

# PROPOSTAS EXPERIMENTAIS DE BAIXO CUSTO EM MECÂNICA NOS ARTIGOS PUBLICADOS NA RBEF E NO CBEF

## PROPOSALS EXPERIMENTAL OF LOW COST IN MECHANICS IN ARTICLES PUBLISHED IN RBEF AND CBEF

**Waldemir de Paula Silveira**

UNESP, Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência

[waldemir@fc.unesp](mailto:waldemir@fc.unesp)

**Agenor Pina da Silva**

UNIFEI, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências

[agenor@unifei.edu.br](mailto:agenor@unifei.edu.br)

**Luciano Fernandes Silva**

UNIFEI, Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências

[lufesilv@gmail.com](mailto:lufesilv@gmail.com)

### Resumo

Este é um trabalho do tipo documental que tem como tema a “experimentação no Ensino de Física” tendo como recorte o conteúdo específico de Mecânica. O corpus documental é constituído por artigos publicados na RBEF e no CBEF no período compreendido entre o início de suas publicações (1979 e 1984, respectivamente) e 2014. Na análise dos dados foram adotadas algumas das orientações advindas da “Análise de Conteúdo” (BARDIN, 2011). Neste trabalho apresentamos os resultados referentes à análise das propostas experimentais de baixo custo. Esta análise nos permitiu verificar que 84% das propostas apresentadas no CBEF fazem uso de materiais de baixo custo o que, segundo a análise realizada, está de acordo com sua linha editorial. Já na RBEF, 62% dos artigos analisados não fazem uso desse tipo de material. Constatou-se também que a maioria dessas propostas experimentais está vinculada a trabalhos de verificação e demonstração.

**Palavras chave:** estado da arte, atividades experimentais, mecânica, ensino de física

### Abstract

This is a study of documentary type that has as the "experimentation in Physics Teaching" having as cutting the specific content of Mechanics. The documentary corpus consists of articles published in RBEF and CBEF in the period from the beginning of its publications (1979 and 1984 respectively) and 2014. In this work we present the results of the analysis of low-cost proposals experimental. This analysis allowed us to verify that 84% of proposals in CBEF make use of low cost materials which, according to the analysis, is in accordance with its editorial line. In the RBEF, 62% of the analyzed articles do not use this type of material. It

was also found that most of these proposals experimental is linked to verification and demonstration work.

**Key words:** state of the art, experimental activities, mechanics, physics teaching

## Introdução

A realização de atividades experimentais tem sido vista como uma possibilidade concreta de tornar o ensino dos conteúdos das disciplinas das ciências da natureza mais atraentes para os alunos, sobretudo os da educação básica. Considera-se que, se devidamente abordadas, as atividades experimentais podem se transformar em um importante recurso pedagógico no processo de ensino-aprendizagem, pois elas têm a capacidade de atrair a atenção do aluno e de motivá-lo na compreensão dos conceitos físicos envolvidos, além de contribuir para uma formação mais ampla quando tais atividades permitem ao educando uma participação mais efetiva. (AXT e MOREIRA, 1991; ARAÚJO e ABIB, 2003; BORGES e GOMES, 2005; LABURÚ, 2006; SOARES e BORGES, 2010; ARRIGONE e MUTTI, 2011; RINALDI e GUERRA, 2011). Nesta perspectiva, entende-se que elas podem fornecer aos alunos a capacidade de abstração e de entender a relação entre a teoria e a realidade.

Todavia, há também importantes críticas ao trabalho de experimentação, sobretudo ao que é desenvolvido na educação básica e no ensino superior. Para Zanon & Freitas (2007), por exemplo, as atividades experimentais quando se destinam a ilustrar ou a comprovar teorias são limitadas e não favorecem a construção de conhecimento pelo aluno. Ainda segundo as autoras, grande parte do tempo

(...) dedicado às aulas laboratoriais é utilizada para manipulação de aparatos e realização de medições, aspectos que contribuem muito pouco para o inter-relacionamento da teoria com a experiência. Essa orientação, na qual o comportamento mecânico do aluno é requerido nas primeiras etapas do processo e o envolvimento cognitivo só advém na parte final da atividade, retrata a ênfase dada pelos professores aos objetivos relacionados apenas à aquisição de conhecimento mecânico em detrimento de objetivos que levem à compreensão da natureza da Ciência ou ao desenvolvimento de atitudes. (p.94)

Além disso, Carlos et al. (2009), apontam que a “(...) utilização de atividades experimentais ainda não se consolidou na prática da maioria dos professores.” (p. 2). Para eles, a inserção delas no currículo, “(...) ainda é alvo de muitos debates e questionamentos no meio pedagógico, principalmente, no que diz respeito ao seu papel no ensino.” (p. 2).

