



# 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 Sotto 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>

## MEDIÇÃO, EXPERIMENTAÇÃO E (RE)DESCOBERTA: UMA ATIVIDADE INVESTIGATIVA COM PESOS E MOLAS

**Amsterdam de Jesus Souza Marques de Mendonça**

Inmetro, Curso Técnico em Metrologia  
Duque de Caxias – Rio de Janeiro

**RESUMO:** Buscando estratégias e metodologias para o aperfeiçoamento do currículo e aulas de ciências, em particular, aulas de física no ensino médio, muitas vezes são desconsiderados os conhecimentos dos estudantes de antes do ingresso em nossas classes e um aspecto comum a todos os estudantes, independentemente de sua escolaridade, idade ou sexo, é que os mesmos já passaram por inúmeras situações onde necessitaram realizar alguma medição para resolver determinado problema ou para conhecer um aspecto específico de interesse pessoal do executor da referida medição. Neste contexto, a vivência com os instrumentos de medição e as suas unidades de medida podem ser consideradas um fator facilitador do processo de ensino-aprendizado e uma abordagem do currículo com uma ênfase nos aspectos metrológicos deve ser considerada, em função dos inúmeros resultados de sucesso obtidos pelos estudantes que possuem este diferencial. Este trabalho apresenta duas atividades investigativas, fundamentadas na teoria cognitivista de aprendizagem, para

aplicação em sala de aula que valorizam estes conhecimentos prévios, possibilitando a discussão de conceitos estatísticos e a discussão sobre a validade dos resultados encontrados, apresentando alguns resultados de sucesso da aplicação de uma abordagem mais experimental com estudantes do ensino médio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Medição, investigação, atividade investigativa, metrologia, ensino de física.

**ABSTRACT:** Looking for strategies and methodologies for curriculum improvement and science classes, in particular, high school physics classes, students' knowledge of prior to joining our classes is often disregarded and a common aspect to all students, regardless of their schooling, age or sex, they have already gone through numerous situations where they needed to perform some measurement to solve a certain problem or to know a specific aspect of personal interest of the executor of said measurement. In this context, the experience with measurement instruments and their units of measurement can be considered as a facilitator of the teaching-learning process and a curricular approach with an emphasis on metrological aspects should be considered, due to the numerous success results obtained by students who have this differential. This work presents

two investigative activities, based on the cognitive theory of learning, for application in the classroom that value this prior knowledge, allowing the discussion of statistical concepts and the discussion about the validity of the results found, presenting some successful results of the application of a more experimental approach with high school students.

**KEYWORDS:** Measurement, research, investigative activity, metrology, physics teaching.

## 1 | INTRODUÇÃO

Medir não é uma tarefa fácil. Medir é um conjunto de sistemáticas agrupadas, cuja finalidade é determinar um valor para uma grandeza de forma adequada e consistente com seu uso.

Medimos diversas quantidades todos os dias: o tempo que falta para o almoço, aqueles ‘kilinhos’ que desejamos perder, a distância que falta para chegar a um determinado destino. Todos os dias surgem medidas em nossas vidas e nossas vidas muitas vezes dependem destes resultados.

Aprendemos a viver com estes números. Aprendemos a prever estes números. Aprendemos a nos satisfazer com estes números. Podemos considerar, como exemplo, medições das condições climáticas, em que medições de velocidades dos ventos, temperatura, pressão atmosférica e outros determinados parâmetros ambientais medidos em determinados locais do planeta (todos os dias) são utilizados para estimar as condições climáticas para o dia posterior e estes resultados muitas vezes determinam nosso modo de agir e de vestir, afetam planos de viagens e passeios, alteram planejamentos e rotinas e afetam nosso agir, vestir e nossa programação diária. Mas você já parou para pensar em como são realizadas estas medidas? Que instrumentos são necessários para sua estimativa? O quanto podemos aprender com estas determinações? Quando paramos para pensar na resposta a estas perguntas certamente é considerada a introdução destes conceitos no programa escolar e isto significa introduzir conceitos de metrologia no currículo escolar.

