

# Pesquisa em **Ensino de Física 2**

**Sabrina Passoni Maravieski**  
(Organizadora)

**Atena**  
Editora  
Ano 2019

**Sabrina Passoni Maravieski**

(Organizadora)

# **Pesquisa em Ensino de Física 2**

Atena Editora

2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: 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 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Sabrina Passoni Maravieski. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Pesquisa em Ensino de Física; v. 2)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader.

Modo de acesso: World Wide Web.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-210-4

DOI 10.22533/at.ed.104192803

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 2º volume, composto de 23 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, a fim de darmos continuidade ao volume II, 3 áreas temáticas: Física Moderna e Contemporânea; Interdisciplinaridade e; a última, Linguagem Científica e Inclusão.

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.

O capítulo 1 trata de assuntos pertinentes à Física Moderna e Contemporânea, organizado em cinco capítulos, os quais apresentam práticas realizadas por docentes ou estudantes de graduação em Física relevantes para estudantes do Ensino Médio. São eles: Participação de professores na escola de Física do CERN como ferramenta de comunicação científica; Teoria de Campos (capítulo 2) por meio do resgate histórico, Oficina para compreensão das cores do céu utilizando o conhecimento prévio dos estudantes (capítulo 3), Análise da qualidade das produções acadêmico-científicas - Qualis A1 na área de Educação - sobre o ensino da Física Moderna e Contemporânea no Ensino Médio (capítulo 4) e a Necessidade dos tópicos de Física Moderna e

Contemporânea no Ensino Médio (capítulo 5).

Na área interdisciplinar, apresentamos o ensino-aprendizagem da física no Ensino Médio por meio do uso de folhetos e Cordel (capítulo 6) e modelagem matemática para análise granulométrica da casca de ovo (capítulo 7). Do ponto de vista estruturante, o capítulo 8, trata dos desafios para um currículo interdisciplinar. No capítulo 9, os autores propuseram a inclusão do método da Gamificação - muito utilizado nas empresas - no Ensino da disciplina Física utilizando como interface de potencialização dos mecanismos da Gamificação um programa de computador feito com a linguagem de programação C++. Uma análise panorâmica das atividades sociais envolvidas na história do Brasil, e seu complexo entrelaçamento com interesses políticos e econômicos para o desenvolvimento do objeto de análise desta pesquisa Memórias sobre o Sentido da Escola Brasileira (capítulo 10). Experimentos de Física como método de Avaliação para alunos do EJA (capítulo 11). História, Linguagem Científica e Conceitos de Física no estudo sobre a evolução dos instrumentos de iluminação desde a era pré-histórica até os dias atuais, os avanços tecnológicos no que tange à iluminação e os principais modelos utilizados pelo homem a partir do primeiro conceito de lâmpada (capítulo 12). Utilização de uma escada para um estudo investigativo (capítulo 13). No capítulo 14, uma reflexão sobre a relação entre física, cultura e história, e seu uso em sala de aula. No capítulo 15, os autores apresentam algumas noções teóricas sobre a importância do letramento acadêmico por meio da escrita acadêmica, na formação de licenciandos em Ciências. Pois segundo os autores, a esfera universitária, as práticas discursivas efetivam-se por intermédio dos gêneros textuais/discursivos que melhor representem esse contexto, os quais denominam de gêneros acadêmicos. Da mesma forma, o capítulo 16, investigou como práticas textuais/ discursivas nas aulas da educação básica contribuem de maneira significativa na construção e promoção da aprendizagem dos estudantes, bem como do letramento escolar, tanto na área de linguagem, como em outras áreas do conhecimento com licenciandos em Física.

Já na área temática Linguagem científica e Inclusão, dois capítulos foram destinados a novas metodologias para inclusão de estudantes surdos do Ensino Médio. No capítulo 17, os autores propõem favorecer o aprimoramento de futuros professores de Física, em que firmaram uma parceria com a Sala de Recursos Multifuncionais de uma escola pública, de modo a permiti-lhes vivências no ensino de Física para alunos surdos. Arelada a essas vivências os autores visam à ampliação de sinais em Libras para o vocabulário científico usual no Ensino de Física. Já no capítulo 21, os autores avaliaram Trabalhos de Conclusão de Curso de graduandos em Licenciatura em Física e Ciências Naturais, relacionados à inclusão de surdos no ensino-aprendizagem. A intenção foi classificar estes como fontes de consulta de professores e intérpretes do ensino regular inclusivo e de professores de ensino superior, para que estas opções metodológicas passem a ser discutidas na formação de professores e sensibilizem os professores do ensino básico, podendo assim ser incluídas na práxis destes,

melhorar a dinâmica com intérprete e o atendimento ao aluno surdo. Outra pesquisa propõe que os discentes e docentes, participem do processo do ensino-aprendizagem de Física, de forma interativa, participativa, dialogada para proporcionar um cenário de mediação de conhecimento, conforme aborda Vygotsky, a partir do uso da mídia cinematográfica. Utilizando deste recurso didático, os alunos podem desvendar alguns mitos que circundam os filmes por meio da análise da ciência presente em cada cena escolhida (capítulo 18). Já no capítulo 20, os autores propõem o a confecção de jornais como meio de divulgação científica no meio acadêmico e seu uso para discussões sobre ciências em sala de aula no Ensino Médio. Da mesma forma, o capítulo 19, buscou a popularização da ciência construindo e apresentando de forma dialogada experimentos de baixo custo nas áreas de Mecânica e Óptica. O capítulo 22 apresenta uma abordagem dialogada acerca da poluição sonora possibilitando uma reflexão sobre metodologia de sala de aula através das discussões realizadas pelos alunos no decorrer da leitura guiada de um artigo e por fim, o capítulo 23, os autores analisaram os livros didáticos usados nas escolas públicas para o ensino de Física, levando em consideração a tendência CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Onde, desta forma, estabelecem um novo olhar sobre o ensino de física visando uma contribuição para a concepção de uma cultura científica, que consista em uma explanação efetiva dos fatos cotidianos, em que o aluno passe a ter vontade de indagar e compreender o universo que o cerca.