Para Borges (2002), vários professores entendem que a introdução de atividades experimentais seja relevante no processo de ensino e aprendizagem. Entretanto, estas atividades, muitas vezes, não são realizadas, mesmo com a presença de laboratório e equipamentos nas escolas. O autor aponta que a falta de tempo para planejar e realizar as atividades e a ausência de recursos para a compra e manutenção dos equipamentos estão entre os principais motivos apresentados pelos professores que dificultam a realização de atividades experimentais.

Uma interessante possibilidade de enfrentar a ausência de recursos para a compra e manutenção dos equipamentos e, também, a falta de espaço laboratorial, está no planejamento e na execução de atividades experimentais de baixo custo. Elas utilizam, basicamente, de materiais de baixo custo como, por exemplo, materiais reciclados. Além disso, podem ser realizadas na própria sala de aula. Laburú & Almeida (1998), Wisniewski (1990) e Quirino &

Lavarda (2001) definem material de baixo custo como materiais simples, baratos e de fácil aquisição, ou ainda, experimentos simples, preferencialmente sem custos para o professor e/ou aluno e que sejam montados por ambos. Segundo Laburú & Almeida (1998), equipamentos de baixo custo são aqueles que são “(...) substituíveis, facilmente encontrados no mercado, que tenham um grau de dificuldade reduzido em relação à sua montagem, e que nada deixem a desejar no que se refere à qualidade didático-pedagógica dos equipamentos comerciais.” (p. 72).

Para Pimentel et al. (1989), Axt e Moreira (1991), Saba et al. (1999), Valadares (2001), Micha et al. (2011) e Duarte (2012), a experimentação com materiais de baixo custo representa um recurso que pode ser usado em todas as escolas, transpondo, assim, a falta de equipamentos cuja aquisição seria inviável. Nessa perspectiva, Valadares (2011) defende a inclusão de experimentos simples com a utilização de materiais reciclados e de baixo custo como meio de estimular os alunos a terem uma atitude mais participativa no processo de ensino, além de tornar os experimentos mais acessíveis às escolas, especialmente aquelas desprovidas de recursos financeiros.

A respeito da falta de equipamentos e a impossibilidade de fazer reparos ou reposições, Axt (1991) considera que determinados experimentos podem ser desenvolvidos com materiais de baixo custo ou de custo nenhum. Entretanto, salienta que o uso desse tipo de material em experimentação não pode ser considerado como uma solução de emergência definitiva e que a solução para o ensino experimental em países como o Brasil, por exemplo, não está na utilização desse tipo de material.

Diante destas considerações, construiu-se o objetivo deste trabalho da seguinte forma: identificar e analisar características educativas nas atividades experimentais de baixo custo no campo do Ensino de Física. Especificamente, analisar estas características quanto: ao papel do professor e do aluno na atividade, nível de ensino privilegiado, tipo de roteiro utilizado e tipo de material apresentado.

O campo da Física justifica-se tendo em vista que os autores do trabalho possuem formação inicial nesta área do conhecimento. Considerando a diversidade de conteúdos propostos para este campo, considerou-se relevante fazer o recorte em Mecânica.

A escolha da Mecânica como foco deste trabalho reside em dois aspectos: a) é o tópico mais presente nas disciplinas de Física da Educação Básica; b) engloba vários conteúdos que podem ser trabalhados com o uso de atividades experimentais, possibilitando, assim, um mapeamento mais amplo das propostas experimentais que consideram este tópico. A respeito disso, Araújo e Abib (2003) afirmam que a maior parte das atividades experimentais propostas em periódicos nacionais também envolve este tema (ARAÚJO & ABIB, 2003).

