

Caracterização dos focos de estudo da produção acadêmico-científica brasileira sobre experimentação no Ensino de Física⁺

Fernanda Sauzem Wesendonk¹

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Campus de Bauru
Bauru – SP

Eduardo Adolfo Terrazzan²

Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS

Resumo

Neste artigo, apresentamos uma caracterização da produção acadêmico-científica recente sobre experimentação no Ensino de Física, em termos de focos e intenções de pesquisa, bem como de resultados construídos no âmbito dessas investigações. Para isso, utilizamos como fontes de informações 10 Periódicos Acadêmico-Científicos nacionais, com publicações disponíveis em websites. Identificamos, mediante consulta nesses periódicos, 147 trabalhos publicados no período de 2009 a 2013, que apresentavam como foco principal de investigação a experimentação. Classificamos os trabalhos identificados em categorias estabelecidas a priori e em subcategorias estabelecidas a posteriori. Ao final, constatamos que a frequência relativa de artigos que tratam sobre essa temática é baixa (9%). Além disso, na maior parte das produções não há um debate aprofundado de aportes teóricos referentes à utilização da experimentação no ensino. Isso faz com que a contribuição dessas produções para o desenvolvimento de discussões conceituais a respeito das potencialidades e das limitações de uso da experimentação no Ensino de Física seja relativamente pequena.

⁺ Characterization of study focus of the Brazilian academic-scientific production about experimentation in Physics Teaching

* Recebido: fevereiro de 2016.
Aceito: junho de 2016.

¹ E-mail: fesauzem@hotmail.com

² E-mail: terraedu@yahoo.com.br

Palavras-chave: *Revisão de literatura; Experimentação; Produções acadêmico-científicas; Periódicos acadêmico-científicos; Ensino de Física.*

Abstract

In this article, we presented a characterization of the recent academic and scientific literature on experiments in Physics Education in terms of focus and research intentions and results built through these investigations. For this, we used as a source of information 10 national Academic and Scientific Journals available on websites. By consulting these journals, we identified that 147 papers published from 2009 to 2013 had as their main focus the experimental research. We classified the Works in categories established a priori and subcategories established a posteriori. At the end, we found out that few articles deal with this issue (9%). Moreover, in most productions there is a superficial discussion of theoretical studies on the use of experimentation in teaching. This makes the contribution of these productions for the development of conceptual discussions about the potential and limited use of experimentation in Physics Education to be relatively small.

Keywords: *Literature review; Experimentation; Academic-scientific production; Academic and scientific journals; Physics Teaching.*

I. Introdução

Na literatura da área de Ensino de Ciências, identificamos muitas discussões a respeito da utilização da experimentação no processo de ensino/aprendizagem dessa área do conhecimento, bem como sobre o papel que esse recurso didático exerce durante esse processo. Muitos investigadores acreditam que a experimentação desempenha uma função relevante no ensino de disciplinas científicas (OLIVEIRA; CASSAB; SELLES, 2012; LOPES, 2004; ARAÚJO; ABIB, 2003; GALIAZZI *et al.*, 2001, entre outros). Assim como esses investigadores, consideramos que a experimentação representa um importante recurso didático, já que é parte integrante de qualquer processo de produção de conhecimento nas Ciências Naturais; portanto, faz parte da construção e evolução dessa área e deve estar presente em atividades da Educação/Ensino de Ciências.

Desde o final do século XIX, período no qual as atividades práticas começaram a fazer parte dos currículos das disciplinas científicas na Inglaterra e nos Estados Unidos (BARBERÁ; VALDÉS, 1996), muitas pesquisas têm sido publicadas sobre essa temática, o que nos

leva acreditar que é de extrema relevância analisar a produção acadêmico-científica a respeito da experimentação no Ensino de Ciências.

A necessidade de se realizar uma investigação sobre o que vem sendo produzido acerca da experimentação atualmente, principalmente, considerando as questões que estão norteando essas pesquisas e as conclusões que vem sendo construídas, reside no crescimento da área de pesquisa em Ensino de Ciências Naturais do Brasil. Isto é, à medida que essa área cresce e se organiza, o volume e a diversificação de suas produções, por decorrência, aumentam, surgindo, então, a necessidade de que sejam feitas revisões periódicas sobre as temáticas investigadas na área, de forma a contribuir para o avanço da consolidação do conhecimento construído. Nesse sentido, situamos como foco deste estudo **a produção acadêmico-científica recente sobre experimentação no Ensino de Física**.

Portanto, neste artigo, temos como objetivo **apresentar uma caracterização da produção acadêmico-científica recente sobre experimentação no Ensino de Física, em termos de focos e intenções de pesquisa, bem como de resultados construídos no âmbito dessas investigações**.

Cabe destacar que estamos considerando, no âmbito desta investigação, não apenas os experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos, mas também os experimentos de pensamento e as simulações computacionais, as quais são consideradas nessa pesquisa como modalidades de experimentação.

II. Caracterização das modalidades de experimentação para o Ensino de Ciências

Para Hodson (1988), os Experimentos com Aparatos Físicos podem ser definidos como sendo atividades que demandam a identificação e o controle de variáveis. Lopes (2004), no entanto, considera essa definição muito restritiva, já que o controle/manipulação de variáveis também faz parte do processo de desenvolvimento de Atividades Didáticas que envolvam outros tipos de recursos, como por exemplo, Atividades Didáticas baseadas em Problema de Lápis e Papel. Diante disso, Lopes propôs uma extensão para a definição do que seja Experimento com Aparato Físico. Para o autor, esse recurso refere-se:

a toda a atividade sobre um referente empírico, concretizada na execução de procedimentos empíricos, que permita: (1) Questionar o referente empírico e o que se sabe sobre ele; (2) Identificar/controlar variáveis; (3) Utilizar/estudar/aprofundar/construir modelos teóricos e/ou das situações físicas que sirvam de mediadores entre as teorias e a realidade (LOPES, 2004, p. 259).

O exposto por Lopes serviu-nos como base para avançarmos no entendimento do que sejam Experimentos com Aparatos Físicos. A partir de uma adaptação e extensão da definição apresentada pelo autor, passamos a considerar experimentos com aparatos físicos como **montagens/dispositivos/aparatos** que se referem a uma determinada situação física (fenômeno ou processo) e que são acompanhados de procedimentos empíricos (qualitativos e/ou quantitativos).

vos), formando um conjunto que pode embasar uma atividade com finalidades didático-pedagógicas, associadas a algumas possibilidades, tais como:

1. **Problematizar** essa situação física, **questionar** sobre alguns de seus **aspectos principais** e sobre **o que os alunos sabem** sobre ela;
2. **Identificar e/ou controlar variáveis relevantes** dessa situação e **estabelecer relações** entre essas variáveis;
3. **Estudar** essa situação, ou **aprofundar-se** no conhecimento sistematizado sobre essa situação, ou ainda, **construir e compartilhar** conhecimentos **sobre essa situação**, tomando-a como **objeto mediador** entre teorias/modelos/leis/conceitos científicos e a realidade natural;
4. **Resolver problemas específicos** associados a essa situação física (WESSENDONK, 2015; Adaptado e ampliado a partir de LOPES, 2004).

Consideramos que os experimentos com aparatos físicos podem ser divididos em quatro tipos, de acordo com suas finalidades didáticas, diferenciando-se o modo pelo qual são planejados e conduzidos, a saber: demonstração experimental, prevê-realiza-explica, verificação experimental e resolução experimental de um problema da realidade do aluno.

Quando se fala em experimentos, a primeira imagem que nos vem à cabeça é a de experimentar com as mãos, isto é, relacionamos a experimentação apenas a algo “palpável”, “manipulável”. Porém, o importante não é somente a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas para problemas da realidade, com relevância para os alunos, em atividades que podem ser puramente de pensamento e/ou de simulação (BORGES, 2002).

O concreto, uma vez categoria ou qualidade atribuída a um objeto de conhecimento, pode apresentar duas dimensões, ambas igualmente importantes. A primeira refere-se ao sentido de qualificar um objeto como possuidor de uma ‘certa materialidade’. E a segunda dimensão, pouco frequente, refere-se ao ‘conteúdo de significações’ presente no objeto. É exatamente essa segunda dimensão do concreto que pode fazer com que alguns assuntos da área curricular de Ciências Naturais, tão sem sentidos para alguns alunos, sejam compreensíveis com certa facilidade por outros (TERRAZZAN, 1994).

Diante dessa ideia de que o ‘conteúdo de significações’ pode ser superior à ‘dimensão palpável’, na definição de concretude de um objeto de conhecimento, que temos os experimentos de pensamento.

Em 1897, o físico Ernst Mach adota o termo *gedankenexperiment* (consolidado na língua inglesa como *thought experiment*) para denominar um comportamento de investigação científica análoga aos procedimentos que deveriam ser adotados para a realização de um experimento com aparato físico. Embora Mach tenha popularizado o termo, foi Hans Christian Oersterd, aproximadamente em 1812, o primeiro a utilizar a mistura latim-alemão *Gedan-*

kenexperiment e, por volta de 1820, o termo é totalmente apresentado na língua alemã (Gedankenversuch) (KIOURANIS, 2009).

Utilizamos, no âmbito deste trabalho, a denominação “experimento de pensamento” para nos referirmos aos experimentos desenvolvidos mediante a utilização da imaginação e de argumentações de consistência lógica.

Bassalo (1987), em seu artigo “As Experiências de Pensamento em Física”, apresenta a versão de dois físicos sobre esse recurso. Uma experiência de pensamento ou lógica que tem por função “fazer aparecer, eventualmente, propriedades insuspeitas, porém, implicitamente contidas na representação teórica” (PATY, 1981 apud BASSALO, 1987, p. 450). Ou então, experiências mediante as quais “apenas se visualiza a situação e se procura concluir o que acontecerá com base nos resultados conhecidos de outras experiências” (GAMOW, 1963 apud BASSALO, 1987, p.450).

Essas ou outra definição qualquer que se adote para os experimentos de pensamento implica sempre em reconhecer o papel importante desse recurso no desenvolvimento dos conceitos da Ciência, em particular da Física. Na história da Física, há muitos momentos em que esses experimentos foram um dos determinantes para apoiar a supremacia de uma explicação teórica sobre a outra em disputa.

Os experimentos de pensamento podem se tornar recursos poderosos para desenvolvimentos didáticos no Ensino de disciplinas da área curricular de Ciências Naturais, assim como o são na própria pesquisa da área, para a construção e compreensão de elementos do campo conceitual difíceis e de natureza contestável.

Em relação às simulações computacionais, essas representam umas das formas mais recorrentes de introdução do computador no contexto escolar. Isso porque elas tornam viáveis, em muitos casos, a realização de experimentos que só poderiam ser desenvolvidos em laboratórios bem equipados, ou por ajudar a compreender aspectos sutis de um determinado processo/fenômeno de uma disciplina científica (FIOLHAIS; TRINDADE, 2003).

Elas têm a peculiaridade de permitir que os resultados da experimentação sejam vistos com clareza, repetidas vezes e, ainda, envolver um grande número de variáveis para serem manipuladas (COELHO, 2002). Na mesma perspectiva, Tavares (2008) afirma que a utilização desse recurso didático possibilita que os alunos observem, em alguns minutos, a evolução temporal de um fenômeno/processo, que poderia levar muito mais tempo se fosse desenvolvido um experimento com aparato físico para tal finalidade, além de permitir ao estudante repetir a observação sempre que o desejar.

As simulações são muito úteis em situações em que o experimento físico é impossível de ser realizado pelos estudantes ou a execução é muito difícil. Estão, também, dentro da classe de eventos a serem alvos prioritários dessa modalidade computacional os experimentos perigosos ou de realizações muito caras, assim como os que envolvem fenômenos muito lentos ou extremamente rápidos (SNIR *et al.*, 1988, apud MEDEIROS; MEDEIROS, 2002). Durante o seu uso, é possível que o aluno altere vários parâmetros da simulação, explore a situa-

ção física representada e verifique as implicações das alterações feitas no comportamento do fenômeno ou processo investigado.