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.

Sabrina Passoni Maravieski

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
A ESCOLA DE FÍSICA DO CERN: PREPARAÇÃO E PERSPECTIVAS	
<i>Camila Gasparin</i>	
<i>Diego Veríssimo</i>	
<i>Joaquim Lopes</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928031</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>8</b>
A TEORIA DE CAMPOS E O ENSINO MÉDIO	
<i>Milton Souza Ribeiro Miltão</i>	
<i>Ana Camila Costa Esteves</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928032</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>23</b>
OFICINA PARA COMPREENSÃO DAS CORES DO CÉU	
<i>Heloisa Carmen Zanlorensi</i>	
<i>Pamela Sofia Krzsyński</i>	
<i>Danilo Flügel Lucas</i>	
<i>Rubio Sebastião Fogaça</i>	
<i>Jeremias Borges da Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928033</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>32</b>
PESQUISAS SOBRE O ENSINO DA FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO: CARACTERIZAÇÃO DOS ESTUDOS RECENTES PUBLICADOS EM PERIÓDICOS NACIONAIS	
<i>Fernanda Battú e Gonçalo</i>	
<i>Eduardo Adolfo Terrazzan</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928034</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>43</b>
QUAL A NECESSIDADE DO ENSINO DE FÍSICA MODERNA E CONTEMPORÂNEA NO ENSINO MÉDIO?	
<i>Paulo Malicka Musiau</i>	
<i>Thayse Oliveira Vieira</i>	
<i>José Paulo Camolez Silva</i>	
<i>Gleidson Paulo Rodrigues Alves</i>	
<i>Simone Oliveira Carvalhais Moris</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928035</b>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>52</b>
A UTILIZAÇÃO DE FOLHETOS DE CORDEL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA NO ENSINO DE FÍSICA EM UMA ESCOLA PÚBLICA DO ESTADO DO CEARÁ	
<i>André Flávio Gonçalves Silva</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928036</b>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>61</b>
APLICAÇÃO DOS MODELOS MATEMÁTICOS NA DISTRIBUIÇÃO GRANULOMÉTRICA DA CASCA DE OVO	
<i>Luciene da Silva Castro</i>	
<i>Audrei Giménez Barañano</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928037</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>65</b>
DESAFIOS PARA UM CURRÍCULO INTERDISCIPLINAR: DISCUSSÕES A PARTIR DO CURRÍCULO DA UFABC	
<i>Gilvan de Oliveira Rios Maia</i>	
<i>José Luís Michinel</i>	
<i>Álvaro Santos Alves</i>	
<i>José Carlos Oliveira de Jesus</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928038</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>75</b>
ENSINANDO FÍSICA ATRAVÉS DA GAMIFICAÇÃO	
<i>Érico Rodrigues Paganini</i>	
<i>Márcio de Sousa Bolzan</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.1041928039</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>81</b>
MEMÓRIAS SOBRE O SENTIDO DA ESCOLA BRASILEIRA	
<i>Adolfo Forti Ferreira Machado Junior</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10419280310</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>89</b>
ENSINO DE FÍSICA PARA EJA: EXPOSIÇÃO DE EXPERIMENTOS DE FÍSICA COMO FORMA DE AVALIAÇÃO	
<i>Thiago Corrêa Lacerda</i>	
<i>Hugo dos Reis Detoni</i>	
<i>Jorge Henrique Cunha Basílio</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10419280311</b>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>98</b>
HISTÓRICO SOBRE AS TECNOLOGIAS DE ILUMINAÇÃO UTILIZADAS PELO SER HUMANO: UM TEMA COM AMPLO POTENCIAL PARA DISCUSSÕES EM SALA DE AULA	
<i>Helder Moreira Braga</i>	
<i>Eduardo Amorim Benincá</i>	
<i>João Paulo Casaro Erthal</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.10419280312</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>108</b>
ESTIMANDO A ALTURA DA ESCOLA - UMA PROPOSTA DE ESTUDO INVESTIGATIVO	
<i>Eliene Ribeiro do Nascimento</i>	
<i>Lucas Paulo Almeida Oliveira</i>	
<i>Alfonso Alfredo Chíncono Bernuy</i>	