## **Procedimentos Metodológicos**

A partir do objetivo proposto neste trabalho elaborou-se uma investigação do tipo documental e de natureza bibliográfica. Esta pesquisa se identifica com trabalhos que se denominam como sendo do tipo Estado da Arte. A respeito deste tipo de pesquisa, Guimarães (2011) afirma que ela visa à realização de “(...) um balanço das respectivas áreas de conhecimento, com a finalidade de diagnosticar temas relevantes, emergentes e recorrentes. Indica os tipos de pesquisa, organiza as informações existentes bem como localiza as lacunas existentes.” (p. 93).

A coleta das informações para esta investigação foi realizada nas duas principais revistas disciplinares do campo do Ensino de Física no Brasil: Revista Brasileira de Ensino de Física

(RBEF) e Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF). Esses dois periódicos foram escolhidos, conforme também é expresso por Moraes & Barbosa (2011), devido a sua importância na área de ensino de Física e na pesquisa em ensino de Física no Brasil. Também conforme expresso por Araújo & Abib (2003), eles trazem artigos procedentes de importantes instituições de ensino - daí sua expressividade - de diferentes estados, de diversos pesquisadores e de fácil acesso, permitindo, desta forma, um mapeamento mais amplo dos trabalhos que estão sendo desenvolvidos na área de ensino de Física.

O período compreendido nesta investigação inicia-se com os artigos publicados desde a primeira edição dessas revistas até o ano de 2014. Procurou-se verificar através do título do artigo se o mesmo considera a Mecânica na proposta experimental. Caso isto não fosse possível, recorria-se ao resumo da proposta apresentada no próprio artigo.

Na análise dos dados foram adotadas algumas das orientações da análise categorial, uma das diferentes técnicas que compõem a “Análise de Conteúdo” (BARDIN, 2011). Organizaram-se os dados em grupos e subgrupos a partir dos recortes feitos nos textos dos artigos que fazem parte do corpus documental.

Durante a leitura foram recortados e arquivados, com ajuda de um editor eletrônico, trechos dos textos que faziam menção aos experimentos de baixo custo da área de Mecânica. Nesses trechos buscou-se identificar características destas atividades em relação ao papel do professor e do aluno na atividade, nível de ensino privilegiado, tipo de roteiro utilizado e tipo de material apresentado.

## Caracterização dos Experimentos de Baixo Custo

Foram encontrados 125 artigos que tratam de atividades experimentais envolvendo temas relacionados à Mecânica nas duas revistas, sendo 74 na RBEF e 51 no CBEF. Levando em consideração a presença de experimentos de baixo custo nessas propostas, encontraram-se 28 na RBEF e 43 no CBEF conforme mostra a Tabela 1. Essa tabela também mostra que 57% dos artigos analisados utilizam materiais de baixo custo e 44% não os utilizam. Ao se considerar cada periódico isoladamente, constata-se que a grande maioria das propostas apresentadas no CBEF (84%) faz uso de materiais de baixo custo. Quanto a RBEF, essa predominância não se verifica, pois grande parte delas traz experimentos que requerem equipamentos mais sofisticados como aparelhos eletrônicos, computadores, etc. Desta forma, 62% dos artigos analisados deste periódico não fazem uso de materiais de baixo custo. Vale ressaltar também que 11 propostas experimentais, sendo 7 do CBEF e 4 da RBEF, utilizam conjuntamente materiais de baixo custo e outros tipos de materiais como equipamentos eletrônicos e de laboratórios, por exemplo.

Baixo Custo	RBEF	CBEF	Total
Sim	28	43	71
Não	46	8	54
<b>Total</b>	<b>74</b>	<b>51</b>	<b>125</b>

Tabela 1: Distribuição dos artigos em função do uso de materiais de baixo custo

São exemplos de propostas experimentais de baixo custo presentes no CBEF, dentre outras, a que visa demonstrar o fenômeno de Venturi por meio de folhas de papel e canudo de plástico (GRANDI, 1990) e a que faz uso de um pedaço de madeira, grampos, fita de carnaval e caneta piloto para o estudo de movimentos acelerados (LABURU, 1995). Na RBEF, tem-se, por exemplo, a que propõe o uso de espirais de encadernação como molas para o estudo da lei

de Hooke (AXT et al., 2005) e a que utiliza garrafas PET e recipientes rasos de plásticos para a discussão do conceito de pressão (CAMPOS et al., 2012).