O ensino de metrologia no ensino médio regular é atualmente limitado a apresentação das principais grandezas do Sistema Internacional de Grandezas e suas unidades correspondentes. Para um melhor aproveitamento dos conteúdos apresentados nos cursos de graduação e nas áreas de ciência e tecnologia muitas vezes o tema é abordado no início de alguns cursos. Muitos professores incluem em seus currículos temas relacionados à metrologia, quando na aplicação de atividades experimentais, visando uma compreensão generalizada das disciplinas de análise de medida e tratamento estatístico dos dados de medição. O resultado da aplicação do conteúdo metrológico vir acompanhado de uma coleta de dados (ou apresentada a *posteriori*) é a criação de uma classe de estudantes, que muitas vezes virão a

coleccionar valores sem a compreensão do porque coletá-los e o desconhecimento da forma de como apresentá-los. Neste momento a prática da propagação de incertezas torna-se uma tarefa de alta complexidade exigindo a necessidade do aprendizado deste conteúdo e colocando em segundo plano muitos tópicos fundamentais da física que serão exigidos posteriormente. Raros são os casos em que são transmitidos os conceitos e a prática do cálculo de incerteza satisfatoriamente, sem prejuízo ao conteúdo programado; comum é encontrar um vocabulário desatualizado e nenhuma menção a contribuições não estatísticas (contribuições do tipo B) que possam afetar o processo de medição. Outro tópico importante a se discutir é a falta do conhecimento da instrumentação metrológica existente. Aparelhos como goniômetros e densímetros, por mais simples que sejam em sua estrutura podem confundir muitos estudantes e enganá-los em suas observações e medições.

Neste momento, é natural que surja a pergunta: Como podemos formar estudantes capacitados para atuar em pesquisas e desenvolvimento tecnológico sem que eles conheçam os equipamentos e sistemas de medição, os quais seus julgamentos serão baseados nos seus resultados? E a resposta (se é que exista uma) não é satisfatória, nem agradável.

## 2 | O PROCESSO DE EXPERIMENTAÇÃO PARA ASSIMILAÇÃO

A física é uma das mais belas ciências, a qual tem como premissa estudar e compreender os fenômenos da natureza trazendo o entendimento do mundo ao mundo. Lecionamos física segundo as diretrizes do PCN+EM (MEC, 2002) visando apresentar aos estudantes de ensino médio uma física que tende a apresentar os conhecimentos de forma a aplicá-los ao seu cotidiano, envolvendo investigações que vão desde a estrutura elementar da matéria, até a origem e evolução do Universo. Utilizando umas poucas leis e princípios, podemos explicar uma grande quantidade de fenômenos naturais presentes no cotidiano, e compreender o funcionamento das máquinas e aparelhos que estão à nossa volta.

Considerando as diretrizes expostas (MEC, 2002), a preocupação do ensino de física está ligada à formação de um cidadão que saiba interagir com o mundo a sua volta, usando e criando ferramentas necessárias para executar as mais diversas tarefas no trabalho e no cotidiano. Para estes fins a física pode e deve apresentar, de uma forma menos matematizada - nos primeiros anos, os conceitos pretendidos, criando assim situação que os estudantes possam futuramente vir a se confrontar, rompendo com o modelo atual de formação tecnicista, que não é satisfatório para manutenção dos valores da Ciência. A prática da ciência não pode ser empreendida sem uma profunda adesão ao que tem sido chamado de valores da ciência, e aprender a ciência pela própria ciência tem sido uma maneira eficaz de transmitir o conteúdo científico vinculado a esses valores (CHARPAK, 2011).

A experimentação ocupou um papel essencial na consolidação das ciências naturais a partir do século XVII, na medida em que as leis formuladas deveriam passar pelo crivo das situações empíricas propostas, dentro de uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consistência. (...) Estabelecido um problema, o cientista ocupa-se em efetuar alguns experimentos que levem-no a fazer observações cuidadosas, coletar dados, registrá-los e divulgá-los entre outros membros de sua comunidade, numa tentativa de refinar as explicações para os fenômenos subjacentes ao problema em estudo. (GIORDAN, 1999, p.44)