Por fim, destacamos que essas três modalidades de experimentação podem ser utilizadas no Ensino de Ciências, conforme os objetivos que o professor pretende atingir, das peculiaridades do assunto que será discutido com os alunos e das necessidades presentes em uma específica situação de ensino/aprendizagem. Desse modo, não acreditamos na supremacia de uma modalidade sobre a outra; pelo contrário, defendemos que as três devem ter espaço no desenvolvimento do trabalho didático-pedagógico de professores da área de Ciências Naturais.

III. Procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do estudo

Para realizar o levantamento de artigos, inicialmente, selecionamos um conjunto de 10 Periódicos Acadêmico-Científicos (PAC) nacionais, os quais possuem publicações disponíveis gratuitamente em websites. A amostra de artigos para este trabalho de revisão de literatura abrangeu aqueles que se referem ao Ensino de Física. Para constituir essa amostra, consideramos, primeiramente, os PAC que tratam especificamente dessa área do conhecimento e, além desses, os PAC da área de Educação em Ciências que têm tradição em publicar artigos direcionados ao Ensino de Física. Um dos critérios utilizados para a escolha dos PAC foi a classificação desses no Qualis CAPES (a prioridade foi dada aos PAC com classificação A1, A2 e B1 no âmbito da área de avaliação “Ensino”). No entanto, nem todos os PAC nacionais classificados nesses estratos apresentam publicações sobre a temática em estudo (experimentação). Em geral, trata-se de veículos de publicação de pesquisas/ensaios típicos de um específico assunto. Desse modo, descartamos esses PAC que, de certa forma, não interessam para esse trabalho de revisão de literatura. A listagem dos PAC selecionados encontra-se no quadro abaixo.

Quadro 1: Periódicos Acadêmico-Científicos analisados.

Nº	Periódico acadêmico-científico (PAC)	Referência completa do PAC	Classificação do PAC no Qualis Capes
1.	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia. v.1, n.1. (Mar/2008-). Florianópolis/BR: Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da Universidade Federal de Santa Catarina. ISSN 1982-5153.	B1
2.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	Caderno Brasileiro de Ensino de Física. v.1, n.1. (1984-). Florianópolis/BR: Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Física, Imprensa Universitária. ISSN 2175-7941.	B1
3.	Ciência e Educação	Ciência e Educação. v.1, n.1. (1995-). Bauru/SP: Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Universidade Estadual Paulista. ISSN 1980-850X.	A1

Nº	Periódico acadêmico-científico (PAC)	Referência completa do PAC	Classificação do PAC no Qualis Capes
4.	Ciência em Tela	Ciência em Tela. v.1, n. 1. (2008-). Rio de Janeiro/BR: Rede de Investigação, Divulgação e Educação em Ciências da Universidade Federal do Rio de Janeiro. ISSN 1984-154X.	B1
5.	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências. v.1, n.1. (Set/1999-). Belo Horizonte/BR: Centro de Ensino de Ciências e Matemática, Faculdade de Educação, Universidade Federal de Minas Gerais. ISSN 1983-2117.	A2
6.	Experiências em Ensino de Ciências	Experiências em Ensino de Ciências. v.1, n.1. (2006-). Cuiabá/BR: Universidade Federal do Mato Grosso. ISSN 1982-2413.	B1
7.	Investigações em Ensino de Ciências	Investigações em Ensino de Ciências. v.1, n.1. (1996-). Porto Alegre/BR: Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. ISSN 1518-8795.	A2
8.	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia. v.1, n.1. (2008-). Curitiba/BR: Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. ISSN 1982-873X.	B1
9.	Revista Brasileira de Ensino de Física	Revista Brasileira de Ensino de Física. v.1, n.1. (1979-). São Paulo/BR: Sociedade Brasileira de Física. ISSN 1806-9126.	A1
10.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências. v.1, n.1. (2001-). São Paulo/SP: Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. ISSN 1984-2686.	A2

Após a seleção dos PAC, realizamos a identificação dos artigos publicados em cada periódico, referentes ao Ensino de Física, que apresentavam no título, resumo e/ou palavras-chave termos que remetesse às modalidades de experimentação (Experimento com Aparato Físico (EAF), Experimento de Pensamento (EP) e Simulação Computacional (SC)), tais como: “Experimento(s)”, “Experiência(s)”, “Experimentação(ões)”, “Atividade(s) Experimental(ais)”, “Atividade(s) Prática(s)”, “Atividade(s) Laboratorial(ais)”, “Laboratório(s)”, “Laboratório(s) Didático(s)”, “Experimento(s) de Pensamento”, “Experimento(s) Mental(ais)”, “Simulação(ões)”, “Simulação(ões) Computacional(ais)” e “Software(s)”. Faz-se necessário ressaltar que não foram considerados nessa etapa de identificação artigos que apresentavam o termo “experiência”, no sentido de conhecimento construído mediante uma prática ou vivência de uma dada situação, como por exemplo, experiência profissional, assim como artigos que apresentavam o termo “simulação” ou “software”, mas sem se referirem, especificamente, a uma simulação computacional.

Selecionamos os artigos publicados em um período de cinco anos (2009-2013). Acreditamos que esse intervalo de tempo é uma escolha adequada para fazer um arrazoado sobre o que vem sendo publicado sobre a experimentação no Ensino de Física no Brasil. Além disso, cabe lembrar que em muitos procedimentos acadêmicos, como concursos públicos para vagas de docentes, processos seletivos para ingresso em Programas de Pós-Graduação, avalia-

ção de projetos submetidos à editais, etc., esse é o período que se costuma utilizar para avaliação da produção acadêmico-científica do candidato.

Ainda, vale justificar que a seleção das produções acadêmico-científicas ocorreu até o ano de 2013, pois nesse período estávamos procurando melhorar a explicitação do foco de estudo de um Projeto de Pesquisa de Mestrado, vinculado a um Programa de Pós-Graduação da área de Educação em Ciências. Isto é, mediante esse estudo de revisão de literatura, se torna possível afirmar com maior segurança que pontos valem a pena ser investigados; que pontos não rendem boas pesquisas; que pontos se constituem em lacunas que demandam pesquisas, entre outros.

Foi encontrado um total de 417 artigos acadêmico-científicos, distribuídos entre os periódicos selecionados. Como segunda etapa desse trabalho, realizamos uma leitura cuidadosa dos resumos desses 417 artigos, de modo a selecionar apenas aqueles que apresentavam a experimentação como foco principal de pesquisa. Ou seja, excluímos os artigos nos quais a experimentação não era parte da investigação (como por exemplo, aqueles em que o termo foi identificado apenas nos resultados do trabalho). Utilizando esse critério, reduzimos o conjunto para 147 artigos, sendo que desses, 123 tratam sobre experimentos com aparato físico (EAF), 01 trata sobre experimento de pensamento (EP) e 23 tratam sobre simulações computacionais (SC), conforme o detalhamento indicado no quadro 2.

Quadro 2: Distribuição do número de artigos identificados em cada PAC.

Periódicos acadêmico-científicos				Quantidade de artigos								
N	Título	Período de atividade	Período analisado	Disponíveis no período analisado (Total /Nº)	Analisados							
					EAF		EP		SC		Total	
					Nº	%	Nº	%	N	%	Nº	%
1.	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	2008-2013	2009-2013	120	02	1,6	00	0,0	00	0,0	02	1,6
2.	Caderno Brasileiro de Ensino de Física	1984-2013	2009-2013	168	28	16,6	00	0,0	12	7,1	40	23,7
3.	Ciência & Educação	1998-2013	2009-2013	264	03	1,1	00	0,0	01	0,3	04	1,4
4.	Ciência em Tela	2008-2012	2009-2012	49	03	6,1	00	0,0	00	0,0	03	6,1
5.	Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências	1999-2013	2009-2013	138	05	3,6	00	0,0	00	0,0	05	3,6
6.	Experiências em Ensino de Ciências	2006-2013	2009-2013	145	03	2,0	00	0,0	01	0,6	04	2,6
7.	Investigações no Ensino de Ciências	1996-2013	2009-2013	133	02	1,5	00	0,0	01	0,7	03	2,2

Periódicos acadêmico-científicos				Quantidade de artigos								
N	Título	Período de atividade	Período analisado	Disponíveis no período analisado (Total /Nº)	Analisados							
					EAF		EP		SC		Total	
					Nº	%	Nº	%	N	%	Nº	%
8.	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	2008-2013	2009-2013	120	01	0,8	00	0,0	00	0,0	01	0,8
9.	Revista Brasileira de Ensino de Física	1979-2013	2009-2013	384	73	19,0	01	0,2	08	2,0	82	21,2
10.	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	2001-2013	2009-2013	122	03	2,4	00	0,0	00	0,0	03	2,4
Total				1.643	123	7,5	01	0,1	23	1,4	147	9,0

Como terceira etapa, realizamos, novamente, a leitura cuidadosa dos resumos dos trabalhos selecionados, assim como uma leitura abreviada dos textos completos, a fim de identificar as seguintes informações: (1) nome completo do periódico analisado, (2) ano de publicação do artigo, (3) nome dos autores, (4) título, (5) palavras-chave, (6) foco de investigação, (7) intenção principal de pesquisa, (8) conclusões/considerações finais construídas e (9) etapa de escolaridade referida na pesquisa. Todas essas informações foram reunidas em um quadro-síntese de informação. Dessas informações coletadas, utilizamos os itens 6, 7 e 8 para realizar a caracterização que será discutida neste artigo.

Para tratar e analisar as informações, prevemos a utilização da **categorização temática** ou **codificação** (GIBBS, 2009) a qual está baseada na perspectiva da **Teoria Fundamentada** (CHARMAZ, 2009). O foco da Teoria Fundamentada está na utilização de categorias construídas a partir das informações coletadas. Os critérios e as categorias podem ser estabelecidos *a priori*, ou seja, já definidos antes da própria coleta de informações, quanto *a posteriori*, ou seja, elaboradas em decorrência da leitura e da interpretação das informações coletadas, ou ainda códigos *in vivo*, ou seja, termos particularmente chamativos ou representativos utilizados pelas próprias fontes de informação (sujeitos ou espaços).

De modo a caracterizar as produções selecionadas, foram estabelecidas categorias *a priori*, as quais representam as próprias modalidades de experimentação (experimentos de pensamento, simulações computacionais e experimentos com aparatos físicos). Complementarmente, construímos subcategorias de análise *a posteriori*, para classificar os 147 artigos, conforme os focos de investigação, utilizando os objetivos de pesquisa para mediar essa análise.

IV. Apresentação e discussão dos resultados

Na sequência, apresentamos as classificações realizadas como **subcategorias** das modalidades de experimentação (categorias). Vale destacar que, em um primeiro momento, é possível que fiquemos com a impressão de que algumas subcategorias possam ser agrupadas. Contudo, essa classificação foi feita a partir de uma análise bem criteriosa dos artigos, buscando as particularidades de uma investigação em comparação com outra.

Ressaltamos, ainda, que a apresentação das subcategorias por modalidade de experimentação será feita de acordo com o número de artigos classificados em cada uma das categorias (de modo crescente).

IV.1 Experimentos de Pensamento

Identificamos apenas um (01) artigo que apresenta como foco central de investigação essa modalidade de experimentação. Trata-se de um ensaio teórico que busca discutir algumas características dos experimentos de pensamento que os potencializam como recurso para o Ensino de Física. Os autores concluem, mediante uma revisão de diferentes referenciais teóricos, que os estudos relacionados aos experimentos de pensamento podem ser úteis na Educação em Ciências. Além disso, afirmam que:

[...] é fundamental considerar também que há na literatura propostas explícitas de EM [experimentos mentais] que abrem variadas possibilidades de providenciar um suporte positivo para a teoria, ao mesmo tempo em que podem desenvolver o senso de satisfação e entendimento nos estudantes (KIOURANIS; SOUZA; SANTIN FILHO, 2010).