As Tabelas 2 e 3 mostram o resultado da distribuição dos artigos considerando as propostas experimentais de baixo custo e o nível de ensino<sup>1</sup> e o grau de direcionamento<sup>2</sup>, respectivamente. Relacionando o uso de materiais de baixo custo nos trabalhos analisados com o nível de ensino, a Tabela 2 mostra que a maioria das propostas destinadas ao ensino médio faz uso de materiais de baixo custo, sendo isto mais evidente no CBEF. Na RBEF prevalecem trabalhos que não utilizam este tipo de material, sendo estes, em sua maioria, voltados para o ensino superior. Essa tabela também indica que 46% (na RBEF) e 37% (no CBEF) das propostas de experimento de baixo custo estão voltadas exclusivamente para o nível básico, enquanto que 29% (na RBEF) e 30% (no CBEF) estão direcionadas unicamente ao nível superior. Este dado é interessante porque indica que, nestas revistas, as propostas experimentais de baixo custo são voltadas para a Educação Básica.

	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Ensino Fundamental</b>	1	4	-	-
<b>Ensino Médio</b>	14	8	-	3
<b>Ensino Superior</b>	13	8	6	37
<b>Ensino Fundamental/Médio</b>	1	1	-	-
<b>Ensino Médio /Superior</b>	14	7	2	6

Tabela 2: Distribuição dos artigos em função do uso de materiais de baixo custo e nível de ensino

Os materiais de baixo custo são utilizados em atividades de demonstração, verificação e investigação, conforme apresenta a Tabela 3 que relaciona o uso de materiais de baixo custo e o grau de direcionamento. No CBEF há predomínio de atividade de demonstração e verificação. Nas de demonstração o professor tem papel central, pois ele executa toda a atividade. Cabe ao aluno observar e tomar nota do fato. Nas de verificação cabe ao professor fiscalizar a atividade do aluno e corrigir os erros de execução do trabalho. Importante ressaltar que as atividades de verificação possuem roteiros mais fechados e estruturados. Com roteiros mais fechados, o papel do aluno se restringe a cumprir as etapas indicadas no mesmo. Há pouco espaço para questionamentos e debates sobre a atividade experimental que está sendo realizada.

Observa-se que são poucas as atividades de natureza investigativa, sendo que estas são mais frequentes na RBEF. Porém, em sua maioria, são voltadas para o ensino superior. Na atividade investigativa, os roteiros são mais abertos e o aluno tem um papel mais central na realização da atividade experimental. Nestas atividades, o aluno é mais ativo na construção do próprio conhecimento. Neste caso, o papel do professor é questionar, argumentar e desafiar, orientando o processo de ensino.

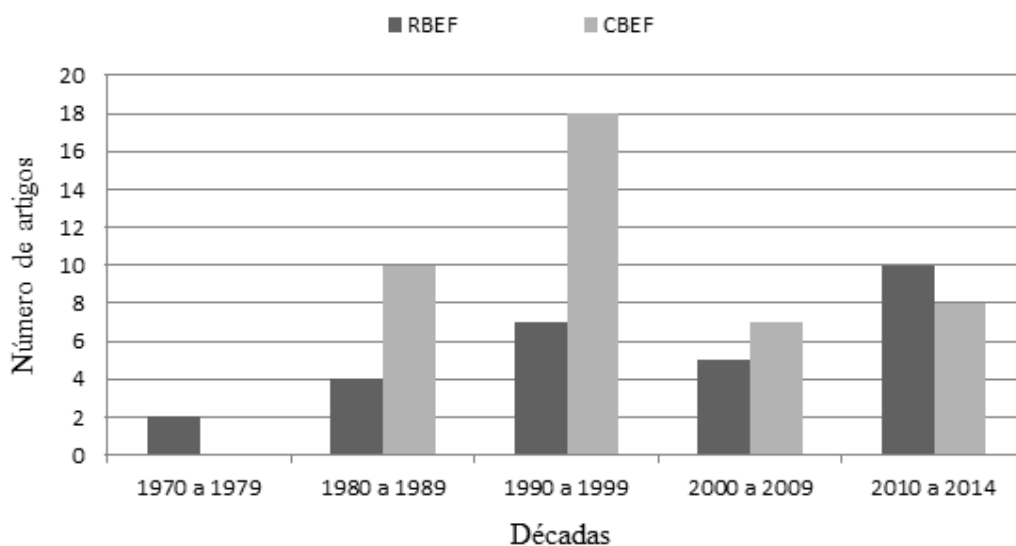
<sup>1</sup> Nível básico (fundamental e médio) e nível superior.