Exigir esta quebra de paradigma e mudança de visão na forma como mantemos os valores da ciência exige preparo e fornecimento de subsídios que suportem aos professores nesta tarefa. A análise e disponibilização de roteiros de atividades que possam ser aplicadas em sala de aula, em uma tentativa de aproximação destes valores da ciência e melhoria do processo de ensino-aprendizagem, é uma tarefa que aponta neste sentido e carece de maior ensejo se quisermos modificações ao quadro atual (NEWMAN *et al*, 2004; WATSON, 2004; AZEVEDO, 2006; CARVALHO, 2006; DUSCHL, 2018). Santos e Mortimer (2000) defendem que o currículo deve potencializar a capacidade de tomada de decisão por meio da ênfase nas correlações entre a abordagem dos conceitos científicos, o planejamento tecnológico e a solução de problemas, culminando em um posicionamento crítico por parte dos estudantes perante temas de relevância social, ressaltando estas aproximações entre as partes. Abordar nesta faixa etária (e de escolaridade) atividades investigativas sequenciadas com um propósito vem sendo apresentado como uma vantagem. Frota-Pessoa (1985) declara que o ensino de ciências tem como função promover os estudantes na construção de conhecimento e nesta perspectiva as aulas de Ciências que adotam um caráter investigativo proporcionam possibilidades, tanto ao professor quanto aos estudantes, de identificar, compreender e solucionar problemas de natureza científica. O trajeto didático do estudante que percorre uma sequência de ensino investigativo faculta a possibilidade de, continuamente, o estudante adquirir o papel de investigador de assuntos da ciência. Cachapuz *et al* (2005, p.115) expressam esse caráter de “investigadores principiantes” dado aos estudantes que encontram-se neste processo de investigação através da discussão e interação com o professor e demais colegas da turma.

Sobre esta interação, Letta (2014, p.3) escreve que:

É interessante ressaltar que o professor é um dos agentes norteadores para ensinar ciências. Neste caso, o professor se torna o principal responsável por apresentar um problema de caráter científico aos alunos e também um dos principais motivadores a ensinar ciências, excitando a curiosidade e a capacidade dos alunos de pensarem as possíveis soluções do problema. Dessa forma, entendemos que o objetivo central e mais valioso do Ensino de Ciências é o desenvolvimento permanente das técnicas de ensinar Ciências através da investigação. Por isso, a interação em sala de aula entre professores e alunos dá completude à atividade da aula. A partir da atividade, o professor inicia o diálogo com os alunos no intuito de despertá-los e interagirem com a atividade proposta, principalmente, se apresentar um problema que traz relações com o cotidiano do aluno. O professor conduz a discussão interagindo com a atividade e com os alunos ao mesmo tempo,

motivando e fazendo-os perceber que na situação discutida existe um problema a ser solucionado. Quando os alunos respondem a motivação do professor, discutindo com ele e com o restante da turma sobre o problema proposto, inicia-se ali, a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento científico.

Diante do exposto, as aulas de Ciências deveriam assumir esse caráter investigativo, baseado na proposta construtivista de incorporação de conhecimentos por meio dessas interações (VYGOTSKY, 2000) e a apresentação de roteiros de atividades investigativas em sequências aos professores é fundamental para subsidiá-lo na tentativa de envolver os estudantes na necessidade de resolver ou solucionar problemas da ciência que sejam propostos ou identificados (PONTE, 2005).

Vygotsky (1984) também defende em seus trabalhos sobre o desenvolvimento do indivíduo o mesmo conceito, no entanto, releva a importância das contribuições da cultura, da interação social e a dimensão histórica do desenvolvimento mental. O estudante apenas irá absorver algum conceito, a partir do uso prático do estudo, procurando por si só as limitações da ideia e observando os fenômenos relacionados. Desta forma, o estudo prático da física, utilizando uma abordagem metrológica e experimental, parece uma alternativa viável e que poderá alcançar resultados de sucesso através da internalização pela repetida utilização e domínio destes novos conceitos (TOLSTOI, 1903).

A ideia de aprendizado da criança, segundo Tolstoi (1903, p.142), não pode ser feita através de explicações artificiais, por memorização compulsiva e por repetição:

Temos que admitir que tentamos várias vezes fazer isso, e que sempre nos deparamos com uma enorme aversão por parte das crianças, o que mostra que estávamos no caminho errado. Esses experimentos me deixaram com a certeza de que é impossível explicar o significado de uma palavra... Quando se explica qualquer palavra, a palavra "impressão", por exemplo, coloca-se em seu lugar outra palavra igualmente incompreensível, ou toda uma série de palavras, sendo a conexão entre elas tão ininteligível quanto a própria palavra.