Apesar da afirmação desses autores de que há propostas explícitas de experimentos de pensamento, na literatura da área, que podem ser utilizadas no contexto de ensino, não identificamos, nesse trabalho de revisão de literatura, produções que apresentam dados empíricos sobre o uso efetivo desse recurso didático e sobre as suas reais contribuições para o processo de ensino/aprendizagem.

IV.2 Simulações Computacionais

Abaixo discutimos a subcategorização dos artigos que tratam, especificamente, de simulações computacionais.

IV.2.1 Implementação de simulação computacional como recurso didático no Ensino de Física

Nessa subcategoria foram classificados 08 artigos (34,7%) que discutem a implementação de atividades didáticas que têm por base uma simulação computacional para tratamento de um determinado assunto da Física.

Esses artigos se aproximam na discussão da importância do uso de simulações computacionais para o processo de ensino/aprendizagem em um contexto de ensino e na discussão sobre as possíveis limitações e vantagens desse recurso didático, principalmente, em comparação aos experimentos realizados mediante o uso de aparatos físicos.

Em geral, mediante o desenvolvimento das investigações, conclui-se que a simulação computacional pode ser considerada como um importante recurso no contexto de uma situação de aprendizagem. Ressalta-se, contudo, que o professor deve tomar cuidado em deixar claro ao aluno que as simulações representam simplificações e aproximações da realidade, não a representando fielmente. Além disso, salienta-se que a simulação não deve ser vista como uma simples alternativa ao experimento com aparato físico, pois estamos tratando de modalidades diferentes de experimentação, que possuem objetivos distintos.

Quanto a uma possível vantagem das simulações em relação aos experimentos com aparatos físicos, os autores apontam para o fato de a simulação permitir que uma experimentação seja desenvolvida em um intervalo de tempo curto, diferentemente de quando estamos lidando com suporte físico, no qual um experimento pode levar horas para ser executado.

Relatar o processo de elaboração e aplicação de uma sequência de atividades que se apoia no uso de simulações computacionais para o ensino do efeito fotoelétrico.

[...] Analisando as respostas da avaliação final percebe-se que, em geral, há um entendimento dos conceitos referentes ao fenômeno estudado, considerando que, após aplicação das atividades propostas, houve um ganho no grau de inclusividade dos conceitos, e a utilização da simulação computacional em muito contribuiu para esse resultado, pois foi através dela que os alunos puderam testar suas hipóteses (CARDOSO; DICKMAN, 2012).

Levando em consideração a participação, o interesse e o relato dos alunos sobre o uso deste objeto, acreditamos que os objetos de aprendizagem devem ser utilizados como um recurso adicional às aulas, transformando o método tradicional de estudo em um método dinâmico e instigador para os alunos, auxiliando-os no processo de ensino-aprendizagem (LAGRECA; MORAES; LIMA; RAYMUNDO; GESSINGER, 2012).

IV.2.2 Proposta de utilização de simulação computacional como recurso didático para o estudo de elemento do campo conceitual no Ensino de Física

Essa subcategoria abrange 06 artigos (26,1%) que apresentam ou propõem simulações computacionais possíveis de serem utilizadas em um contexto de ensino. Esses artigos se aproximam quanto às conclusões/considerações finais, uma vez que apontam que as simulações propostas possuem potencial para simular fenômenos e que podem se tornar importantes no processo de ensino/aprendizagem de Conceitos/Leis/Modelos/Teorias/Processos/Fenômenos/Princípios no Ensino de Física.

Apresentar uma simulação computacional dinâmica do sistema solar.

[...] O software apresentado neste trabalho possibilita uma melhor visualização da grandeza do Sistema Solar e seus constituintes principais, em comparação com os modelos e maquetes geralmente presentes nas escolas e livros didáticos (VECHI; BRITO; VALENTIM; GOZZI; SAMPAIO; VISCOVINI, 2013).

Apresentar um objeto de aprendizagem desenvolvido como material didático de apoio para o estudo de máquinas térmicas.

[...] Os resultados com esses grupos mostram que este OA [objeto de aprendizagem] é um material didático valioso para facilitar o processo de ensino-aprendizagem desse tópico central da termodinâmica (SAUERWEIN; SAUERWEIN, 2012).

IV.2.3 Contribuições da utilização de simulação computacional como recurso didático para o Ensino de Física

Nesta subcategoria encontram-se 04 artigos (17,3%) que focam em uma possível contribuição da utilização de atividade didática baseada em simulação computacional para o Ensino de Física. Os artigos focalizam diretamente a contribuição do uso desse recurso didático para a aprendizagem de um Conceito/Lei/Modelo/Teoria/Processo/Fenômeno/Princípio da Física.

Em geral, essas produções apresentam como conclusões/considerações finais proposições que indicam que a utilização da simulação computacional, como uma modalidade de experimentação no contexto de sala de aula, contribuiu para aprendizagem dos alunos sobre determinado assunto da Física.

Apresentar um relato de investigação sobre o processo de aprendizagem de circuitos elétricos, no Ensino Médio, contando, principalmente, com o auxílio de simulação computacional e de maquetes.

[...] As atividades realizadas contribuíram efetivamente para a aprendizagem significativa dos alunos sobre os circuitos elétricos (REBELLO; RAMOS, 2009).

Destacar a importância da realização de experimentos significativos em aulas de física, mediados por tecnologias educacionais livres.

[...] os resultados preliminares sugerem a possibilidade de ensinar a utilização deste software em poucas aulas e que, após algumas semanas, mesmo usuários relativamente inexperientes são capazes de empregá-lo na realização de experimentos significativos de física (BEZERRA JR.; OLIVEIRA; LENZ; SAAVEDRA, 2012).

IV.2.4 Utilização, de modo articulado, de experimento com aparato físico e de simulação computacional como recursos didáticos no Ensino de Física

Dentre os artigos que apresentam como foco de investigação a simulação computacional como modalidade de experimentação, 04 (17,3%) referem-se à utilização desse recurso

de modo articulado com experimento com aparato físico. Desses 04 trabalhos, 02 tratam especificamente de uma proposta de articulação entre esses dois recursos para o ensino de determinados assuntos da Física e os outros 02 tratam da contribuição do uso desses dois recursos, de modo integrado no contexto escolar, para promover a aprendizagem dos alunos.

Os dois primeiros artigos se aproximam em relação às considerações finais sobre a pesquisa desenvolvida, ao afirmarem que a utilização desses dois recursos, de modo articulado, no contexto escolar, pode possibilitar aos alunos uma aprendizagem conceitual. Um dos trabalhos vai um pouco mais além, afirmando que a integração desses dois recursos pode promover a interatividade e o engajamento dos estudantes no próprio aprendizado, conforme indicado no excerto abaixo.

Propor a utilização de experimentos de baixo custo e simulações, de forma conjugada, abordando um tema frequentemente omitido dos livros didáticos de Ensino Médio: a dinâmica da rotação.

[...] Cabe frisar que o ponto principal para nós não é o uso dos experimentos de forma isolada ou ainda a criação de simulações e a sua aplicação, e sim o uso das duas ferramentas de forma conjugada a fim de aproximar o aluno da ciência, criando uma ponte que facilite o seu percurso, partindo do entendimento do fenômeno à aplicação das equações matemáticas (DUARTE, 2012).

Os outros dois artigos, que tratam mais especificamente da possível contribuição da utilização dos dois recursos no Ensino Física, confirmam as expectativas dos autores dos dois trabalhos anteriores. Ou seja, com a implementação de atividades que têm por base o experimento com aparato físico e a simulação computacional, constatou-se que ocorre efetivamente uma aprendizagem sobre os assuntos da Física abordados nas atividades. Além disso, os autores afirmam que essa integração entre os recursos didáticos torna-se mais eficaz para promover a aprendizagem dos alunos do que a utilização desses recursos separadamente. Neste sentido, Mendes, Costa e Sousa (2012) apontam que:

[...] A combinação de atividades experimentais com modelagem computacional, segundo os resultados da pesquisa, parece ser a mais efetiva para promover a aprendizagem. Os resultados deste trabalho, baseado em dados quantitativos e qualitativos, indicam que as atividades com experimentos quando simultaneamente simulados no computador podem se completar, proporcionando, na maioria dos casos uma aprendizagem significativa.

IV.2.5 Utilização de simulação computacional como recurso didático para discussão de aspectos históricos do desenvolvimento científico

Apenas um artigo (4,3%) faz parte dessa subcategoria. Esse trabalho apresenta uma proposta de utilização de simulações computacionais de experimentos históricos como um meio de resgatar e articular as dimensões histórica e empírica da Física em sala de aula. Os

autores entendem que a confrontação entre o senso comum e os resultados obtidos mediante o uso das simulações possibilita a superação de obstáculos de natureza epistemológica, de modo a proporcionar a compreensão de elementos do campo conceitual da Física abordados nas atividades e criar meios capazes de estabelecer um diálogo direto entre o indivíduo e a dimensão história desses elementos do campo conceitual. Ainda, esses autores afirmam que:

esse trabalho articulado entre as dimensões histórica e empírica da ciência contribui para o rompimento da tradicional percepção dessas dimensões como meros adereços ao trabalho didático-pedagógico com a ciência, situando-os como efetivas dimensões constitutivas da ciência (RIBEIRO JUNIOR; CUNHA; LARANJEIRAS, 2012).

IV.3 Experimentos com Aparatos Físicos

Abaixo discutimos a subcategorização dos artigos que tratam, especificamente, de experimentos com aparatos físicos. Destacamos que, nas subcategorias estabelecidas, foram considerados os artigos que abordam experimentos com aparatos físicos de modo manipulável, observável ou filmado.

IV.3.1 Proposta de utilização de experimento com aparato físico como recurso didático para o estudo de elemento do campo conceitual no Ensino de Física

Nessa subcategoria foram agrupados 57 artigos (representando 46,3 % dos trabalhos que tratam dessa modalidade de experimentação) que apresentam uma proposta de atividade didática que tem por base um experimento a ser realizado mediante a utilização de aparatos físicos para o tratamento de um determinado assunto da Física.

As conclusões/considerações finais dos artigos agrupados nessa subcategoria apontam, em geral, para os seguintes aspectos: 1) utilidade do experimento proposto para o ensino e para a aprendizagem de conceitos abstratos; 2) simplicidade do experimento para o estudo de determinado conceito; 3) viabilidade do experimento para ser utilizado em sala de aula; 4) caráter motivador do experimento; 5) utilidade do experimento para introduzir, em sala de aula, a discussão de um novo assunto do campo conceitual da Física, ou para retomar a discussão de um determinado assunto; 6) capacidade do experimento em promover a interação entre alunos e entre aluno e professor.

Propor uma atividade experimental, confeccionada com materiais de baixo custo, que aborda o efeito fotoelétrico.

[...] a utilização dessas atividades pode tornar conceitos abstratos, como os da Física Moderna, mais acessíveis aos alunos (SILVA; ASSIS, 2012).

Descrevemos um experimento de baixo custo para o estudo da ressonância em campo magnético da agulha de uma bússola [...].

Nesse trabalho apresentamos um experimento didático simples e de baixo custo para estudar efeitos de ressonância em uma bússola simples (FINAZZO; TAMBORILLO; SUAIDE, 2010).

Do total de trabalhos encontrados e classificados no âmbito dessa subcategoria, 09 apresentam na seção de conclusão/considerações finais apenas os procedimentos adotados para o desenvolvimento do experimento e/ou os resultados da própria atividade. E, 01 artigo não apresenta uma seção de fechamento para a investigação desenvolvida.

IV.3.2 Proposta de utilização de experimento com aparato físico como recurso didático para medição de grandezas físicas no Ensino de Física

Nessa subcategoria classificamos 20 artigos (16,2%) que se propõem a apresentar, ou sugerir, uma atividade didática que tem por base um experimento a ser realizado mediante a utilização de aparatos físicos para calcular/determinar o valor de uma grandeza física, como por exemplo, da aceleração da gravidade, da razão carga/massa do elétron e da resistividade.

