utilizadas atividades metacognitivas. Os estudantes registravam em um “caderninho” como achavam que aprendiam, e escreviam suas reflexões sobre os seus próprios processos de aprendizagem. Os autores criaram algumas categorias para análise dos registros escritos, que permitiram que os dados fossem organizados em uma tabela, inclusive de forma a gerar informações quantitativas.

Os dados qualitativos coletados a partir do curso descrito neste trabalho estão em processo de análise, para a criação de categorias que os organizem. Pretendemos apresentar os resultados da categorização. Esta poderá transformar-se em instrumento de análise útil na organização de uma nova edição do curso ofertado. No entanto, podemos criar um conjunto de categorias que surgiu através dos dados coletados, que no momento ainda estamos quantificando.

## REFERÊNCIAS

- ALARCÃO, Isabel. Professor – investigador: Que sentido? Que formação? In B. P. Campos (Org.). **Formação profissional de professores no ensino superior** Vol. 1, Porto: Porto Editora, 2001. P. 21-31.
- BEILLEROT, J. A “pesquisa”: esboço de uma análise. In ANDRÉ, M. (Ed.), **O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores**. Campinas: Papirus, 2001. P. 71-90.
- BRANSDSFORD, J. D.; BROWN, Ann L.; COCKING, R. R. (Org.). **Como as pessoas aprendem: cérebro, mente, experiência e escola**. Tradução: Carlos David Szlak. São Paulo: Senac, 2007.
- BROWN, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. In: R. Glaser (Org.), **Advances in instructional psychology** Vol. 1. Hillsdale, N.J.: Erlbaum. P. 77-165.
- CHAHON, Marcelo. **Metacognição e resolução de problemas aritméticos verbais: teoria e implicações pedagógicas**. Revista do Departamento de Psicologia da UFF 18, 2, 2006.
- DAMIANI, M. F., GIL, R. L. e PROTÁSIO, M. R. **A metacognição como auxiliar no processo de formação de professoras: Uma experiência pedagógica**. UNIrevista, v. 1, n. 2, p.1-14, 2006.
- FLAVELL, J. H. e WELLMAN, H. M. Metamemory. In: KAIL, R.V. e Hagen, J. W. (Orgs.), **Perspectives on the development of memory and cognition**. Hillsdale, N.J.: Erlbaum, 1977. P. 3-33.
- FLAVELL, J.H. **Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive developmental inquiry**. American Psychologist, vol. 34, pgs. 906-911. 1979.
- FLAVELL, J. H. Speculations about the nature and development of metacognition. In: **F. E. WEINERT, F.E. e KLUWE, R. H. (Eds.), Metacognition, Motivation and Understanding**. Hillside, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1987. P 21-19.
- JOU, Graciela Inchausti de; SPERB, Tania Mara. 2006. **A metacognição como estratégia reguladora da aprendizagem**. **Psicologia: Reflexão Crítica**, v. 19, n. 2, pp. 177-185, 2006.
- LIVINGSTON, Jennifer, ERIC **Educational Resources Information Center**, 1997. Disponível em

<http://eric.ed.gov/?id=ED474273> Acesso em 20/06/2014.

LOVETT, M. **Eberly Center for Teaching Excellence**, Carnegie Mellon University, 2008 [http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/metacognition/teaching\\_metacognition.htm](http://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/metacognition/teaching_metacognition.htm) acesso em 5/abril/2014

RIBEIRO, Célia. **Metacognição: um apoio ao processo de aprendizagem**. Psicologia: Reflexão e Crítica. v.16, n.1, pp. 109-116, 2003.

SCHRAW, Gregory, CRIPPEN, Kent J. e HARTLEY, Kendall. **Promoting Self-Regulation in Science Education: Metacognition as Part of a Broader Perspective on Learning**. Research in Science Education vol 36, pp. 111–139, 2006 (DOI: 10.1007/s11165-005-3917-8)

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