O filósofo reforça que na verdade a criança precisa é interagir com os novos conceitos aprendidos:

Quando ela ouve ou lê uma palavra desconhecida numa frase, de resto compreensível, e a lê novamente em outra frase, começa a ter uma ideia vaga do novo conceito: mais cedo ou mais tarde ela sentirá a necessidade de usar esta palavra – e uma vez que a tenha usado, a palavra e o conceito lhe pertencem. Mas transmitir deliberadamente novos conceitos ao aluno é, estou convencido, tão impossível e inútil quanto ensinar uma criança a andar apenas com as leis do equilíbrio. (TOLSTOI, 1903, p.143)

Para Tolstoi, o uso de um novo conhecimento, seja ele uma palavra, uma ferramenta, uma ideia, levará ao domínio deste novo conceito. Usando e desusando, a criança aprende quais as aplicabilidades e poderá assim adaptá-lo ao seu cotidiano.

A compreensão que se tem desses autores é que para fazer ciência ao ensinar

ciências, tão importante quanto os resultados é a sequência de aprendizado escolhida: o caminho é tão importante quanto o resultado final e o construir conhecimento implica em deduzi-lo a partir de outro já sabido ou dado, colocando o estudante em situações em que possam observar os fenômenos científicos, classificar suas regularidades e relacionar variáveis relevantes, possibilitando a elaboração de explicações e hipóteses para o que ele observa e interage, individualmente ou coletivamente, na busca pela causa/explicação lógica para o que ele experimenta, aplicando o método científico galileano. A construção do conhecimento poderia estar centrada nas ações do estudante e o papel do professor seria propor atividades que agucem o potencial inventivo dos estudantes, agindo como mediador do processo de descoberta da resposta ao problema com ações pautadas nas diferentes estratégias pedagógicas e científicas de aulas investigativas (SASSERON, 2013). Kozulin *et al.* (2003) descrevem o papel do professor como um elaborador de questões que orientem os estudantes a potencializar seus conhecimentos e que valoriza a construção de novos conhecimentos e habilidades dentro de sua zona de desenvolvimento iminente (ZDI) para que expanda a sua zona de desenvolvimento real (ZDR). Na obra, é apresentada a defesa de Vygotsky sobre uma zona de desenvolvimento real em que o estudante vive e é o estado em que o ser possui domínio sobre uma determinada coisa, já sabe fazer ou tem autonomia sobre o fazer, e sempre pode expandir seu conhecimento, domínio e autonomia de infinitas formas. Estas possibilidades de expansão são imprevisíveis e dinâmicas que estimulam a transição para a zona de desenvolvimento real são o que chamamos de zona de desenvolvimento iminente (MINICK, 1987).

O estímulo para que ocorra esta transição do conhecimento da ZDI para a ZDR dependerá, dentre outros fatores, das ações do professor em sala de aula e das interações formadas entre os estudantes e entre os estudantes e o professor.

Jiménez-Aleixandre e Bustamante (2003) destacam a importância da argumentação, visto que o intelecto humano atribui diferentes significados a uma mesma palavra, pois o significado das coisas está diretamente relacionado com a capacidade do receptor da mensagem transmitida de relacionar dados, tirar conclusões e avaliar enunciados teóricos à luz dos dados empíricos ou procedentes de outras fontes. Assim, o conhecimento migrado da ZDI para a ZDR, quando motivado pela argumentação proposta pelo professor em sala de aula deve ser analisado para que ele não seja a causa da incompreensão de um determinado conceito ou a sua compreensão equivocada.

Sasseron e Carvalho (2014) destacam que para avaliar a eficácia do trabalho com dados para a formação de argumentos científicos é necessário, inicialmente, a análise e identificação de argumentos que tenham sido construídos conjuntamente em aula e, tendo esta informação, analisar as ações desempenhadas para transformar dados, evidências, hipóteses e variáveis em elementos constituintes dos argumentos construídos.

Outro aspecto importante levantado na teoria de Vygotsky é a importância dos

conhecimentos prévios dos estudantes, pois o conhecimento adquirido (transição do conhecimento da ZDI para a ZDR) é possível graças ao conhecimento, domínio ou autonomia de um conhecimento prévio. Nesta linha de raciocínio Carvalho (2013, p.4) escreve que:

Os conceitos espontâneos dos alunos, às vezes com outros nomes como conceitos intuitivos ou cotidianos, são uma constante em todas as propostas construtivistas, pois são a partir dos conhecimentos que o estudante traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando.