**CAPÍTULO 14 ..... 116**

O CONTO LITERÁRIO NO ENSINO DE HISTÓRIA DA FÍSICA: UMA EXPERIÊNCIA COM FORMAÇÃO DOCENTE

*João Eduardo Fernandes Ramos*

*Emerson Ferreira Gomes*

*Luís Paulo Piassi*

**DOI 10.22533/at.ed.10419280314**

**CAPÍTULO 15 ..... 126**

O LETRAMENTO ACADÊMICO NA FORMAÇÃO DE LICENCIANDOS EM CIÊNCIAS: A ESCRITA EM FOCO

*Mariana Fernandes dos Santos*

*Maria Cristina Martins Penido*

**DOI 10.22533/at.ed.10419280315**

**CAPÍTULO 16 ..... 134**

PCN+ E AS PRÁTICAS DE LINGUAGEM NAS AULAS DE FÍSICA NO ENSINO MÉDIO

*Mariana Fernandes dos Santos*

*Jorge Ferreira Dantas Junior*

*Flávio de Jesus Costa*

**DOI 10.22533/at.ed.10419280316**

**CAPÍTULO 17 ..... 144**

A LINGUAGEM CIENTÍFICA E A LÍNGUA BRASILEIRA DE SINAIS: ESTRATÉGIA PARA A CRIAÇÃO DE SINAIS

*Lucia da Cruz de Almeida*

*Viviane Medeiros Tavares Mota*

*Jonathas de Albuquerque Abreu*

*Leandro Santos de Assis*

*Ruth Maria Mariani Braz*

**DOI 10.22533/at.ed.10419280317**

**CAPÍTULO 18 ..... 154**

A UTILIZAÇÃO DE FILMES COMO RECURSO DIDÁTICO NO ENSINO DE FÍSICA

*Wflander Martins de Souza*

*Gislayne Elisana Gonçalves*

*Marcelo de Ávila Melo*

*Denise Conceição das Graças Ziviani*

*Elisângela Silva Pinto*

**DOI 10.22533/at.ed.10419280318**

**CAPÍTULO 19 ..... 171**

EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM FÍSICA VOLTADOS PARA A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

*Milton Souza Ribeiro Miltão*

*Thiago Moura Zetti*

*Juan Alberto Leyva Cruz*

*Ernando Silva Ferreira*

DOI 10.22533/at.ed.10419280319

**CAPÍTULO 20 ..... 183**

O JORNAL “A FÍSICA ONTEM E HOJE” COMO MEIO DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E DISCUSSÕES DE CIÊNCIA EM SALA DE AULA

*João Paulo Casaro Erthal*

*Pedro Oliveira Fassarella*

*Wyara de Jesus Nascimento*

DOI 10.22533/at.ed.10419280320

**CAPÍTULO 21 ..... 196**

LEVANTAMENTO DOS ELEMENTOS A SEREM CONSIDERADOS NO ENSINO DE FÍSICA PARA SURDOS

*Camila Gasparin*

*Sônia Maria Silva Corrêa de Souza Cruz*

*Janine Soares de Oliveira*

DOI 10.22533/at.ed.10419280321

**CAPÍTULO 22 ..... 206**

SALA DE AULA DE CIÊNCIAS: O QUE UM SIMPLES DEBATE EM SALA DE AULA PODE DIZER DO ENSINO DE FÍSICA?

*Lucas Jesus Bettiol Mazeti*

*Ana Lúcia Brandl*

*Fernanda Keila Marinho da Silva*

DOI 10.22533/at.ed.10419280322

**CAPÍTULO 23 ..... 215**

PERSPECTIVAS CTSA: ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO PARA O ENSINO DE FÍSICA

*Cristiano Braga de Oliveira*

*Camyla Martins Trindade*

*Aline Gabriela dos Santos*

*Pedro Estevão da Conceição Moutinho*

DOI 10.22533/at.ed.10419280323

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 224**

## EXPERIMENTOS DE BAIXO CUSTO EM FÍSICA VOLTADOS PARA A POPULARIZAÇÃO DA CIÊNCIA

### **Milton Souza Ribeiro Miltão**

Universidade Estadual de Feira de Santana,  
Departamento de Física,  
Feira de Santana – BA

### **Thiago Moura Zetti**

Universidade Estadual de Feira de Santana,  
Departamento de Física,  
Feira de Santana – BA

### **Juan Alberto Leyva Cruz**

Universidade Estadual de Feira de Santana,  
Departamento de Física,  
Feira de Santana – BA

### **Ernando Silva Ferreira**

Universidade Estadual de Feira de Santana,  
Departamento de Física,  
Feira de Santana – BA

**RESUMO:** O Campo do Saber da Física tem várias áreas de atuação, particularmente, Ensino de Física e Instrumentação Científica em Física. A primeira se ocupa do processo de socialização do conhecimento físico para a sociedade; a segunda objetiva viabilizar a atividade experimental e observacional do Campo do Saber da Física, em um conjunto não específico de sistemas físicos, tanto na elaboração de procedimentos experimentais e observacionais para estudar os fenômenos físicos e averiguar as suas leis, quanto na concepção de instrumentos de medida, de

instrumentos de observação, de instrumentos de experimentação, e de técnicas laboratoriais, bem como na manutenção destes instrumentos e técnicas. Nesse sentido, existe uma relação importante entre essas duas áreas, relação essa que deve ser refletida na popularização da Física. Nesse trabalho estudamos como a instrumentação científica em Física contribui na formação dos indivíduos em geral e particularmente do estudante do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual de Feira de Santana. Para tanto, montamos um experimento de baixo custo relacionado com a Mecânica e com a Óptica para dialogarmos com os estudantes sobre o conceito de transformação de energia. Utilizando uma concepção pedagógica assentada nas epistemologias construtivista e dialógica, utilizamos no que tange à coleta de dados, a metodologia da observação e do comportamento dos estudantes durante a apresentação dos experimentos. Com isso pudemos inferir que uma atividade desse tipo propicia uma participação dos estudantes, o que possibilita uma aprendizagem significativa, bem como uma popularização da ciência.