<sup>2</sup> Segundo Borges (2002), Araújo & Abib (2003) e Oliveira (2010), o grau de direcionamento das atividades experimentais permite situá-las em três categorias distintas, a saber: demonstração, verificação e investigação. As de demonstração, em linhas gerais, visam à demonstração de fenômenos trabalhados em sala de aula; as de verificação possibilitam ao aluno vislumbrar em aulas práticas os conceitos apresentados pelo professor em sala de aula; e as de investigação, de caráter mais aberto, permitem o estudo de fenômenos com um maior envolvimento do aluno.

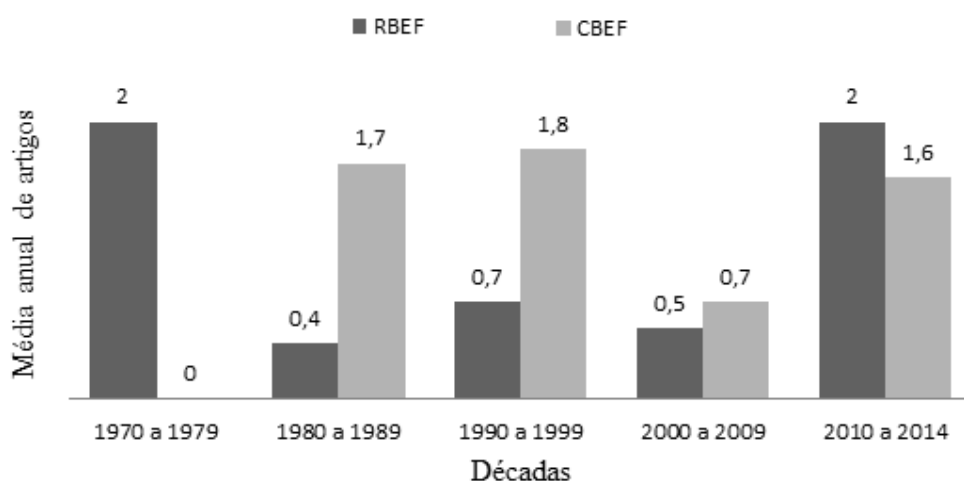
	Sim		Não	
	CBEF	RBEF	CBEF	RBEF
<b>Demonstração</b>	20	7	1	3
<b>Verificação</b>	20	10	6	36
<b>Investigação</b>	3	11	1	7

Tabela 3: Distribuição dos artigos em função do uso de materiais de baixo custo e grau de direcionamento

Relacionando o número de propostas que utilizam materiais de baixo custo com o período de tempo, o Histograma 1 traz o número dessas propostas por década e o Histograma 2 mostra a média anual das propostas que utilizam esses materiais alternativos por década.



Histograma 1: Uso de materiais de baixo custo por década



Histograma 2: Média anual de propostas que usam materiais de baixo custo por década

Sauerwein et al. (2009), que analisaram artigos voltados às atividades experimentais, publicados na RBEF e no CBEF entre o início da década de 80 e o da de 90, mostraram que na década de 1990 houve a proliferação dos chamados laboratórios de demonstração, bem

como do uso do microcomputador em laboratório e da produção de experimentos com material de baixo custo. Esse resultado é compatível com o encontrado em nossa análise, conforme pode ser visto no Histograma 1 que mostra que aproximadamente 40% das atividades com materiais de baixo custo foram propostas na década de 1990-1999. Em relação a todas as propostas experimentais analisadas por década, foram constatados que 100% correspondem às atividades com materiais de baixo custo em 1970-1979, 82% em 1980-1989, 62% em 1990-1999, 37% em 2000-2009 e 56% em 2010-2014. O Histograma 2, por sua vez, mostra que a média anual de proposta com este tipo de material é maior no período de 2010 a 2013 na RBEF. Em relação ao CBEF, essa média tem se mantido uniforme, exceto na década de 2000-2009.