Percebe-se que a partir desses conhecimentos prévios, o conhecimento é construído quando pensamos em uma abordagem construtivista, pois somente através da utilização destes conceitos ou signos que pertençam a sua zona de desenvolvimento real é que estaremos construindo novos saberes e conhecimentos, de tal modo que seria impossível a construção destes conhecimentos sem que preexistisse esta base. Caso contrário, estaríamos formando alunos que simplesmente repetiriam as palavras ouvidas como papagaios, conforme alerta Lemke (1997) e a ideia de apropriação do conhecimento não faz sentido neste contexto.

A grande questão em discussão, conforme proposto pelo próprio Vygotsky (1984), trata-se de uma maneira de apresentar os problemas, os assuntos, as informações e os valores culturais dos próprios conteúdos com os quais estamos trabalhando em sala de aula e representá-los em atividades investigativas, que sejam investidas de potencial para aguçar nos estudantes a capacidade de assimilação, alfabetização científica e apropriação do conteúdo científico que queremos ensinar.

Para iniciar uma discussão pautada neste sentido, utilizaremos os instrumentos de medição de massa. Estes instrumentos se fazem conhecidos em nossas vidas graças e são amplamente utilizados, embora a grande maioria das balanças que encontramos no mercado são verdadeiras caixas pretas e o processo de determinação do resultado da massa de um corpo geralmente não é conhecido pelo operador da medição. A pessoa sobe sobre o instrumento de pesagem ou deposita sobre o seu prato um objeto cuja massa deseja-se conhecer e o resultado é apresentado *magicamente* no dispositivo indicador deste instrumento.

Quando nascemos somos levados diretamente para uma balança e ela nos acompanha por toda a vida. Seu funcionamento muitas vezes é incompreendido, mas suas medidas são assimiladas graças ao contato e experimentação e por isto é proposta uma redescoberta de conceitos e do funcionamento deste equipamento que é largamente utilizado no decorrer de nossas vidas.

### **3 | UMA ATIVIDADE PARA COMPREENDER O FUNCIONAMENTO DAS BALANÇAS**

Baseado em nas ideias de experimentação e construção do conhecimento



proposta pelos ora elencados teóricos, podemos afirmar que um ensino de física que mantem suas bases em processos metrológicos pode ser uma alternativa ao fato de que realmente não conseguimos alcançar com sucesso grande parte dos estudantes com nossas explicações e pensamentos da antiga escola. Teóricos, estudiosos e docentes concordam que é necessária a introdução de mudança, mas o caminho certo a se trilhar ainda é desconhecido e por esta razão muitos se aventuram em propor novas ideias para ensinar velhos conceitos e segundo Freire (1997), “para compreender a teoria é preciso experienciá-la”.

Sabemos que a física de sala de aula no ensino médio está, muitas vezes, distante do modelo proposto de lecionar uma física do cotidiano que envolva aspectos como ciência, tecnologia e sociedade, contemplando a realidade dos estudantes, o método científico e os aspectos que foram adquiridos extraclasses (SILVA, 2009) e mesmo cientes de que nosso pensamento está equivocado, tendemos a seguir a cartilha aguardando por novas orientações que norteiem a forma de lidarmos com tal disparidade.

Uma proposta de atividade será apresentada e foi realizada, em caráter experimental, em uma instituição de ensino de dependência administrativa particular situada no município fluminense de Duque de Caxias e para estudantes de uma escola de dependência administrativa pública estadual também situada no município fluminense de Duque de Caxias, a fim de comparar os resultados observados em realidades distintas de uma mesma região geográfica. A atividade apresentada tem como título *Investigando o funcionamento de balanças e molas* e fora criada para trabalhar o aspecto do resultado de medição no processo de obtenção experimental dos resultados, tendo como objetivo interpretar corretamente os resultados de medição obtidos.

A atividade consiste, em uma primeira etapa, na utilização de uma mola suspensa em um suporte que possui um local adequado para depositar um objeto de massa desconhecida (Figura 1).



Figura 1: Aparato experimental utilizado

São fornecidos aos estudantes (recomenda-se a separação da turma em grupos quando na aplicação) um conjunto de massas de valores conhecidos e uma régua para que ele possa determinar, utilizando este conjunto, o valor da massa do objeto estranho.