A leitura e estudo desses artigos nos permitiram identificar pontos em comum entre as conclusões/considerações finais construídas no âmbito dessas produções. Em geral, os autores apontam, na seção de finalização desses artigos, que o experimento é de fácil realização, claro e didático para ser utilizado em sala de aula; que o aparato experimental proposto é simples, de baixo custo, mas com uma boa precisão; que o experimento é apropriado para ser realizado em sala de aula, não oferecendo dificuldades ou riscos em seu desenvolvimento.

*Propor método para calcular o valor da aceleração da gravidade.
[...] o experimento é de fácil realização, bastante claro e didático para ser utilizado no ensino de física (PERUZZO, 2010).*

*Apresentar detalhes da construção de um capacitômetro destinado a medidas de capacitância elétrica de pequenos objetos metálicos próximos entre si.
Finalmente, concluímos que o método possui a eficiência e precisão experimental adequada para a determinação de capacitâncias de pequeno valor (< 10 pF) para um bom número de aplicações disponíveis como exercícios em física básica (LÜDKE, 2012).*

Do conjunto de artigos aqui subcategorizados, 05 apresentam na seção de conclusões/considerações finais apenas os resultados da própria atividade proposta. Além disso, 02 artigos não apresentam uma seção de fechamento para o trabalho desenvolvido.

IV.3.3 Contribuições da utilização de experimento com aparato físico como recurso didático para o Ensino de Física

Nesta subcategoria encontram-se 14 artigos (11,3%) que focam em alguma possível contribuição da utilização de atividade didática baseada em experimento realizado mediante o uso de aparatos físicos para o Ensino de Física.

Desses artigos, a maior parte (09) focaliza a contribuição da utilização do experimento para a aprendizagem dos alunos. Em geral, essas produções apresentam como conclusões/considerações finais proposições que indicam que o experimento com aparato físico se mostrou relevante e, em alguns casos, determinante no processo de aprendizagem dos alunos e que esse recurso tem potencial para ser utilizado em sala de aula.

Analisar a influência que o uso de experimentos demonstrativos pode trazer para a aprendizagem de Óptica.

[...] foi a presença de atividades experimentais o fator determinante para a aprendizagem dos temas apresentados (RIBEIRO; VERDEAUX, 2013).

Os demais trabalhos englobados nessa subcategoria apresentam outros focos de investigação, porém, ainda, considerando uma possível contribuição da utilização do experimento com aparato físico no contexto de ensino. O trabalho de Arrigone e Mutti (2011) trata da contribuição do uso desse recurso para estabelecer a interação aluno/professor e para melhorar o desempenho dos alunos mediante o desenvolvimento de experiências de cátedra em sala de aula. A partir de um processo avaliativo que envolveu, por exemplo, a resolução de exercícios, os autores concluíram que a atividade permitiu uma participação ativa dos alunos em sala de aula e resultou em uma melhora na aprendizagem desses estudantes.

O trabalho de Carmo e Carvalho (2009) aborda a contribuição do uso do experimento com aparato físico para a construção de linguagem gráfica no decorrer de uma sequência de aulas sobre calor e temperatura, no âmbito de uma aula experimental com caráter investigativo. Como conclusão, os autores afirmam que essas aulas, junto com o trabalho desenvolvido pela professora, permitiram a construção da linguagem gráfica pelos alunos.

O trabalho de Julio, Vaz e Fagundes (2011) se propõe a investigar as facetas do engajamento cognitivo, emocional e comportamental de um grupo de alunos do Ensino Médio durante uma sequência de aulas com a realização de experimento com aparato físico. As informações foram coletadas mediante gravações de áudio e vídeo. Foram analisadas as interações entre os alunos com base nos conceitos psicanalíticos de “grupo de trabalho” e “suposições básicas”. Os autores do trabalho notaram, com a investigação, que as aulas experimentais mobilizaram múltiplos aspectos do engajamento dos alunos no nível da atividade e no nível da tarefa de aprendizagem. Quanto às conclusões, os autores afirmam que, sem o auxílio do professor, mesmo os alunos hábeis e engajados ficam sujeitos a fugas inconscientes das tarefas de aprendizagem (ou do problema a ser solucionado proposto a eles) que exigem engajamento cognitivo.

O trabalho de Rosa e Alves Filho (2013) foca na possível contribuição do uso de experimento com aparato físico para potencializar elementos da metacognição. Os autores apresentam como objetivo dessa investigação estabelecer o conceito de metacognição e seus elementos possíveis de serem potencializados nas atividades experimentais desenvolvidas na disciplina de Física do Ensino Médio. Foram identificados seis elementos metacognitivos que, igualmente, estão presentes nas atividades que tem por base experimento com aparato físico e que, de acordo com os autores, devem ser entendidos como férteis, não somente em termos cognitivos, mas também para o estabelecimento de uma cultura de evocação do pensamento metacognitivo.

Por fim, o artigo de Marusic e Slisko (2012) procura avaliar a eficiência relativa de dois recursos didáticos, entre esses o uso do experimento com aparato físico, na tentativa de levar os estudantes de Ensino Médio a modificarem as suas atitudes negativas em relação à Física, tornando essa área uma opção potencial como carreira. Quanto às conclusões, os autores apresentam proposições positivas em relação ao que se esperava com a pesquisa, constatando uma mudança de atitude dos alunos.

IV.3.4 Utilização de filmagens de experimento com aparato físico como recurso didático no Ensino de Física

Os trabalhos englobados nessa subcategoria (06, 4,8%) discutem o uso de vídeos de experimentos realizados mediante a utilização de aparatos físicos. Quanto às conclusões, esses trabalhos convergem para o mesmo ponto: a utilização de filmagens de experimentos com aparatos físicos no ensino podem se configurar em alternativa ao experimento tradicionalmente desenvolvido em sala de aula, ou até mesmo, tornar-se mais vantajoso que esse. Alguns elementos levantados por esses trabalhos que podem justificar essa afirmação são: (1) a possibilidade de atividades que utilizem esse recurso de motivarem os alunos; (2) o envolvimento de aspectos recursivo-reflexivos e de aspectos cognitivos nessas atividades.

Analisar a produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no Ensino Médio.

[...]

As considerações apresentadas apontam para a diferença entre o papel do trabalho experimental quando realizado pelo aluno na aula tradicional de laboratório que, via de regra, é um processo linear-orientado e na produção de um vídeo, estratégia vantajosa em relação a anterior não somente pelo caráter conjuntural e motivacional, mas principalmente pelos aspectos recursivo-reflexivo e experimental-tecnológico que favorecem a cognição (PEREIRA; BARROS, 2010).

Utilizar filmes de experimentos para análise quantitativa de alguns fenômenos físicos abordados em disciplinas básicas de Mecânica.

[...] notou-se, em parte dos alunos, um bom nível de aproveitamento e rendimento acadêmico [...] foi possível perceber o envolvimento deles com os

fenômenos que eram explorados [...] constitui em uma maneira alternativa para realizar as atividades práticas no laboratório (FONSECA; MAIDANA; SEVERINO; BARROS; SENHORA; VANIN, 2013).

IV.3.5 Implementação de experimento com aparato físico como recurso didático no Ensino de Física

Foram agrupados 05 trabalhos (4,0%) nessa subcategoria. Todos eles buscam, de algum modo, descrever ou relatar a implementação de uma atividade didática que tem por base um experimento realizado mediante a utilização de aparatos físicos.

Quanto às conclusões/considerações finais, podemos destacar os seguintes aspectos chave que apareceram no discurso dos autores: (1) os alunos se mostraram interessados com o desenvolvimento da atividade e, assim, compreenderam os assuntos abordados; (2) a atividade se mostrou com um alto potencial para ser utilizada no contexto escolar para o ensino de determinados assuntos; (3) os experimentos podem ser facilmente realizados em sala de aula, uma vez que são desenvolvidos com materiais de baixo custo.

Discutir uma implementação de um experimento simples destinado a laboratórios didáticos de eletromagnetismo como material de apoio para a investigação de campos magnéticos e histerese pelo aluno, empregando o clássico método do anel de Rowland.

[...]

O método prático [...] possui um ótimo potencial didático-pedagógico para ensino das bases teóricas e experimentais do eletromagnetismo, a um custo extremamente baixo (LÜDKE, 2010).

Discutir a implementação de um experimento adequado para o ensino de conceitos fundamentais da biofísica da ultrassonografia.

[...]

Nesse artigo apresentamos um experimento que [...] se mostrou muito eficaz como recurso didático para estudo experimental de propriedades hemodinâmicas fundamentais. As primeiras impressões sobre o experimento é que os alunos visualizam os conceitos e os discutem com mais eficácia e segurança pessoal (LÜDKE, 2013).

Um trabalho não apresentou considerações a respeito da implementação da atividade na seção de conclusão/considerações finais, apenas se deteve em apresentar justificativas para o desenvolvimento, de modo geral, de experimentos em sala de aula.

[...] uso de experiências nas aulas de Ciências ganha um interessante destaque, oportunizando aos atores, por meio da discussão e da reflexão, uma condição formidável para que as ideias, os conceitos ganhem maior importância em detrimento do formalismo matemático, pois, como salienta Pie-

trocola (2009), a valorização das fórmulas e, conseqüentemente, o direcionamento das ideias ao segundo plano é um grave problema na maneira como o ensino de Ciências vem ocorrendo (MELO; AZEVEDO, 2011).

IV.3.6 Utilização de experimentos alternativos tendo como referência experimentos históricos com papel importante no desenvolvimento da Física

Nesta subcategoria encontram-se os artigos (04, 3,2%) em que os autores propõem ou apresentam experimentos realizados mediante a utilização de aparatos físicos como alternativa àqueles já consolidados no âmbito da Física e com um grande grau de relevância no desenvolvimento dessa área científica. O experimento que foi abordado em cada um desses artigos é: (1) motor elétrico de Faraday; (2) experimento de espalhamento de Rayleigh; (3) Pêndulo de Wiberforce e (4) dispositivo elétrico de produção e detecção de pulsos eletromagnéticos de Hertz.

Em relação às conclusões/considerações finais, os autores desses artigos convergem para a defesa de que esses experimentos propostos são, em parte, “inovadores”, de montagem simples, com materiais de baixo custo ou sucata e possuem potencial para a discussão de assuntos da Física abordados em tais experimentos.

Propor uma alternativa para o experimento de espalhamento Rayleigh.

[...]

Este trabalho pretendeu apresentar uma opção mais simples e segura para o experimento de espalhamento Rayleigh (ORTIZ; LABURÚ; SILVA, 2010).

Descrever os detalhes da montagem de um dispositivo elétrico de produção e detecção de pulsos eletromagnéticos.

[...]

É possível, como foi mencionado na introdução deste trabalho, recriar uma versão moderna do experimento de Hertz, com material facilmente acessível [...] as atividades aqui descritas e seus resultados conclusivos não configuram uma “prova” científica, apenas foi recriada uma montagem histórica do experimento de Hertz com recursos modernos; não há assim manipulação (pelo menos não no contexto da Física) de conhecimento novo (EBE-RHARDT; GIOVANNINI; CATELLI, 2012).

IV.3.7 Revisão de literatura sobre experimento com aparato físico como recurso didático no Ensino de Física

Nessa categoria foram classificados 04 trabalhos (3,2%) que apresentam uma revisão de literatura em PAC ou em anais/atas de eventos sobre experimento realizado mediante o uso de aparato físico ou sobre algum aspecto relacionado a essa modalidade de experimentação.

Desses artigos, 03 envolvem uma revisão de literatura em periódicos nacionais voltados ao Ensino de Física. O artigo de Ribeiro e Verdeaux (2012) procura fornecer um panorama sobre a pesquisa na área de experimentação em óptica. Os autores constataam que há pouca revisão de literatura sobre experimentação. Eles apontam a necessidade de se realizar trabalho dessa natureza, diante do número de produções que têm sido publicadas nos últimos anos.