**PALAVRAS-CHAVE:** Ensino de Física, Campo do Saber, Instrumentação Científica, Popularização da Ciência.

**ABSTRACT:** The Field of Wisdom of Physics has

several areas of activity, particularly, Teaching Physics and Scientific Instrumentation in Physics. The first deals with the process of socialization of physical knowledge for society; the second objectives to make feasible the experimental and observational activity of the Field of Wisdom of Physics, in a non specific set of physical systems, both in the elaboration of experimental and observational procedures to study physical phenomena and to investigate their laws, as well as in the conception of observational instruments, instruments of experimentation, and laboratory techniques, as well as in the maintenance of these instruments and techniques. In this sense, there is an important relationship between these two areas, a relationship that must be reflected in the popularization of Physics. In this work we study how the scientific instrumentation in Physics contributes to the formation of individuals in general and particularly to the student of the licentiate course in Physics of the State University of Feira de Santana. To do so, we set up a low-cost experiment related to Mechanics and Optics to dialogue with students about the concept of energy transformation. Using a pedagogical conception based on the constructivist and dialogic epistemologies, we used data collection, observation methodology and student behavior during the presentation of the experiments. With this we could infer that an activity of this type allows a participation of the students, which makes possible a significant learning, as well as a popularization of science.

**KEYWORDS:** Teaching Physics, Field of Wisdom, Scientific Instrumentation, Popularization of Science

## 1 | INTRODUÇÃO

O Campo do Saber da Física tem várias áreas de atuação, particularmente, Ensino de Física e Instrumentação Científica em Física (KLEIBER, 1935; LOPES, 2004). Por Campo do Saber entendemos “*um conjunto sistematizado de conhecimentos relativos a objetos ou fenômenos que manifestam propriedades comuns (um grupo de fenômenos), sendo esses conhecimentos sistematizados a partir de investigação especializada, que tem como objetivo produzir novos conhecimentos para substituir aqueles mais velhos*” (MILTÃO, 2014, p. 327).

No caso específico da Física, e das duas áreas acima mencionadas, a primeira, o Ensino de Física, se ocupa do processo de socialização do conhecimento físico para a sociedade; e a segunda, a Instrumentação Científica em Física, objetiva viabilizar a atividade experimental e observacional do Campo do Saber da Física, em um conjunto não específico de sistemas físicos, tanto na elaboração de procedimentos experimentais e observacionais para estudar os fenômenos caros para a Física e averiguar as suas leis, quanto na concepção de instrumentos de medida, de instrumentos de observação, de instrumentos de experimentação, e de técnicas laboratoriais, bem como na manutenção destes instrumentos e técnicas. Neste sentido, existe uma relação importante entre estas duas áreas, relação esta que deve ser refletida em um

curso de licenciatura em Física e nas ações pedagógicas dele advindas.

Conseqüentemente, como uma extensão do trabalho apresentado no XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física – SNEF 2015 (ZETTI, MILTÃO e CRUZ, 2015a) estudamos como a Instrumentação Científica em Física contribui na formação do estudante do curso de licenciatura em Física da Universidade Estadual de Feira de Santana, UEFS, de maneira a contribuir na elaboração de experimentos de baixo custo voltados para a popularização da Ciência e aprendizagem significativa.

Como referencial teórico utilizamos o conceito de extensão, de acordo com o projeto do Departamento de Física, DFIS, da UEFS (ÁREA DE FÍSICA, 1998; UNB, 1989) e com o Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX, 2012, p. 15); a concepção de Instrumentação Científica em Física (ÁREA DE FÍSICA, 1998; ENCICLOPÉDIA..., 1976); a concepção de Popularização da Ciência (GERMANO e KULESZA, 2007); e o significado de processo de ensino-aprendizagem (FARIA, 1987; FREIRE, 1996; MILTÃO et al, 2008, 2006; MIZUKAMI, 1998; PIAGET, 1978).

Por extensão compreendemos aqueles atos que objetivam integrar a Universidade com a sociedade considerando as finalidades do compromisso político-social e da prática acadêmica, bem como a sua estreita relação com a pesquisa. Nesse sentido, tal conceito está de acordo com aquele defendido pelo Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras (FORPROEX) e que estabelece que “*A Extensão Universitária, sob o princípio constitucional da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, é um processo inter/transdisciplinar, educativo, cultural, científico e político que promove a interação transformadora entre Universidade e outros setores da sociedade*” (FORPROEX, 2012 p. 15).

Considerando o processo de ensino-aprendizagem, assumimos que a concepção de educação será entendida como um processo relacional-construtivista, que estabelece a interação e as relações recíprocas entre os diferentes atores e objetos, e será entendida como um processo emancipatório (cultural-dialógico), que propicia uma conscientização do sujeito; além disso, será assumido que o processo de ensino-aprendizagem deve ser aquele da pedagogia relacional e de ação cultural, pedagogias essas embasadas pelas epistemologias construtivista e dialógica.

A partir desses referenciais teóricos, investigamos como a Instrumentação Científica em Física pode contribuir na formação dos sujeitos acima mencionados, propiciando um aprender e um ensinar significativos, garantindo uma popularização da ciência, entendida “*como uma ação cultural que, referenciada na dimensão reflexiva da comunicação e no diálogo entre diferentes, pauta suas ações respeitando a vida cotidiana e o universo simbólico do outro*” (GERMANO e KULESZA, 2007, p. 20), para eliminar o abismo entre cultura científica & tecnológica e cultura geral.

Considerando que a Instrumentação Científica é uma ação que objetiva viabilizar a atividade experimental e observacional do Campo do Saber da Física, inicialmente, utilizamos experimentos relacionados com a Mecânica e a Óptica (Eletromagnetismo)

que permitem localizar os indivíduos em um sistema de referência, como por exemplo, a régua e o relógio (que formam um sistema de referência), e os telescópios, dentre outros.