A inserção das massas no suporte provoca na mola uma deformação no seu comprimento e espera-se que o estudante perceba a proporcionalidade existente entre o aumento do tamanho da mola e o valor de massa sob a qual está submetida à mola para que ele possa relacionar o valor de uma massa de valor desconhecido suspensa neste sistema com a elongação fornecida pela ação do peso desta massa.

Durante o processo de obtenção dos resultados, a aplicação desta atividade revela que os estudantes percebem a relação entre a massa depositada e o comprimento da mola através da experimentação da elongação desta mola, de gráficos e outros recursos mais exceto a descrição teórica deste experimento, o que, na visão do autor deste trabalho, facilitou o ensino-aprendizado da segunda lei de Newton. O processo de criação de gráficos e interpolação de resultados que muitas vezes é desprezado durante a resolução de problemas teóricos apresenta-se como um procedimento natural de muitos grupos de estudantes e após a criação destes gráficos, verifica-se que muitos dos estudantes conseguem visualizar a relação entre estas grandezas (ainda que desconhecendo a função que as relaciona) ou estimam o valor da massa desconhecida através de aproximações gráficas. Nota-se que o método de regressão linear ou o método dos mínimos quadrados é aplicado em sua forma mais básica neste momento para que seja obtida a resposta ao problema. Outra metodologia verificada com frequência relativamente alta é a de aplicação de regras de três simples.

Depois de experimentado o sistema de medição descrito, diferentes molas podem ser colocadas no sistema para que se percebam as características que variam com a introdução destas mudanças e nesta segunda etapa é solicitado aos estudantes que determinem a propriedade de elasticidade de cada mola utilizada (constante elástica) e, no roteiro proposto, esta fase deve ocorrer após uma explicação do modelo teórico que clarifica a primeira fase da atividade. Os grupos de estudantes deverão retornar ao aparato experimental e realizar medições da elongação da mola para cada valor de massa (conhecida) colocada no sistema. O professor deve estimular a participação para que as medições sejam efetuadas por cada estudante, pois a flutuação estatística devida a oscilações e efeitos de paralaxe tende a aumentar quando a elongação é medida por diversos estudantes e esta variação será utilizada em uma etapa posterior.

Depois de realizadas todas as medidas programadas, solicita-se que cada estudante calcule o valor da constante elástica da mola para cada leitura realizada e compare os seus resultados. Os resultados encontrados entre as medidas realizadas por um mesmo estudante (em diferentes comprimentos) e entre os membros de seu grupo (para um mesmo comprimento) devem divergir uns dos outros.

Uma dificuldade comumente encontrada pelos estudantes, quando estes tomam diversos resultados ou resultados com uma dispersão estatística considerável está em

sua apresentação. A escolha do por que um resultado ou outro deve ser um motivador para apresentação da estatística frequentista, para trabalhar conceitos estatísticos de medidas de tendência central, de medidas de dispersão e sobre o resultado de medição. É importante ressaltar que o professor não deve interferir no processo de obtenção dos resultados, apenas orientar pontualmente ou sugerir caminhos para que o aluno faça a tomada de dados pretendida. A organização dos dados de medição deve ser valorizada, portanto, a construção de gráficos e/ou tabelas é fundamental para a percepção das regularidades das propriedades de um processo experimental.

Neste momento é importante ressaltar que o princípio de medição de um instrumento de pesagem baseia-se em propriedades físicas invariáveis e constantes da natureza para que, na próxima fase desta atividade, o estudante possa investigar estes invariantes na construção de um instrumento de pesagem experimental.

Uma vez que o estudante compreenda o princípio de medição de um instrumento de pesagem, a próxima etapa da atividade é a criação, pelo estudante, de sua própria balança e, para tal, muitos outros projetos podem ser sugeridos devido à diversidade de tipos de instrumentos de pesagem baseados em princípios de funcionamento distintos. Na proposta aplicada indicaremos como confeccionar um instrumento de pesagem a partir de garrafas PET e utilizando como princípio de funcionamento a força de Empuxo (princípio de Arquimedes).

Para começar o projeto devem ser selecionadas três garrafas PET, uma de 3 litros e as outras de 2,5 litros ou 2 litros (Figura 2a) - estas duas últimas devem ser obrigatoriamente do mesmo tamanho. Para montar a estrutura da balança, deve ser cortado o bocal da garrafa grande e de uma das garrafas pequenas e em seguida, ser recortada a parte de baixo da outra garrafa pequena e acoplada ao recorte da outra garrafa pequena para formar um êmbolo (Figura 2b). O recorte criado com a garrafa maior será a base da balança e deverá comportar o êmbolo em seu interior.