É interessante observar que, conforme Axt (1991) assinala, em várias conferências internacionais realizadas ao final da década de 80 a questão dos materiais de baixo custo foi discutida, inclusive, em algumas delas, foi tratada como tema central. Certamente tais conferências influenciaram nos anos seguintes, a publicação de trabalhos que fazem uso desse tipo de material no ensino experimental o que pode ser constatado nos histogramas mostrados anteriormente.

Os dados levantados mostram que as atividades experimentais de baixo custo podem ser usadas em todos os níveis de ensino, considerando diferentes abordagens. Conforme foi constatado, o número de propostas experimentais que faz uso desse material vem aumentando no decorrer do tempo. Isso evidencia que o uso de atividades experimentais com esse tipo de material em sala de aula é amplamente defendido e que existe um esforço no sentido de que tais atividades sejam efetivadas no ensino de Física. Neste sentido, também defendemos seu uso em sala de aula, conscientes de que devidamente abordadas elas podem se tornar em uma oportunidade rica de ensino e aprendizado.

### **Considerações Finais**

As atividades experimentais se constituem em um importante recurso no processo de ensino e aprendizagem de Ciências, em particular no ensino de Física. Entretanto, seu uso não implica, necessariamente, em melhoria da qualidade de ensino se não forem criados espaços de reflexão, discussão e de desenvolvimento de ideias que motivem e cativem os estudantes a aprender Física.

Nesta perspectiva, os experimentos de baixo custo podem se constituir em um excelente recurso na educação em Física, além de poder suprir a falta de equipamentos e espaços laboratoriais. Portanto, analisando as propostas experimentais em Mecânica que fazem uso de materiais de baixo custo, os dados indicaram que esses experimentos estão presentes nas duas principais revistas da área de ensino de Física do país, ou seja, na RBEF e no CBEF. Todavia, há diferenças significativas entre estas no tratamento das atividades experimentais. A RBEF está claramente voltada para o público do ensino superior, enquanto que o CBEF se volta mais para os problemas da educação básica, pois há uma maior quantidade de propostas de experimentos de baixo custo presentes nessa revista. Este dado é compatível com a linha editorial da revista, tendo em vista que a maior parte das escolas brasileiras de educação básica carece de laboratórios didáticos bem equipados.

Outro dado relevante está no fato de que a grande maioria das propostas experimentais de baixo custo está vinculada a trabalhos de verificação e demonstração. Neste sentido, em sua maioria, os alunos deverão fazer uso de roteiros para alcançar os resultados previamente conhecidos, limitando, desta forma, sua ação. Ao professor cabe o esclarecimento de possíveis dúvidas em relação ao procedimento adotado. Neste sentido, entende-se que estes experimentos pouco contribuem para uma formação epistemológica mais crítica do aluno. Em outras palavras, atividades desta natureza não apresentam boas perspectivas para os

estudantes aprenderem sobre os processos metodológicos da atividade científica.

Por fim, contata-se que, apesar de seu número reduzido, é possível aliar atividades investigativas com o uso de materiais de baixo custo. Neste caso, esses experimentos além de serem mais acessíveis, podem proporcionar ao aluno uma formação epistemológica mais crítica, pois ele é desafiado a refletir e a tomar decisões para alcançar o objetivo pretendido. Nesse tipo de experimento, o professor assume a figura de mediador entre os alunos e o experimento a ser realizado, ou seja, faz uso de intervenções quando necessário para o esclarecimento de possíveis dúvidas.

Esses resultados mostram que atividades experimentais que utilizam materiais de baixo custo são largamente propostas nesses periódicos e que podem ser aplicadas em diferentes níveis de ensino a partir de diferentes abordagens.