O trabalho de Pena e Ribeiro Filho (2009) se propõe a investigar as dificuldades apontadas por professores e/ou pesquisadores para o uso da experimentação no Ensino de Física. Como conclusão, os autores apontam na mesma linha que os autores do artigo anterior, ou seja, para a questão da pouca discussão sobre as produções que tratam da experimentação e sobre a pouca divulgação e discussão da relevância e benefício dessas atividades para o processo de ensino/aprendizagem em Física.

A investigação de Cardoso e Takahashi (2011) centra-se em uma revisão de literatura sobre o uso de experimentação remota no ensino formal, a partir do levantamento e análise de trabalhos sobre essa temática em periódicos nacionais e internacionais da área de Ensino e de Educação. Com o desenvolvimento dessa investigação, os autores não encontraram relatos de pesquisa sobre como o acesso remoto a experimentos reais pode vir a acrescentar no processo de ensino/aprendizagem de Física e de que forma isso pode ser feito. Foi constatado pelos autores que a experimentação remota associada ao Ensino de Ciências no Brasil e no mundo ainda é um campo muito novo e pouco explorado. Acredita-se que as possíveis limitações na utilização desse recurso no ensino devem ser estudadas de forma aprofundada e uma metodologia adequada deve ser explorada para suprir as necessidades de uma aula prática.

E, o quarto trabalho incluído nessa subcategoria procurou avaliar os trabalhos referentes a atividades experimentais publicados nos anais/atas dos principais eventos da área de Ensino de Física nacionais, Encontro Nacional de Ensino de Física e Simpósio Nacional de Ensino de Física, entre os anos de 2002 e 2007. Essa investigação, de acordo com os autores, possibilitou uma maior reflexão e entendimento sobre esse recurso didático, bem como permitiu conhecer as principais questões discutidas e algumas propostas que fundamentam essa discussão sobre as atividades experimentais (PORTELA; CAMARGO, 2012).

IV.3.8 Utilização de experimento com aparato físico como recurso didático para discussão de aspectos históricos do desenvolvimento científico

Nessa subcategoria foram agrupados 03 trabalhos (2,4%). Essas produções mesmo tratando, em geral, da utilização de experimentos para a discussão de aspectos históricos do desenvolvimento da Ciência, abordam alguns outros aspectos.

O primeiro trabalho procura investigar se o conhecimento e a manipulação, pelos alunos, de aparatos experimentais históricos pode ser um caminho para discutir o processo de construção da Ciência e, assim, diminuir o distanciamento entre o ensino de Física e a Tecnologia. A pesquisa foi desenvolvida em 10 encontros com alunos do primeiro e segundo anos

do Ensino Médio de uma mesma escola. Nos encontros os alunos desenvolveram experimento com aparato físico, discutiram textos narrativos sobre o desenvolvimento do eletromagnetismo e construíram um transmissor de ondas eletromagnéticas rudimentar. A partir dos resultados construídos com essa investigação, os autores concluem que:

o conhecimento e a manipulação, pelos alunos, de aparatos experimentais históricos pode ser um caminho para trazer às aulas de Física discussões em torno do processo de construção da Ciência e da Tecnologia e, assim, diminuir o distanciamento entre o ensino de Física e a tecnologia (RINALDI; GUERRA, 2011).

O segundo artigo apresenta como intenção de pesquisa investigar as contribuições educacionais de uma abordagem baseada na História da Ciência e na experimentação, envolvendo conceitos científicos da área de Astronomia, destacando a reprodução do experimento realizado originalmente por Eratóstenes no século III A.C., destinado à medição do raio da Terra. Os autores perceberam, a partir das atividades desenvolvidas, uma intensa participação dos alunos, além disso, constataram que o desenvolvimento de experimentos com a discussão histórico-filosófica do processo de construção da Ciência pode ser relevante para tornar as aulas de Ciências um espaço de reflexão em torno do conhecimento científico e tecnológico. Por fim, os autores afirmam que mediante as atividades desenvolvidas, os alunos compreenderam alguns aspectos inerentes às ciências e, em particular, à Astronomia, como o seu caráter empírico e o seu desenvolvimento histórico, imerso, portanto, em um específico contexto social, econômico e cultural (SANTOS; VOELZKE; ARAÚJO, 2012).

O terceiro artigo se propõe a apresentar uma discussão sobre o trabalho em laboratório realizado em um projeto de ensino em que a História da Ciência foi utilizada como mediadora na construção de áreas de desenvolvimento cognitivo para a aprendizagem de conceitos de movimento. A partir dos resultados construídos com a investigação, os autores concluem que a proposta de trabalho, envolvendo a História da Ciência e a experimentação, proporcionou um espaço de estímulo, motivação e empenho para os alunos, o que acarretou na construção de conhecimento de forma coletiva (SOARES; BORGES, 2010).

IV.3.9 Descrição de experimentos históricos desenvolvidos com aparatos físicos com papel importante no desenvolvimento da Física

Essa subcategoria abrange 02 trabalhos (1,6%) que procuram descrever experimentos desenvolvidos por cientistas na produção do conhecimento científico.

Um artigo aborda a descrição dos experimentos propostos e/ou desenvolvidos durante o século XIX, antes dos experimentos de Michelson e Morley, para procurar detectar o movimento da Terra em relação ao éter, relacionando-os ao desenvolvimento dos conceitos físicos e das teorias defendidas no período, dando especial ênfase à teoria do éter de Augustin Fresnel. Com esse trabalho, os autores concluem que as versões que admitiam a existência do

éter no século XIX são completamente equivocadas. A versão popular dos precedentes históricos da teoria especial da relatividade transmite uma sensação de falsa segurança aos professores e alunos. Para os autores do artigo,

[...] sua descrição simplista é construída de modo a convencer as pessoas de que a ciência funciona descobrindo erros e substituindo-os pela “verdade”. Embora isso possa ser, inicialmente, incômodo, os estudantes e professores devem aprender que a ciência é algo extremamente complexo e que, em cada momento, podem existir boas razões para aceitar ideias que, depois, serão rejeitadas. Percebendo isso pelo estudo do passado, devemos nos tornar mais humildes, admitindo que aquilo que ensinamos, embora nos pareça correto, é apenas um passo em uma caminhada que não terminou, e que as teorias que nos parecem atualmente sólidas e corretas poderão, dentro de algum tempo, ser derrubadas e substituídas por outras muito diferentes, que nem conseguimos ainda vislumbrar (MARTINS, 2012).

O segundo artigo aqui classificado descreve as experiências feitas por Dominique François Jean Arago relativas à magnetização do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica. Esse artigo se detém apenas a descrever o experimento, sem apresentar conclusões/considerações finais para o trabalho investigativo (SOUZA FILHO; CALUZI, 2009).

IV.3.10 Discursos de professores e pesquisadores sobre a utilização de experimento com aparato físico/laboratório didático no Ensino de Física

Nessa categoria foram agrupados 02 trabalhos (1,6%). O primeiro envolve o discurso de professores e pesquisadores sobre o laboratório didático e o segundo trabalho envolve o discurso apenas de professores sobre atividades experimentais.

O artigo de Chagas e Martins (2009) tem como intenção de pesquisa identificar e relacionar diferentes textos sobre o laboratório didático, enunciados por um grupo de seis professores de Física do Rio de Janeiro e por pesquisadores da área de Ensino de Ciências. Após analisar as falas dos sujeitos de pesquisa, os autores concluem que, de acordo com as falas dos professores, esses assumem a posição de locutores, ou seja, eles não são os autores efetivos dos enunciados sobre o laboratório didático, mas sim “porta-vozes” dos pontos de vista de outras pessoas, mais especificamente dos pesquisadores em Ensino de Física e de Ciências. Os autores ainda notam que os discursos dos professores não possuem as mesmas características que a dos pesquisadores em ensino. Isso devido às especificidades das demandas discursivas de cada esfera de atividade profissional. Mesmo diante disso, a investigação mostra indícios que comprovam a existência de uma relação dialógica, em nível intertextual, entre os professores e os pesquisadores em Ensino de Física. As análises sugerem que os discursos dos professores incorporam vozes relacionadas: (1) à pesquisa em ensino; (2) à pesquisa básica e (3) ao conteúdo físico. Além disso, como afirmam os autores, essas vozes sociais são “apro-

priadas” pelos professores a partir das suas práticas de leitura e da sua participação em espaços de formação, gerando diferentes significações para o laboratório didático. Os enunciados explícitos e implícitos sobre o laboratório demonstram distintas formas de já-ditos (termo utilizado pelos autores) entre os intertextos. A maioria dos já-ditos identificados refere-se à preocupação dos professores com a situação de infraestrutura escolar que acaba condicionando a utilização de atividades experimentais.

O segundo artigo busca investigar as concepções de professores sobre três estratégias de ensino – aula expositiva, aula experimental e aula de demonstração – e analisar o seu processo de ressignificação, dirigido à coerência com princípios construtivistas de ensino e aprendizagem que os professores protagonizam em um programa de formação continuada. De acordo com a análise das informações coletadas com os professores, esses concebem a atividade experimental como construtivista e mais adequada para ensinar e aprender, mesmo que as justificativas para isso sejam duvidosas ou até inconscientes. Para os professores, toda aula que inclui alguma manipulação empírica é considerada como aula experimental. Os professores não diferenciam o papel do experimentador estando representado pelos alunos ou pelo professor e as consequências educativas dessa escolha. Eles admitem, no entanto, que a ‘aula experimental’ em que somente o professor manipula os materiais requer envolvimento menos ativo dos alunos. Como conclusão, os autores do artigo afirmam que:

Não são as atividades as responsáveis por um ensinar construtivista ou não construtivista, mas a maneira como elas são entendidas e consideradas na sala de aula. Ou seja, o construtivismo não está exatamente na atividade que o professor apresenta, mas na maneira como ocorre a interação entre professor e aluno com interesses em resolver os problemas que têm significado para ambos e no enfrentamento das dificuldades ao assumir uma linguagem que busca aproximar professor e aluno num diálogo de fato (PACCA; SCARINCI, 2011).

IV.3.11 Utilização de experimento com aparato físico como recurso didático na Educação a Distância

Fazem parte dessa subcategoria 02 trabalhos (1,6%). O primeiro busca investigar a possibilidade de se construir um laboratório de Ensino de Física totalmente controlado remotamente com vistas a apoiar cursos de formação inicial e continuada de professores ministrados a distância. Com o desenvolvimento da pesquisa, os autores apontam que a construção bem sucedida de um protótipo de atividade experimental controlado remotamente torna viável a construção, com relativa facilidade, de um programa para a realização de cursos de Física experimentais ministrados a distância (MONTEIRO; MONTEIRO; GERMANO; SIEVERS JUNIOR, 2012).

O outro artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema de instrumentação virtual que possibilita a prática experimental a distância mediante a internet. As conclusões apontam

que a ferramenta construída possui um alto grau de aplicabilidade na Educação a Distância (PESSANHA; COZENDEY; SOUZA, 2010).

IV.3.12 Relação entre teorias de ensino/aprendizagem e a utilização de experimento com aparato físico como recurso didático no Ensino de Física

Dois artigos (1,6%) fazem parte dessa subcategoria. O artigo de Correia e Freire (2009) procura caracterizar as perspectivas de ensino e de aprendizagem de professores de Ciências Físico-Químicas da Educação Básica de uma cidade de Portugal, com experiência profissional docente inferior a quatro anos, analisando o trabalho experimental que desenvolvem e as formas de avaliá-lo. Nessa pesquisa utilizou-se de entrevista, observação e análise documental como instrumentos para a coleta de informações. Constatou-se que não é frequente o uso de experimentos realizados mediante a utilização de aparatos/dispositivos físicos e, quando esse é implementado, apresenta um caráter verificativo e/ou demonstrativo. Além disso, constatou-se que os professores demonstram dificuldades na avaliação das aprendizagens dos alunos. Essas constatações evidenciaram que a perspectiva de ensino e de aprendizagem desses professores é coerente com a perspectiva tradicional, ou seja, baseada na transmissão e recepção/memorização de informações.