Figura 2: a) Garrafas selecionadas para a atividade. b) Junção que forma o êmbolo.

O aparato criado, para ser chamado de medidor, necessita apresentar uma escala que possibilite a quantificação da grandeza a ser medida e, para criação desta escala, será necessário inserir o êmbolo dentro da base e preencher a base com água até o seu nível máximo sem deixar que o êmbolo flutue. Uma marcação na base deverá ser

feita indicando o nível da água após a retirada do êmbolo do interior da base. Esta marcação será útil para indicar o nível de água necessário para o funcionamento da experiência para futuras aplicações

A escala do instrumento deverá ser marcada na lateral da base do instrumento e sua regulação pode ser feita de diversos modos. O modo mais prático sugerido é colocar sobre o êmbolo um produto pré medido (como um pacote de açúcar, por exemplo) de massa igual a 1 kg. Uma marcação do nível alcançado pela coluna d'água deve ser feita neste nível e outra quando retirada toda massa depositada sobre o êmbolo: a distância entre estas duas marcas deve ser dividida em dez partes iguais e ao lado de cada marcação poderão ser indicados os valores 0, 100 g, 200 g, ..., até que se alcance a marca de 1000 g (1 kg).

A noção de que quando um objeto flutua, ele desloca um pouco de água e a quantidade de água deslocada é equivalente à massa deste objeto é uma descoberta fascinante que induz o enunciado do princípio de Arquimedes e integra ao conhecimento do estudante os princípios da dinâmica e do equilíbrio estático de corpos. O estudo deste princípio surge naturalmente, como resultado da experiência, pois, como o aparato experimental fora desenvolvido pelos próprios estudantes e é de posse dos mesmos, a experimentação não termina quando termina o tempo de aula e como já fora observada a necessidade de relacionamento com propriedades fundamentais da natureza a ideia agora é buscar esta nova propriedade constante. Variações do líquido utilizado entre a base e o êmbolo podem ser utilizadas nesta busca, mas isto é assunto para outro trabalho, por enquanto o desafio é trabalhar estes resultados para desenvolver satisfatoriamente os conceitos de equilíbrio dos corpos, soma de forças, a segunda Lei de Newton e a validade dos resultados encontrados.

#### 4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados encontrados corroboram a ideia de que uma proposta de ensino pautada em bases construtivistas e experimentais consegue alcançar um nível de compreensão mais elevado do que o modelo tradicional e que, segundo relatos dos estudantes, “é uma prática mais divertida e interessante de se entender o que está escrito no livro de física” e que “a gente não para de fazer o que aprendeu na aula nem quando a aula termina”.

É fato que a realização de investigações em sala de aula faz com que o aprendizado se estenda para além dos muros da escola, fazendo o estudante refletir sobre as escolhas tomadas e seus resultados, propondo causas para os fenômenos observados e comparando os resultados dos diferentes grupos para elaborar uma conclusão sobre o assunto, mas exige um alto nível de operacionalização de conceitos metrológicos para que o estudante, de posse dos dados de medição, possa agrupá-los, verificá-los e utilizá-los para a formação de opinião e elaboração de conceitos e ideias e isto não

ocorrerá caso ele não compreenda o funcionamento da instrumentação utilizada e as limitações dos métodos, e a experimentação tem se mostrado a abordagem que melhor propicia a compreensão destes conceitos fazendo com que a ciência dos laboratórios e centros de pesquisa se aproxime da ciência de sala de aula.

Foi proposto neste a teoria do aprendizado pela experimentação e os resultados de colégios que aplicam este modelo de ensino refletem resultados de sucesso no aprendizado das ciências físicas cujo diferencial metrológico vem a somar para o entendimento e compreensão das leis e fenômenos que regem a natureza e todos os aparelhos que utilizamos para mensurá-la e torna-la compreensível aos olhos humanos.