## 2 | OBJETIVOS

O objetivo geral do trabalho é investigar como a Instrumentação Científica em Física se relaciona com o Ensino de Física, promovendo um conjunto de atividades experimentais de baixo custo que sejam formativas do conhecimento produzido no âmbito dos temas transversais que contempla o curso de Licenciatura em Física da UEFS.

Como objetivos específicos, podemos elencar os que seguem:

- (i) Compreender como a Instrumentação Científica em Física contribui na formação do estudante do curso de licenciatura em Física;
- (ii) Elaborar experimentos de baixo custo voltados para a melhoria da formação dos estudantes do ensino básico e que possibilitem a popularização da ciência e a aprendizagem significativa;
- (iv) Apresentar os experimentos didáticos nos Colégios do Ensino Médio.

## 3 | METODOLOGIA

Este trabalho teve (ZETTI, MILTÃO, 2013, 2014; ZETTI, MILTÃO, CRUZ, 2015a; ZETTI, MILTÃO, CRUZ, FERREIRA, 2015b) e continua tendo suas ações pautadas em pesquisas bibliográficas relevantes, através de (i) estudos e discussões dos assuntos que fundamentam o referencial teórico; e (ii) estudo do significado de Instrumentação Científica, para a compreensão da relação entre Instrumentação e Ensino de Física. E também teve suas ações pautadas em pesquisas práticas de laboratório, através de (i) elaboração de experimentos de baixo custo relativos ao Campo do Saber da Física e que permitam uma compreensão fenomenológica da física; e (ii) apresentação dos experimentos nos Colégios do ensino médio na cidade de Feira de Santana do Estado da Bahia.

No aspecto da coleta de dados, a metodologia empregada utilizou a análise e observações do comportamento dos estudantes (MARCONI e LAKATOS, 2006), através do diálogo e questionamentos destes com o professor, durante e após as atividades de apresentação dos experimentos.

## 4 | DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Inicialmente elaboramos um experimento relacionado com a Mecânica e com a

Óptica (ZETTI e MILTÃO, 2013, 2014), com o objetivo de aprimorar o conhecimento dos estudantes nos conceitos de transformação de energia: Energia Eólica em Energia Elétrica. Depois, com o fito de introduzir o fenômeno da fluorescência (ZETTI et al 2015a, 2015b), montamos alguns experimentos relacionados com fenômenos óticos e fluorescência com o objetivo de aprimorar o conhecimento dos estudantes nos conceitos de ótica e situações recorrentes presente no cotidiano.

Os experimentos foram feitos com materiais adquiridos pelo Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães através do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) e cedidos pelo Laboratório de Física (LABOFIS) da Universidade Estadual de Feira de Santana – UEFS.

Para possibilitar uma generalização de nossas análises, descreveremos sucintamente os experimentos desenvolvidos nas etapas de nossa pesquisa.

Inicialmente elaboramos um experimento relacionado com a Mecânica e com a Óptica, com o objetivo de aprimorar o conhecimento dos estudantes nos conceitos de transformação de energia: Energia Eólica em Energia Elétrica.

O experimento foi feito com material de baixo custo, o que possibilita aos estudantes a sua reprodução em outros ambientes e até com outros materiais.

Foram utilizados uma hélice, com um motor, conectada a um LED (do inglês '*Light Emitting Diode*' - Diodo Emissor de Luz) e uma haste de sustentação feita com um isopor (vide a Figura 1).

Posicionamos a hélice, juntamente com o motor, sobre a haste de sustentação modelada por um isopor e a fixamos com o auxílio de uma fita isolante. Na parte traseira da hélice, conectamos um LED a fios de alimentação ligados ao motor que permitia a passagem de corrente elétrica. Após a montagem de todo o sistema experimental, ainda utilizamos um ventilador (AMVOX – 110V) como produtor de corrente de ar para a realização do experimento. Aproveitamos a semana do meio ambiente realizada no Centro Integrado de Educação Assis Chateaubriand (CIEAC) na cidade de Feira de Santana-Ba, para demonstração do experimento, como um projeto piloto para percebermos a viabilidade da proposta. Cerca de 20 a 30 estudantes compareceram a uma sala reservada para atividades deste tipo relacionado com a Física.



Figura 1: Experimento sobre Transformação de Energia Eólica em Energia Elétrica.

Em relação aos experimentos de Ótica e Fluorescência, foram utilizados os seguintes materiais:

1. Conjunto de materiais para o estudo de ótica
  - 1.1. 01 fonte de luz branca com adição de cores; 2 lâmpadas 12V - 21W; 4 encaixes para diafragmas; e 2 portas articuláveis com espelhos planos de abertura 0 à 90°;
  - 1.2. 01 diafragma com 1 fenda conjugada com filtro vermelho;
  - 1.3. 01 diafragma com 3 fendas conjugadas com filtro azul;
  - 1.4. 01 perfil acrílico bicôncavo;
  - 1.5. 01 perfil acrílico plano-côncavo;
  - 1.6. 01 perfil acrílico biconvexo;
  - 1.7. 02 perfis acrílicos plano-convexos;
  - 1.8. 01 perfil acrílico semicircular;
  - 1.9. 01 perfil acrílico prisma de 60°;
  - 1.10. 01 lente convergente de vidro com 120mm de distância focal;
  - 1.11. 01 disco giratório Ø23cm com escala angular e subdivisões de 1°;
  - 1.12. 01 suporte para o disco giratório;
  - 1.13. 01 superfície refletora conjugada: côncava, convexa e plana;
2. Lanterna 14 Led Ultra Violeta 380~400nm Preta;
3. Materiais fluorescentes (solução de clorofila e marcador de texto);
  - 3.1.01 Becker;
  - 3.2.01 suporte para conta gotas;

Primeiramente, organizamos os materiais do conjunto de ótica que seriam utilizados nos fenômenos óticos a serem abordados (refração, reflexão, reflexão total e dispersão da luz). Posicionamos a fonte de luz branca sobre uma mesa, junto com o disco giratório com escala angular e seu suporte.