O outro artigo busca analisar a implicação da inserção da teoria sociointeracionista em atividades que têm por base o experimento realizado mediante o uso de aparatos físicos, no âmbito do Laboratório de Física básica, no curso de graduação de Geofísica. Nesse contexto, foram implementados roteiros abertos e contextualizados conforme o curso de graduação. Os roteiros foram embasados na teoria sociointeracionista de Vygotsky, na qual a interação social é o ponto de partida para o aprendizado. Os resultados dessa investigação indicam que a implementação de roteiros mediados por essa teoria promoveu uma melhor aprendizagem por parte dos alunos, assim como proporcionou o desenvolvimento de habilidades e atitudes científicas. Para os autores:

os resultados da pesquisa apontam para uma proposta de roteiros de Laboratório de Física básica no curso de graduação de Geofísica, na qual se deve partir de uma problematização contextual, que intenta deslocar o foco de um relatório final da atividade para o próprio processo de ensino-aprendizagem, evidenciando o seu caráter inventivo e investigativo e enfatizando a necessidade de repensar as práticas pedagógicas do Laboratório Didático de Física, de modo que elas gerem uma troca mais intensa de significados de conceitos, via interação social (WERLANG; MACHADO; SHIHADDEH; MOTTA, 2102).

IV.3.13 Discursos no âmbito de recomendações oficiais sobre a utilização de experimento com aparato físico no Ensino de Física

Essa subcategoria é composta por apenas 01 artigo (0,8%), que busca apresentar uma revisão das recomendações oficiais (Orientações Curriculares e Parâmetros Curriculares Nacionais) sobre o ensino científico contemporâneo de nível médio, especialmente no que se refere ao uso da experimentação, assim como uma revisão dos escritos de autores que abordam a utilização da pesquisa na educação científica. A partir das prescrições apresentadas nesses documentos, tentou-se encontrar um ponto de convergência entre o que se tem escrito sobre a educação pela pesquisa e o uso da experimentação no Ensino de Física. As considerações teóricas foram complementadas por informações coletadas em uma oficina composta por uma sequência de encontros realizados com uma turma de Ensino Médio de uma escola Pública Estadual. Quanto às conclusões, os autores afirmam que a utilização de experimentos parece ter potencial para promover a aprendizagem no âmbito da educação pela pesquisa. Mediante a análise dos documentos e das informações coletadas nas oficinas, os autores afirmam não ter encontrado qualquer contradição ou incompatibilidade entre o uso de experimentos no contexto escolar e a educação pela pesquisa. Pelo contrário, nota-se que a utilização desse recurso didático, no contexto de uma educação baseada na pesquisa, parece produzir benefícios em termos de aprendizagem (OLIVEIRA; COSTA; SOTELO; ROCHA FILHO, 2010).

IV.3.14 Avaliação da qualidade de atividades didáticas baseadas em experimento com aparato físico propostas para o Ensino de Física

Um artigo (0,8%) compõe essa subcategoria, o qual busca incentivar professores e futuros docentes a investigarem as razões do mau funcionamento de um experimento. Nesse sentido, os autores salientam que mesmo em materiais didáticos que passam por certo controle de qualidade, como os Cadernos dos Professores disponibilizados pela Secretaria de Educação do Estado de São Paulo e os Livros Didáticos, pode-se encontrar roteiros inadequados de atividades que têm por base um experimento. Por fim, os autores recomendam que esses materiais sejam considerados como auxiliares no trabalho didático-pedagógico desenvolvido no contexto escolar, e não materiais que ditam o que deve ser feito em sala de aula (OLIVEIRA; SOUZA, 2011).

V. Considerações finais

Percebemos, com essa caracterização, que apesar de estar há mais de um século inserida no currículo escolar de Ciências, a experimentação ainda aparece relativamente pouco como foco central de investigação na área de Ensino (9,0% dos artigos disponibilizados nos PAC, no período analisado, tratam sobre experimentação). Além disso, dos 9,0% dos artigos, a maior parte (7,5%) refere-se aos experimentos com aparatos físicos, o que nos mostra que o

interesse de muitos investigadores recai sobre essa modalidade de experimentação, em supremacia as outras modalidades. Temos ainda poucas pesquisas divulgadas sobre simulações computacionais, um fato que nos chama atenção, já que atualmente se fala muito sobre a inserção de recursos computacionais/tecnológicos no ensino. Em relação aos experimentos de pensamento, praticamente não temos produções sobre essa temática, a qual é considerada relevante na produção, na evolução e, até mesmo, no ensino de conhecimento científico. Consequentemente, há pouca divulgação e discussão sobre as possíveis potencialidades desse recurso para o processo de ensino/aprendizagem, levando-nos a recorrer a produções internacionais para termos um panorama sobre os limites e as possibilidades de utilização de experimentos de pensamento no contexto escolar.

Quanto à caracterização dos artigos, identificamos uma variedade relativamente grande de focos de pesquisa privilegiados pelos pesquisadores em Ensino de Física, em particular no que se refere à temática “experimento realizado mediante a utilização de aparatos físicos”. Destacamos o interesse de pesquisadores em apresentar propostas de experimentos para o estudo de elementos do campo conceitual da Física. Em contrapartida, percebemos que essas produções pouco se dedicam a discutir os fundamentos dessa sugestão, o que faz com que a contribuição para o desenvolvimento de discussões mais conceituais a respeito do uso da experimentação em aulas de Física seja relativamente pequena.

As conclusões/considerações finais das produções, em geral, pouco contribuem para maiores discussões sobre as possíveis potencialidades do uso da experimentação no contexto escolar. Muitas investigações reafirmam as intenções de pesquisa no item de finalização do artigo ou reduzem esse item à apresentação dos procedimentos experimentais adotados e/ou dos resultados obtidos com tal atividade. Além do mais, ainda identificamos a utilização de proposições gerais e já recorrentes na área a respeito do uso de experimentações no ensino, tais como: “auxilia na aprendizagem dos alunos”, “tem potencial para ser utilizado no ensino”, “contribui para o ensino de conceitos...”, “motiva os alunos”.

Muitos trabalhos utilizam como argumento o possível caráter motivador do experimento para indicar a relevância desse recurso no contexto escolar. Porém, devemos questionar esse aspecto. Investigações realizadas há mais de duas décadas já indicam que não faz sentido utilizar experimentos apenas como um meio para motivar os estudantes (HODSON 1994; LEITE, 2000; GALIAZZI *et al.*, 2001), afinal, a experimentação não é vista do mesmo modo por todos os alunos. Soma-se a isso, que qualquer outro recurso didático também pode ter esse caráter motivador.

Essa investigação nos permite construir um panorama em relação às produções que tratam sobre experimentações na área de Ensino de Física, publicadas em periódicos nacionais. Por outro lado, essas pesquisas não nos oferecem, em geral, aportes teórico-conceituais sustentáveis que possam contribuir efetivamente com outras investigações sobre experimentação, principalmente no que se refere à utilização efetiva desse recurso no âmbito escolar.

Constatamos que as investigações, em geral, não apresentam discussões aprofundadas sobre o uso de experimentações por professores no contexto escolar e, além disso, verificamos uma baixa produção de artigos que tratam sobre experimentos de pensamento e sobre simulações computacionais no Ensino de Física.

Referências

ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no Ensino de Física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 23 jun. 2014.

BARBERÁ, O.; VALDÉS, P. El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v. 14, n. 3, p. 365-379, 1996.

BASSALO, J. M. F. **Crônicas da Física – Tomo 1**. Belém/BR: UFPA, 1987.

BORGES, A. T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, 2002. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

CHARMAZ, K. **A construção da teoria fundamentada**: guia prático para análise qualitativa. Tradução: Joice Elias Costa. Porto Alegre/BR: Artmed, 2009. ISBN 978-85-363-1999-5.

COELHO, R. O. **O uso da informática no Ensino de Física do nível médio**. 2002. 101 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, UFPel, Pelotas.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no Computador: o computador como ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, 2003. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 10 mai. 2014.

GALIAZZI, M. C. *et al.* Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 09 dezembro 2013.

GIBBS, G. **Análise de dados qualitativos**. Tradução: Roberto Cataldo Costa. Porto Alegre/BR: Artmed, 2009. (Coleção “Pesquisa qualitativa”). ISBN 978-85-363-2055-7.

HODSON, D. Experiments in Science Teaching. **Educational Philosophy and Theory**, Austrália, v. 20, 1988.

HODSON, D. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, Barcelona/ES, v. 12, n. 3, 1994.

KIOURANIS, N. M. M. **Experimentos mentais no Ensino de Ciências: implementação de uma sequência didática**. 2009. 313 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

LEITE, L. O trabalho laboratorial e a avaliação das aprendizagens dos alunos. In: SEQUEIRA, M. *et al.* (Org.). **Trabalho prático e experimental na educação em Ciências**. Braga/PT: Universidade do Minho, 2000.

LOPES, J. B. **Aprender e Ensinar Física**. Lisboa/PT: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia/MCES, 2004. (Coleção “Textos universitários de Ciências Sociais e Humanas”). ISBN 972-31-1079-2.

MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. D. Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 24, n. 2, 2002. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

OLIVEIRA, A. A. Q. de; CASSAB, M.; SELLES, S. E. Pesquisas brasileiras sobre a experimentação no ensino de ciências e biologia: diálogos com referenciais do conhecimento escolar. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

TAVARES, R. Animações interativas e mapas conceituais: uma proposta para facilitar a aprendizagem significativa em ciências. **Ciências & Cognição**, v. 13, n. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/search/search>>. Acesso em: 09 mai. 2014.

TERRAZAN, E. A. **Perspectivas para a Inserção da Física Moderna na Escola Média**. 1994. 241 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, USP, São Paulo.

WESENDONK, F. S. **O uso da experimentação como recurso didático no desenvolvimento do trabalho de professores de Física do Ensino Médio**. 2015. 298 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru.

Artigos Analisados

ABREGO, J. R. B.; YAMAGUCHI, D. A.; LIBONI, T. A.; BARBOSA, A. A.; BELUSI, M.; SALINAS, P. R.; BOSSA, G. V. Montagem de um conjunto experimental destinado à verificação do princípio da incerteza de Heisenberg. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

AGUIAR, C. E.; PEREIRA, M. M. O computador como cronômetro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ALMEIDA, W. L.; LUZ, F. M. M.; SILVA, J. B.; SILVA, S. L. R.; BRINATTI, A. M. Espelhos esféricos confeccionados com materiais acessíveis para demonstração de formação de imagens em sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

ANDRADE, N. S.; ANDRADE-NETO, A. V.; LEMAIRE, T.; CRUZ, J. A. Investigação teórica e experimental do efeito termiônico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ANDRADES, J. C.; SCHIAPPACASSA, A.; SANTOS, P. F. Desenvolvimento de um período microcontrolado para aplicações em física experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A.; MOREIRA, M. A. Modelos computacionais no ensino-aprendizagem de Física: um referencial de trabalho. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 17, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

ARNOLD, F. J.; ARTHUR, R.; BRAVO-ROGER, L. L.; GONÇALVES, M. S.; OLIVEIRA, M. J. G. Estudo do amortecimento do pêndulo simples: uma proposta para aplicação em laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

ASSIS, A.; CARVALHO, F. L. C.; AMORIM, C. E. S.; SILVA, L. F.; SILVA, L. G. L.; DOBROWOLSKY, M. S. Aprendizagem significativa do conceito de ressonância. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

BARBOSA, L. H.; MORA, C. E.; TALERO, P. H.; ORGANISTA, J. O. El Soplador mágico: un experimento discrepante en el aprendizaje de la ley de presión hidrodinámica de Bernoulli. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

BERAHA, N.; CARUSELA, M. F.; EL HASI, C. D. Dinámica del movimiento rotacional: propuesta de experiencias sencillas para facilitar su comprensión. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

BETZ, M. E. M.; RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Material instrucional apresentando conteúdos de métodos computacionais para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**,

v. 29, n. Especial 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

BEZERRA JR., A. G.; OLIVEIRA, L. P.; LENZ, J. A.; SAAVEDRA, N. Videoanálise com o software livre tracker no laboratório didático de física: movimento parabólico e segunda lei de Newton. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

BORGES, J. C. S.; LIMA, M. P.; BRAGA, C. C. M. A lei de Ohm na ponta do lápis. **Ciência em Tela**, v. 2, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

BORGES, P. A. P.; TONIAZZO, N. A.; SILVA, J. C. Equilíbrio no espaço: experimentação e modelagem matemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

BOSS, S. L. B.; SOUZA FILHO, M. P.; MIANUTTI, J.; CALUZI, J. J. Inserção de conceitos e experimentos físicos nos anos iniciais do ensino fundamental: uma análise à luz da teoria de Vigotski. **Ensaio**, v. 13, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em: 01 out. 2013.