O ensino maçante e tortuoso relatado na opinião de muitos estudantes secundaristas da atualidade que tende a adestrá-los matematicamente a resolver uma determinada classe de problemas retira a capacidade pensante do método de resolução de problemas criado por estes jovens e perde o significado quando apresentado sem um enunciado do problema, se na sua aplicação na vida real, pois nunca fora realmente compreendido o método científico, nem a mensuração das grandezas de influencia e as suas relações. Este tipo de problema torna-se um inconveniente para o desenvolvimento da ciência, tecnologia e da sociedade, pois um capital intelectual valiosíssimo é desperdiçado.

## REFERÊNCIAS

AZEVEDO, M. C. P. S. **Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula**. In: Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática. CARVALHO, A. M. P. (Org). São Paulo. Thomson, 2006.

CACHAPUZ, A. C.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. Cortez editora, 2005.

CARVALHO, A. M. P. **Las practicas experimentales en el proceso de enculturación científica**. In: GATICA, M Q; ADÚRIZ-BRAVO, A (Ed). Enseñar ciencias en el nuevo milenio: retos e propuestas. Santiago: Universidade católica de Chile. 2006.

\_\_\_\_\_. **O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação – Condições para implementação em sala de aula. 1ª edição. São Paulo. Editora Cengage Learning, Cap. 1, p. 1-20, 2013.

CHARPAK, G. **La main à la pâte, les sciences à l'école primaire**. Paris, novembro de 2011.

DUSCHL, A. R. **The HS Lab Experience: Reconsidering the Role of Evidence, Explanation and the Language of Science**. Disponível em: <[http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl\\_commissioned\\_paper\\_71204\\_HSLabs\\_Mtg.pdf](http://www7.nationalacademies.org/bose/RDuschl_commissioned_paper_71204_HSLabs_Mtg.pdf)>. Acesso em: 20 out. 2018

FREIRE, P. **Pedagogia da Autonomia**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1997.

FROTA-PESSOA, O. **Como ensinar Ciências**. 5ªed. São Paulo: Ed. Nacional, 1985.

GIORDAN, M. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. Química nova na escola. n.10, novembro, 1999.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P.; BUSTAMANTE, J. D. **Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas**. Enseñanza de las ciencias. v.21, n.3, 359-370, 2003.

KOZULIN, A.; GINDIS, B.; AGEYEV, V. S., MILLER, S. M. **Vygotsky's educational theory in cultural context**. Cambridge University Press. The Edingburg building, Cambridge CB2 2RU, UK, 2003

LEMKE, J. L. **Aprendiendo a hablar ciencias: lenguaje, aprendizaje y valores**. Paidós. Barcelona, 1997.

LETTA, L. A. **As ações do(a) professor(a) no ensino fundamental I ao aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI)**. Dissertação – Universidade de São Paulo. Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências. São Paulo, 2014.

MEC. **PCN+ Ensino Médio: Orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais, Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec), 2002.

MINICK, N. **The zone of proximal development and dynamic assessment**. New York: Guilford Press, 1987.

NEWMAN, W. J; ABEL. S. K, HUBBARD. P. D; MC DONALD. J. **Dilemmas of teaching inquiry in elementary science methods**. Journal of Science teacher education. 2004.

PONTE, J. P. **Explorar e investigar em Matemática: Uma actividade fundamental no ensino e na aprendizagem**. Unión - Revista Iberoamericana de Educación Matemática (ISSN: 1815-0640), 21, 13-30. 2010.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. **Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência-Tecnologia-Sociedade) no contexto da educação brasileira**. Ensaio. Belo Horizonte, v.2, n.2, p. 133-162, 2000.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor**. In: CARVALHO, A. M. P. Ensino de ciências por investigação – Condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, p. 41-62, 2013.

\_\_\_\_\_; CARVALHO, A. M. P. **A construção de argumentos em aulas de ciências: o papel dos dados, evidências e variáveis no estabelecimento de justificativas**. Revista Ciência & Educação, Bauru, v. 20, n. 2, p. 393-410, 2014.

SILVA, F. D. A. **Formação de professores de ciências: o método científico em discussão**. I Seminário Internacional de Educação do Pontal do Triângulo Mineiro. 2009.

TOLSTOI, L. N. **Pedagogicheskie stat'i (Ensaios pedagógicos)**. Kushnerev: s.n., 1903.

VIGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo, Martins Fontes, 1984.

VIGOTSKY, L. S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

WATSON, F. R. **Student's discussions in practical scientific inquiries**. In: International Journal Science education. v. 26. n.1, 25-45, 2004.

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