À medida que cada fenômeno ia sendo abordado, um adequado tipo de perfil de acrílico era utilizado (vide a Figura 2), e a teoria que envolvia todo o processo era explicitada oralmente e com demonstração em um quadro negro. Além destes fenômenos relacionados com a luz, foram abordados também alguns problemas de visão (Miopia e Hipermetropia) bastante conhecidos pelo público presente. Para tal demonstração, foram utilizadas imagens simuladoras de olhos que apresentavam miopia, hipermetropia e normalidade, além de perfis de acrílico para simular como os feixes chegam aos olhos (vide a Figura 3).

Para tratar da fluorescência, utilizamos uma lanterna de emissão Ultravioleta e

alguns materiais fluorescentes fáceis de serem adquiridos pelos estudantes tais como uma solução em clorofila e marcador de texto (vide a Figura 4).

Este trabalho foi realizado no período de 2 (dois) meses no Colégio Modelo Luís Eduardo Magalhães na cidade de Feira de Santana-Ba com uma turma do 2º ano de ensino médio com cerca de 40 (quarenta) estudantes divididos em 8 (oito) grupos de 5 (cinco), sendo realizado em uma sala reservada para esta atividade.

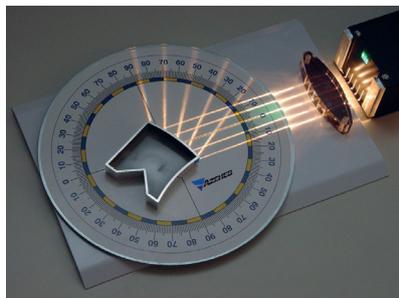


Figura 2: Experimento sobre reflexão da luz.

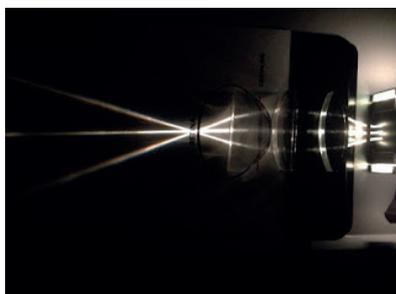


Figura 3: Demonstração da fluorescência de um material (marcador de texto).



Figura 4: Experimento sobre problemas de visão.



Gráfico 1. Comparação das respostas do questionário (antes e depois do experimento).



Gráfico 2. Comparação das respostas do questionário (antes e depois do experimento).



Gráfico 3. Comparação das respostas do questionário (antes e depois do experimento).

## 5 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante e após a apresentação da atividade experimental os estudantes participaram ativamente do processo dialógico-construtivista através dos seguintes mecanismos:

- i. Questionamentos;
- ii. Levantamento de situações Curiosas;
- iii. Comparações com o cotidiano;
- iv. Manuseio do experimento.

No que tange à Óptica, a utilização do LED possibilitou dialogarmos com os estudantes sobre o processo de emissão de luz e a sua relação com a rapidez do movimento de uma hélice acoplada ao LED. Além disto, pudemos, de maneira

muito introdutória, discorrer um pouco sobre o Eletromagnetismo, na medida em que um diodo é um dispositivo que permite a passagem de corrente elétrica em um determinado sentido, e sobre a Mecânica Quântica, na medida em que o LED é um diodo semicondutor e a teoria dos semicondutores é explicada com o advento da Mecânica Quântica. Conseqüentemente, pudemos explanar sobre a importância de tais teorias físicas (Eletromagnetismo e Mecânica Quântica) para a sociedade, visto que a utilização dos LED's, por exemplo, é grande nos dias atuais, como podemos ver nos dispositivos microeletrônicos do tipo sinalizador de avisos, e em alguns modelos de semáforos, lâmpadas de carros e lanternas portáteis. Também enfatizamos a importância da Óptica para a compreensão dos telescópios, instrumento muito importante para a observação dos astros.

No que tange à Mecânica, a utilização de um ventilador, que produzia uma corrente de ar (traduzida em energia eólica), fazendo girar uma hélice, cujo movimento fazia girar um ímã o qual, por sua vez, com tal giro, induzia em uma bobina uma corrente elétrica (traduzida em energia elétrica), fazendo acender a luz do LED, possibilitou dialogarmos sobre o conceito de transformação de energia, bem como, mais uma vez sobre o Eletromagnetismo. Além disso, realçamos a importância dos sistemas de referência, na medida em que, se quiséssemos equacionar uma situação experimental, deveríamos descrever os valores das grandezas físicas envolvidas, sendo que tais grandezas dependem tanto da posição quanto do tempo, em geral.

No que tange à Óptica, mais uma vez, a utilização da fonte de luz branca, perfis de acrílico e o disco giratório possibilitou dialogarmos com os estudantes sobre a sua composição e o seu comportamento em geral, ao atingir determinadas superfícies. Os estudantes puderam compreender os conceitos físicos que envolvem situações frequentes do seu cotidiano, tais como o aparecimento do arco-íris em momentos que antecedem e/ou procedem precipitações, a imagem aparente vista de um peixe por uma pessoa fora d'água e porquê as pessoas com problemas de visão necessitam do uso de óculos ou lentes de contato.