CARDOSO, D. C.; TAKAHASHI, E. K. Experimentação remota em atividades de ensino formal: um estudo a partir de periódicos Qualis A. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CARDOSO, S. O. O.; DICKMAN, A. G. Simulação computacional aliada à teoria da aprendizagem significativa: uma ferramenta para ensino e aprendizagem do efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

CARLIN, N.; SZANTO, E. M.; ICHIWAKI, R. JORGE, F. O.; SEALE, W. A.; SOUZA, F. A. Estudo de filtros RC para baixas e altas frequências por meio de um circuito para superposição de sinais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

CARLIN, N.; SZANTO, E. M.; JORGE, F. O.; SEALE, W. A.; SOUZA, F. A. Estudo experimental do movimento de partículas carregadas em campos elétricos e magnéticos: seletor de velocidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

CARMO, A. B.; CARVALHO, A. M. P. Construindo a linguagem gráfica em uma aula experimental de física. **Ciência & Educação**, v. 15, n. 1, 2009. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2013.

CARNICER, J.; REYES, F.; GUIASOLA, J. Construir una balanza para condiciones de ingravidez. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

CAVALCANTE, M. A.; BONIZZIA, A.; GOMES, L. C. P. O ensino e aprendizagem de física no Século XXI: sistemas de aquisição de dados nas escolas brasileiras, uma possibilidade real. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

CAVALCANTE, M. A.; PEÇANHA, R.; TEIXEIRA, A. C. Ondas estacionárias em cordas e determinação da densidade linear de um fio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

CAVALCANTE, M. A.; RODRIGUES, E. S. Uso do “espelho de Lloyd” como método de ensino de óptica no Ensino Médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

CELESTE, A. T. B.; L. NETO, M. Influência do momento de inércia no movimento dos corpos rígidos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

CHAGAS, S. M. A., MARTINS, I. O laboratório didático nos discursos de professores de física: heterogeneidade e intertextualidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 19 set. 2013.

CHÁVEZ, J. L.; ANDRÉS, M. M. El uso de vídeos para la eficiencia en el aprendizaje-acción de la Física en el laboratorio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

COLUCI, V. R.; PAULINO, G.; SOUZA, D. C.; VASCONCELOS, E. P. R. Ilustração de incertezas em medidas utilizando experimentos de queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

CORREA, E.; ORTIZ, J. S. E.; VALÉRIO, M.; DUTRA, J. Oscilador harmônico com massa variável e a segunda lei de Newton. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

CORREIA, M.; FREIRE, A. Trabalho laboratorial e práticas de avaliação de professores de ciências físico-químicas do ensino básico. **Ensaio**, v. 11, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em: 30 set. 2013.

CORVELONI, E. P. M.; GOMES, E. S.; SAMPAIO, A. R.; MENDES, A. F.; COSTA, V. L. L.; VISCOVINI, R. C. Utilização de máquina fotográfica digital (multi-burst) para aulas experimentais de cinemática – queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 3, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

COSTA, G. G. G.; PIETRONERO, R. C.; CATUNDA, T. Experimentos com supercapacitores e lâmpadas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan.2014.

CUNHA, A. R.; MOREIRA, A. C.; KRONBAUER, D. P.; MANTOVANI, I. F.; FERNANDES, C. P. Determinação de propriedades petrofísicas de rochas via simulação. Um caminho interdisciplinar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

DORNELES, P. F. T.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Integração entre atividades computacionais e experimentais como recurso instrucional no ensino de eletromagnetismo em Física geral. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2013.

DUARTE, S. E. Física para o Ensino Médio usando simulações e experimentos de baixo custo: um exemplo abordando dinâmica da rotação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

DWORAKOWSKI, L. A. Q.; MARRANGHELLO, G. F.; DORNELES, P. F. T. O aquecedor solar na sala de aula. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

EBERHARDT, D.; GIOVANNINI, O.; CATELLI, F. Faça você mesmo: produção e detecção de pulsos eletromagnéticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

FAUTH, A. C.; GROVER, A. C.; CONSALTER, D. M. Medida da vida média do múon. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

FINAZZO, S. I.; TAMBORILLO, A. L.; SUAIDE, A. A. P. Ressonância não linear de uma bússola em campos magnéticos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

FONSECA, M.; MAIDANA, N. L.; SEVERINO, E.; BARROS, S.; SENHORA, G.; VANIN, V. R. O laboratório virtual: uma atividade baseada em experimentos para o ensino de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 4, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

FONSECA, P.; ZAMORANO, A.; LUNA, H.; SANTOS, A. C. F. Estudo do poder de frenamento de partículas alfa na matéria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

FORÇA, A. C.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Uma proposta de estratégia pedagógica para iniciação aos conceitos de medição por avaliação de dois métodos alternativos. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 3, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

GANCI, A.; GANCI, S. Demonstration experiments in electrostatics: low cost devices. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

GERMANO, M. G.; LIMA, I. P. C.; SILVA, A. P. B. Pilha voltaica: entre rãs, acasos e necessidades. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

GOMES, C. A.; LÜDKE, E. Uso da ressonância em cordas para ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

GOMES, D. O. S.; SANTOS, W. S.; SANTOS, A. C. F.; AGUIAR, C. E. Medida da velocidade de fase da luz em linhas de transmissão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

GONÇALVES, B.; DIAS JÚNIOR, M. M.; BATALHA, W. C.; NASCIMENTO, G. S.; MONTEIRO, F. S. Nova metodologia para aferição da temperatura final de hastes metálicas em um experimento de dilatação térmica linear. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

HEIDEMANN, L. A.; ARAUJO, I. S.; VEIT, E. A. Ciclos de modelagem: uma proposta para integrar atividades baseadas em simulações computacionais e atividades experimentais no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

HESSEL, R.; CANOLA, S. R.; VOLLET, D. R. An experimental verification of Newton's second law. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

HESSEL, R.; PERINOTTO, A. C. Usando um voltímetro para medir tempo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

JESUS, V. L. B.; MACEDO JUNIOR, M. A. V. Uma discussão sobre hidrodinâmica utilizando garrafas PET. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

JULIO, J.; VAZ, A.; FAGUNDES, A. Atenção: alunos engajados – análise de um grupo de aprendizagem em atividade de investigação. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2013.

KIOURANIS, N. M. M.; SOUZA, A. R.; SANTIN FILHO, O. Experimentos mentais e suas potencialidades didáticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

KOVACEVIC, M. S.; SIMIC, S. Plastic optical fiber as a tool for experimenting with simple pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; FORÇA, A. C. Acurácia na retirada da medida instigada por uma estratégia de ensino de orientação kuhniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n.2, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M.; SALES, D. R. Superações conceituais de estudantes do ensino médio em medição a partir de questionamentos de uma situação experimental problemática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LAGRECA, M. C. B.; MORAES, M. C.; LIMA, V. M. R.; RAYMUNDO, V. P.; GESSINGER, R. M. Estudo do lançamento vertical: uma proposta de ensino por meio de um objeto de aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

LIMA, S. C.; TAKAHASHI, E. K. Construção de conceitos de eletricidade nos anos iniciais do Ensino Fundamental com uso de experimentação virtual. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

LIMA, V. M. R.; HARRES, J. B. S.; BORGES, R. M. R.; ROCHA FILHO, J. B. Apresentação e avaliação de material de sustentação e experimentação em ensino de física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

LINARES, J. L.; PASTORELLO, I. M.; ARCE, A. I. C. Vazão de grãos em um silo cilíndrico: uma atividade experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LOPES, W. Velocidade de escoamento horizontal de água por um conduto. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

LÓPEZ, J.; DEMARCHI, T.; AKAMATSU, M. VERCIK, A. Estudo comparativo de algumas propriedades dinâmicas de líquidos e grãos na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LÓPEZ, J.; PASTORELLO, I.M.; ARCE, A. I. C. Uma barreira vertical pode aumentar a vazão de grãos de arroz de um cilindro com furo no fundo? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan.2014.

LUCA, R.; GANCI, S. A measurement of g with a ring pendulum. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LÜDKE, E. Estudando campos magnéticos e histerese com um anel de Rowland. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LÜDKE, E. Um espectrofotômetro de baixo custo para laboratórios de ensino: aplicações no ensino da absorção eletrônica e emissão de fluorescência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LÜDKE, E. Um indutímetro para laboratório didático de eletromagnetismo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

LÜDKE, E. Um método para experimentação com baixas capacitâncias. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n.3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 janeiro 2014.

LÜDKE, E.; ADORNES, A. G. R.; GOMES, C. A.; ADORNES, R. B. Um experimento para ensino de conceitos de transferência de calor em laboratório de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LÜDKE, E.; CAUDURO, P. J. Um experimento hemodinâmico em sala de aula para ensino de biofísica da circulação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 3, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 10 jan. 2014.

LÜDKE, E.; GOMES, C. A. Quantização da carga elementar pela análise de ruído elétrico. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LÜDKE, E.; GOMES, C. A. Uma análise quantitativa do campo magnético de um meio condutor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

LUNAZZI, J. J.; MAGALHÃES, D.S.F. Fazendo imagens com um simples elemento difrativo ou refrativo: o axicon. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 2, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 novembro 2013.

MACÊDO, J. A.; DICKMAN, A. G.; ANDRADE, I. S. F. Simulações computacionais como ferramentas para o ensino de conceitos básicos de eletricidade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MAGNO, W. C.; ANDRADE, M.; ARAÚJO, A. E. P. Construção de um gaussímetro de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

MARTINS, R.A. O éter e a óptica dos corpos em movimento: a teoria de Fresnel e as tentativas de detecção do movimento da Terra, antes dos experimentos de Michelson e Morley (1818-1880). **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MARUSIC, M.; SLISKO, J. Many high-school students don't want to study physics: active learning experiences can change this negative attitude! **Revista Brasileira de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MAURITY, A. J. S.; LUNAS, F. R.; CARVALHO, C. L.; REYNOSO, V. C. S.; AQUINO, H. A. Construção de um sistema de caracterização das propriedades de transporte de filmes finos pelo efeito Hall. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MELHORATO, R. L.; NICOLI, G. T. Da física clássica à moderna: o simples toque de uma sirene. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MELO, M. G. A.; AZEVEDO, L. S. Física no ensino fundamental: a quinta da experiência. **Ciência em Tela**, v.4, n.2, 2011. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

MENDES, J. F.; COSTA, I. F.; SOUSA, C. M. S. G. O uso do software Modellus na integração entre conhecimentos teóricos e atividades experimentais de tópicos de mecânica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MICHA, D. N.; PENELLO, G. M.; KAWABATA, R. M. S.; CAMAROTTI, T. “Vendo o invisível”. Experimentos de visualização do infravermelho feitos com materiais simples e de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

MONTEIRO, M. A. A.; GERMANO, J. S. E.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. As atividades de demonstração e a teoria de Vigotski: um motor elétrico de fácil construção e de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GASPAR, A. Abordagem experimental da força de atrito em aulas de Física do Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MONTEIRO, M. A. A.; VAZ, E. L. S.; MONTEIRO, I. C. C.; CODARO, E. N.; ACCIARI, H. A. Determinação do teor alcoólico da cachaça: uma discussão sobre o conceito de tensão superficial em uma perspectiva interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MONTEIRO, M. A. A.; VAZ, E. L. S.; SAMPAIO, M. M.; CODARO, E. N.; ACCIARI, H. A. Determinação de sacarose no xarope artificial de groselha por medidas de viscosidade: uma abordagem interdisciplinar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 3, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

MONTEIRO, M. A. A.; MONTEIRO, I. C. C.; GERMANO, J. S. E.; SIEVERS JUNIOR, F. Protótipo de uma atividade experimental: o estudo da cinemática realizada remotamente. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

MONTINO, M.; PETRUCCI, D.; URE, J. E.; ALEMAN, A.; PÉREZ, S. M. Una propuesta de trabajos prácticos de laboratorio que favorece el aprendizaje de conceptos. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 4, 2011. Disponível em:

<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_serial&pid=1516-7313&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 25 set. 2013.