## 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, p. 176-194, jun. 2003.
- ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Caderno Brasileiro Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 60-60, abr. 2011.
- AXT, R. O papel da experimentação no ensino de ciências. In: Moreira, M. A. et al. (org.) **Tópicos em Ensino de Ciências**. Porto Alegre: Sagra, 1991, p. 79-90.
- AXT, R.; BONADIMAN, H.; SILVEIRA, F.L. O uso de 'espirais' de encadernação como molas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 27, n.4, p.593-597, dez. 2005.
- \_\_\_\_\_. MOREIRA, M.A. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 13, p. 97-103, dez. 1991.
- BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011.
- BORGES, A.T. Novos Rumos para o Laboratório Escolar de Ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 9-31, dez. 2002.
- BORGES, A. T.; GOMES, A. D. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 73-74, abr. 2005.
- CAMPOS, B.S.; FERNANDES, S.A.; RAGNI, A.C.P.B.; SOUZA, N.F. Física para crianças: abordando conceitos físicos a partir de situações-problema. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 34, n.1, p.1402-1417, mar. 2012.
- CARLOS, J.G.; MONTEIRO JR., F.N.M; AZEVEDO, H.L.; SANTOS, T.P.; TANCREDO, B.N. Análise de Artigos sobre Atividades Experimentais de Física nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 2009. Florianópolis. **Anais...**, 2009, p. 1-15.
- 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, p. 525-542, set. 2012.
- GRANDI, B. C.S. Demonstre em aula: O fenômeno de Venturi. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.7, n.1, p.73, abr. 1990.
- GUIMARÃES, M.C.M. **Estado do conhecimento da alfabetização do Brasil (1994-2009)**. 2011 146 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de

Goiás, Goiânia, 2011.

LABURU, C.E. Demonstre em aula movimentos acelerados: um experimento de baixo custo para o ensino médio. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.12, n.1, p.53-55, abr. 1995.

\_\_\_\_\_. Fundamentos para um experimento cativante. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 382-404, dez. 2006.

\_\_\_\_\_. ALMEIDA, C.J. Lei de Hooke: uma comparação entre sistemas lineares. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 15, n. 1: p. 71-81, abr. 1998.

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, p. 1501-1506, mar. 2011.

MORAES, J. U.P.; BAROSA, C.J.V. TIC e aprendizagem significativa nas revistas nacionais de ensino de física: o estado da arte (2005-2010). In: XIX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Manaus. **Anais...** 2011, p. 1-10.

OLIVEIRA, J.R.S. Contribuições e abordagens das atividades experimentais no ensino de ciências: reunindo elementos para a prática docente. **Acta Scientiae**, v. 12, n. 1 p. 139-153, jan./jun. 2010.

PIMENTEL, J.R.; ZUMPANO, V.H.; YAGINUMA, L.M. Trilho de ar – uma proposta de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, v. 11, n. 1, p. 15-23, dez. 1989.

QUIRINO, W.G.; LAVARDA, F.C. Projeto “experimentos de física para o ensino médio com materiais do dia-a-dia”. **Caderno Catarinense Ensino de Física**, v. 18, n.1: p.117-122, abr. 2001.

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, p. 653-675, dez. 2011.

SABA, M.M.F.; SILVA, F.J.F.; SOUZA, R.C. A Física em um Canhão de Batatas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n.1, p.85-90, mar. 1999.

SAUERWEIN, I.P.S.; KAWAMURA, M.R., DELIZOICOV, D. O laboratório didático de física no ensino superior: contrastes e transformações. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, n.5, 2005, Bauru. **Atas...** 2005, p.1-13.

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, p. 2501-2511, abr. 2010.

VALADARES, E.C. Propostas de experimentos de baixo custo centradas no aluno e na comunidade. **Química Nova na Escola**, n. 13, p. 38-40, mai. 2001.

WISNIEWSKI, G. **Utilização de materiais de baixo custo no ensino de química conjugados aos recursos locais disponíveis**. 1990. 209 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

ZANON, D. A. V; DE FREITAS, D. A aula de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. **Ciência & Cognição**, v. 10, mar. 2007. Disponível em <[http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-58212007000100010&lng=pt&nrm=iso](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212007000100010&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em 26 de março de 2015.

**O terceiro autor deste trabalho agradece o apoio da FAPEMIG**