No que tange a Fluorescência, os materiais de fácil acesso utilizados neste trabalho possibilitou demonstrar como o material pode modificar o comprimento de onda da radiação luminosa que incide sobre elas, emitindo, desta forma, radiação de coloração distinta do incidente, o que se torna bastante interessante quando a luz incidente está na faixa do ultravioleta, invisível ao olho humano, e a luz emitida, no espectro do visível.

Em relação aos estudantes, estes, na sua grande maioria de nível médio, se mostraram bastantes interessados na demonstração de tais experimentos, lançando perguntas e mostrando curiosidade pelo fenômeno que estava sendo estudado e seus conceitos físicos, e o modo como estava sendo representado, associando tais conceitos com a utilização de materiais e ferramentas que estão no cotidiano de cada um, possibilitando uma popularização da ciência na medida em que o abismo entre cultura científica & tecnológica e cultura geral possivelmente estaria eliminado.

No que tange à Óptica e Fluorescência, os estudantes se mostraram bastante interessados na realização dos experimentos, como revelam as questões representativas: “*porque o ocorre o arco-íris?*”; “*porque quando vemos uma pessoa submersa, ela parece estar mais perto da gente?*”. Tais perguntas foram claramente respondidas com experimentos sobre a dispersão da luz e o fenômeno da refração. Eles também mostraram curiosidade, pois demonstravam tendências para averiguar ou ver fenômenos bem como expressaram desejos explícitos pela compreensão de tais fenômenos que estavam sendo estudados. Ademais, o mesmo ocorreu com os conceitos físicos, e o modo como estavam sendo representados, ao associar tais conceitos com a utilização de materiais e ferramentas que estavam no cotidiano de cada um.

Desta forma, ficou perceptível que os trabalhos (ZETTI e MILTÃO, 2013; ZETTI e MILTÃO, 2014; ZETTI et al, 2015a, 2015b; ZETTI et al, 2016; ZETTI, MILTÃO e CRUZ, 2017) poderão ser aplicados em salas de aula dos cursos de Física do ensino médio.

Pelo que percebemos, os estudantes ficaram encantados, pois demonstraram grande arrebatamento e prazer através da iniciativa e entusiasmo em participar da construção dos aparatos experimentais, bem como das discussões. Além disto, teceram considerações orais, tais como demonstra esta fala representativa: “*Então por isso que minha mãe usa óculos*”, e expressaram suas opiniões sobre o tema em pauta da óptica, por exemplo, melhorando assim suas aprendizagens, o que pôde ser constatado através de um questionário, por eles respondido antes e depois da realização dos experimentos, conforme mostra os gráficos 1, 2 e 3.

Desta forma, podemos perceber como a Instrumentação Científica, através de experimentos, pode contribuir para a popularização do conhecimento físico.

Como resultados, podemos estabelecer que (i) os questionamentos, em geral, se pautavam em perguntas sobre o tipo de fenômeno relacionado, sobre como a energia se conservava, sobre como aparecem as equações matemáticas, sobre o que é a mecânica quântica, como surgiu o eletromagnetismo, etc.; (ii) as curiosidades se pautavam na comparação com situações interessantes nas quais os LEDs poderiam ser utilizados, por exemplo, para proteger as casas, e nas quais poderíamos utilizar a energia eólica para determinadas situações caseiras, dentre outras; (iii) as comparações com o cotidiano foram as mais frequentes na medida em que, sendo experimentos de baixo custo, a similaridade com questões do dia-a-dia ficaram bem evidentes (os semáforos e a sincronização deles em uma avenida, as lanternas portáteis e a questão do tempo de duração de uma bateria, o desnível de um tanque de água e a distribuição desta na casa – energia potencial em energia cinética - comparando com a transformação da energia eólica em energia elétrica); e (iv) o manuseio dos experimentos, o que propiciou uma participação muito grande dos estudantes na medida em que a maioria se interessou em tocá-los/montá-los, o que deu uma concretude às discussões realizadas.

Este tipo de atividade é bastante interessante do ponto de vista da aprendizagem.

Em geral, os estudantes não têm um ‘contato concreto’ com os fenômenos envolvidos durante uma explicação em sala de aula. Com a experimentação e possibilitando um processo pedagógico que leve em consideração a epistemologia dialógico-construtivista, eles podem observar, de forma mais abrangente e significativa, as explicações que envolvem o experimento e seus conceitos, não só aprimorando e superando suas concepções prévias sobre o tema em questão, mas possibilitando uma aprendizagem significativa na medida em que o interesse em participar da atividade é muito grande. Com isso podemos dar uma contribuição mais efetiva para a formação deles.

## 6 | CONCLUSÕES

Considerando a participação ativa dos estudantes através do diálogo e questionamento (interação) com o professor, durante e após a realização das atividades ilustrativas dos experimentos apresentados em sala de aula, pudemos inferir que o interesse e entusiasmo dos alunos foram grandes, quando comparamos com outras situações didáticas mais tradicionais de nossa experiência pedagógica. Neste sentido, a aprendizagem e absorção dos conceitos físicos envolvidos ficam facilitadas durante uma ação epistemológica-pedagógica que seja ‘dialógica-de ação cultural’ e ‘construtivista-relacional’, ainda mais quando estes estudantes podem verificar situações semelhantes que ocorrem no seu dia-a-dia.