MORALES, C. A. C.; MORA, C. Experimentos de mecânica con temporizador de bajo costo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

OLIVEIRA, C. S.; SOUZA, J. A. Professor, por que meu termômetro não funciona? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 2, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

OLIVEIRA, M. M. L.; COSTA, R. C.; SOTELO, D. G.; ROCHA FILHO, J. B. Práticas experimentais de Física no contexto do ensino pela pesquisa: uma reflexão. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 5, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

ORTIZ, A. J.; LABURÚ, C. E.; SILVA, O. H. M. Proposta simples para o experimento de espalhamento de Rayleigh. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 3, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

PACCA, J. L. A.; SCARINCI, A. L. A ressignificação das atividades na sala de aula. **Ensaio**, v. 13, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em: 30 set. 2013.

PASSONI, S.; MAYER, N.; SILVA, J. B.; BRINATTI, A. M.; SILVA, S. L. R. Contribuição para o Ensino de Ciências por meio de uma atividade experimental de condutividade térmica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 3, n. 3, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/index>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

PENA, F. L. A.; RIBEIRO FILHO, A. Obstáculos para o uso da experimentação no ensino de física: um estudo a partir de relatos de experiências pedagógicas brasileiras publicados em periódicos nacionais da área (1971-2006). **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 9, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://revistas.if.usp.br/rbpec>>. Acesso em: 10 jan.2014.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S. Análise da produção de vídeos por estudantes como uma estratégia alternativa de laboratório de física no ensino médio. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

PEREIRA, M. V.; BARROS, S. S.; REZENDE FILHO, L. A. C.; FAUTH, L. H. A. Demonstrações experimentais de física em formato audiovisual produzidas por alunos do ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

PEREIRA, M. V.; REZENDE FILHO, L. A. C.; PASTOR JUNIOR, A. A. Estudo de recepção de um vídeo sobre refração da luz produzido por alunos de ensino médio como atividade do laboratório didático de física. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 5 n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria>>. Acesso em: 19 set. 2013.

PEREIRA, O. C. N.; SILVA, W. M.; SABINO, A. C.; GOZZI, M. E.; SAMPAIO, A. R.; VISCOVINI, R. C. Software de efeito estroboscópico por superposição de frames de video-clipes aplicada no ensino de cinemática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

PEROTONI, M. B.; MANFRIN, S.K. Estruturas de ondas lentas - Análise e medidas em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

PERUZZO, J. Determinação de g através da captação do som de impacto de corpos com o solo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 1, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

PESSANHA, M. C. R.; COZENDEY, S. G.; SOUZA, M. O. Desenvolvimento de uma ferramenta para o ensino de física experimental a distância. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

PIEDRAHITA, Y.; FAJARDO, F. Construcción de una cámara anecoica para la caracterización de la pérdida de transmisión sonora. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

PIUBELLI, S. L.; ERROBIDART, H. A.; GOBARA, S. T.; ERROBIDART, N. C. G. Simulador de propagação de ondas mecânicas em meios sólidos para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

PORTELA, A. B.; CAMARGO, S. O que dizem os principais eventos da área de ensino de física com relação às atividades experimentais. **Ciência em Tela**, v. 5, n. 1, 2012. Disponível em: <<http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/>>. Acesso em: 15 abr. 2014.

RAMOS, T. C.; VERTCHENKO, L. Uma abordagem experimental das propriedades dos corpos deformáveis no ensino de física geral para os cursos de engenharia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 janeiro 2014.

REBELLO, A. P.; RAMOS, M. G. Simulação computacional e maquetes na aprendizagem de circuitos elétricos: um olhar sobre a sala de aula. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://if.ufmt.br/eenci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

RIBEIRO JUNIOR, L. A.; CUNHA, M. F.; LARANJEIRAS, C. C. Simulação de experimentos históricos no ensino de física: uma abordagem computacional das dimensões histórica e empírica da ciência na sala de aula. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

RIBEIRO, D. T.; ALMEIDA, A. M.; CARVALHO, P. S. Indução eletromagnética em laboratório. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. F. S. Atividades experimentais no ensino de óptica: uma revisão. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

RIBEIRO, J. L. P.; VERDEAUX, M. F. S. Uma investigação da influência da reconceitualização das atividades experimentais demonstrativas no ensino da óptica no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 18, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>>. Acesso em: 11 jan. 2014.

RINALDI, E.; GUERRA, A. História da Ciência e o uso da instrumentação: construção de um transmissor de voz como estratégia de ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 3, 2011. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

ROCHA FILHO, J. B.; SALAMI, M. A.; BASSO, N. R. S.; THOMAZ, R.; BORGES, R. M. R.; ANDRELLA NETO, R. Medição de carga elementar por eletrólise da água. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 2, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 19 set. 2013.

ROCHA, M. N.; FUJIMOTO, T. G.; AZEVEDO, R. S.; MURAMATSU, M. O azul do céu e o vermelho do pôr-do-sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

ROCHA, P. A. C.; SILVEIRA, J. V. P. Estudo e aplicação de simulação computacional em problemas simples de mecânica dos fluidos e transferência de calor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ROSA, C. W.; ALVES FILHO, J. P. Metacognição e as atividades experimentais em física: aproximações teóricas. **Ensaio**, v. 15, n. 1, 2013. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em: 01 out. 2013.

SANDOVAL, C.; CARAM, J.; SALINAS, J. La engañosa simplicidad del “método de Stokes” para medir viscosidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

SANTOS, A. J. J.; VOELZKE, M. R.; ARAÚJO, M. S. T. O projeto Eratóstenes: a reprodução de um experimento histórico como recurso para a inserção de conceitos da astronomia no Ensino Médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SANTOS, E. M.; MOLINA, C.; TUFAILE, A. P. B. Violão e guitarra como ferramentas para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

SANTOS, L. F.; PEREIRA, C. J. Composição de cores através da calibração radiométrica e fotométrica de LEDs: Teoria e experimento. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

SAUERWEIN, R. A.; SAUERWEIN, I. P. S. Objeto de aprendizagem: máquinas térmicas. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, J. R.; GERMANO, J. S. E.; MARIANO, R. S. SimQuest – ferramenta de modelagem computacional para o ensino de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

SILVA, L. C. M.; SANTOS, W. M. S.; DIAS, P. M. C. A carga específica do elétron. Um enfoque histórico experimental. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

SILVA, L. F.; ASSIS, A. Física Moderna no Ensino Médio: um experimento para abordar o efeito fotoelétrico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, N. C. Laboratório virtual de Física Moderna: atenuação da radiação pela matéria. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, O. H. M.; ALMEIDA, A. R.; ZAPPAROLI, F. V. D.; ARRUDA, S. M. Convergência e divergência de raios de luz por lentes e espelhos: um equipamento para ambientes planejados de educação informal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n.2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, O. H. M.; ARRUDA, S. M.; LABURÚ, C. E.; BUENO, E. A. S. Pêndulo de Wilberforce: uma proposta de montagem para ambientes educativos informais e laboratórios didáti-

cos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 30, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, O. H. M.; LABURÚ, C. E. Motor elétrico de Faraday: uma montagem para museus e laboratórios didáticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 26, n. 3, 2009. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 19 set. 2013.

SILVA, O. H. M.; ZAPAROLLI, F. V. D.; ARRUDA, S. M. Demonstrações em óptica geométrica: uma proposta de montagem para ambientes de educação não formal. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVA, T. Um jeito de fazer hipermídia para o ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. Especial 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SILVEIRA, F. L.; BRAUN, L. F. M.; BRAUN, T. Colisão com o ‘efeito estilingue’. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

SILVEIRA, F. L.; MARQUES, N. L. R. Motor elétrico de indução: “uma das dez maiores invenções de todos os tempos”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SIMÕES JR., F. J. R.; COSTA JR., E.; ALVES, M. V.; CARDOSO, F. R. Física de plasma espacial utilizando simulação computacional de partículas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, 2011. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

SIQUEIRA, L. M. M.; TORRES, P. L. O ensino híbrido da eletricidade utilizando objetos de aprendizagem na engenharia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 27, n. 2, 2010. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

SISMANOGLU, B. N.; GERMANO, J. S. E.; AMORIM, J.; CAETANO, R. A utilização da filmadora digital para o estudo do movimento dos corpos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

SOARES, R. R.; BORGES, P. F. O plano inclinado de Galileu: uma medida manual e uma medida com aquisição automática de dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

SOUZA FILHO, M. P.; CALUZI, J. J. Sobre as experiências relativas à imantação do ferro e do aço pela ação da corrente voltaica: uma tradução comentada do artigo escrito por François

Arago. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

SOUZA, M. V. J.; DANTAS, V. A.; FREITAS FILHO, J. R.; ALMEIDA, M. A. V. Utilização de situação de estudo como forma alternativa para o ensino de física. **Ensaio**, v. 11, n. 1, 2009. Disponível em: <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio>>. Acesso em: 30 set. 2013.

SOUZA, P. F. L.; BASTOS, H. F. B. N.; COSTA, E. B.; NOGUEIRA, R. A. Pensamento transdisciplinar: uma abordagem para compreensão do princípio da dualidade da luz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 2, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 05 nov. 2013.

TOLEDO, R. S.; YERAS, A. M.; MAGALHÃES, D. S. F.; MURAMATSU, M.; LEMUS, J. B. Haciendo hologramas en la escuela y en la casa. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, 2010. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 06 nov. 2013.

VECHI, A.; BRITO, A. F.; VALENTIM, D. B.; GOZZI, M. E.; SAMPAIO, A. R.; VISCOVINI, R. C. Modelo dinâmico do Sistema Solar em actionscript com controle de escalas para ensino de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 2, 2013. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em 09 jan. 2014.

VERTCHENKO, L.; DICKMAN, A. G. Verificando a lei de Boyle em um laboratório didático usando grandezas estritamente mensuráveis. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 4, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

VICENTE, C. M. S.; ANDRÉ, P. S.; FERREIRA, R. A. S. Simple measurement of surface free energy using a web cam. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 3, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

WERLANG, R. B.; MACHADO, F. O.; SHIHADDEH, H. L.; MOTTA, L. F. Análise da inserção da teoria sociointeracionista em atividades de laboratório de física básica em um curso de geofísica. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.

WÖRNER, C. H. Simplemente: el plano inclinado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n. 2, 2012. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 09 jan. 2014.

ZANARDI, D. C.; SOGA, D.; MURAMATSU, M. Medindo a massa de um ímã durante sua queda. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 29, n. 2, 2012. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/index>>. Acesso em: 24 set. 2013.