Com um experimento simples e de baixo custo, utilizável em qualquer ambiente, pudemos dialogar de forma significativa com os estudantes, considerando áreas da Física muito importantes para o ensino médio: Mecânica, Eletromagnetismo e Mecânica Quântica. Pelo que percebemos, através da iniciativa em participar da construção dos aparatos experimentais, bem como das discussões, os estudantes ficaram encantados demonstrando grande interesse. Além disso, teceram considerações orais (falas, perguntas, etc.) expressando suas opiniões sobre o tema em pauta da transformação de energia, melhorando assim sua aprendizagem. Desta forma podemos perceber como a Instrumentação Científica, através de experimentos de baixo custo pode contribuir para a popularização do conhecimento físico.

Neste sentido, fica evidente a necessidade de tais atividades para maior compreensão dos estudantes no ensino da Física. Desta forma, devemos elaborar mais atividades semelhantes às aquelas feitas, para propiciar uma participação e interesse dos estudantes do ensino médio em relação às Ciências Físicas, possibilitando, a nosso ver uma popularização da Ciência na nossa sociedade, a partir dos próprios estudantes do ensino médio.

Conseqüentemente, podemos afirmar que a Instrumentação Científica em Física pode contribuir na formação dos sujeitos, propiciando uma aprendizagem significativa e uma popularização científica. Ademais, temos como perspectiva elaborar uma

simulação computacional dos experimentos para propiciar uma popularização ainda maior do conhecimento físico associado com tais experimentos.



Figura 5: Apresentação de Experiência na Sala de Aula.

## REFERÊNCIAS

Área de Física da UEFS. **Projeto do Departamento de Física da UEFS**. Feira de Santana – BA: PUBLIFIS - Publicações da Área de Física, 1998.

Enciclopédia Mirador Internacional. **Metrologia**, vol. 14. São Paulo – SP: Encyclopaedia Britannica do Brasil Publicações, 1976.

FARIA, Wilson de. **Teorias de Ensino e Planejamento Pedagógico**. São Paulo – SP: EPU, 1987.

FORPROEX - Fórum de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Públicas Brasileiras. **Política Nacional de Extensão Universitária**. Manaus – AM: FORPROEX, 2012.

FREIRE, Paulo. **Educação como Prática de Liberdade**, 22<sup>a</sup> ed. São Paulo – SP: Paz e Terra, 1996.

GERMANO, Marcelo Gomes e KULESZA, Wojciech Andrzej. **Popularização da Ciência: uma Revisão Conceitual**. *Cad. Bras. Ens. Fís.* v. 24, n. 1: 7-25, Abr 2007.

KLEIBER, J. **Compêndio de Física**, 2<sup>a</sup> ed. Porto Alegre – RGS: Globo, 1935.

LOPES, J Bernardino. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa. Fundação Calouste, 2004.

MARCONI, M., LAKATOS, E. M. **Técnicas de Pesquisa**, 6<sup>a</sup> edição. São Paulo – SP: Editora Atlas, 2006.

MILTÃO, M. S. R. **Philosophical-Critical Environmental Education: a proposal in a search for a symmetry between *subject* and *object***. *Journal of Social Sciences (COES&RJ-JSS)*. V. 3, N. 2: 323-356, April, 2014.

MILTÃO, M. S. R.; SIMÕES, Maria Tereza Moraes; SERRA, Denise Simões; SOUSA, Tânia Cristina R. **Considerações gerais sobre o uso da televisão e do vídeo na escola a partir da experiência de professores em sala de aula no nível secundário**. *Sitientibus Série Ciências Físicas*. v. 04: 11-31, 2008.

MILTÃO, M. S. R.; SIMÕES, Maria Tereza Moraes; SERRA, Denise Simões; SOUSA, Tânia Cristina R. **Considerações Gerais sobre o Uso dos Livros Didáticos a partir da Experiência de Professores**

em Sala de Aula no Nível Médio. *Caderno de Física da UEFS*. v. 04: 51-80, 2006.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as Abordagens do Processo**. São Paulo – SP: EPU, 1986.

PIAGET, Jean. **A Epistemologia Genética**. São Paulo – SP: Abril, 1978.

UNB. **Extensão - a universidade construindo saber e cidadania**. Em: Documento final do I Encontro de Pró-Reitores de Extensão das Universidades Brasileiras (1987), Brasília, 1989.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R. **Experimentos de baixo custo e o Ensino de Física no Ensino Médio**. In: XXXII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 2014, João Pessoa. Anais do XXXII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. São Paulo: SBF, 2014.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R. **Experimentos de baixo custo em Física voltados para a popularização da Ciência**. In: XXXI Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 2013, Campina Grande. Anais do XXXI Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. São Paulo: SBF, 2013.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R.; CRUZ, J. A. L. **A Instrumentação Científica e o Ensino de Física voltados para a Elaboração de Experimentos de Baixo Custo**. In: XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2015, Uberlândia. Anais do XXI Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Paulo: SBF, 2015a.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R.; CRUZ, J. A. L.; FERREIRA, E. S. **A Instrumentação Científica e o Ensino de Física voltados para a Elaboração de Experimentos de Baixo Custo**. In: XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste, 2015, Natal. Anais do XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste. São Paulo: SBF, 2015b.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R.; CRUZ, J. A. L.; FERREIRA, E. S. **A Instrumentação Científica e o Ensino de Física voltados para a popularização da ciência**. In: XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, Natal. Anais do XVI Encontro de Pesquisa em Ensino de Física. Natal: SBF, 2016.

ZETTI, T. M.; MILTÃO, M. S. R.; CRUZ, J. A. L. **A Instrumentação Científica e o Ensino de Física voltados para a popularização da ciência**. In: XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2017, São Carlos. Anais do XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física. São Carlos: SBF, 2017.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-210-4

