



ANÁLISE DE ARTIGOS SOBRE ATIVIDADES EXPERIMENTAIS DE FÍSICA NAS ATAS DO ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

ANALYSIS OF PAPERS ON EXPERIMENTAL ACTIVITIES IN PHYSICS IN THE PROCEEDINGS OF THE NATIONAL MEETING OF RESEARCH IN SCIENCE EDUCATION

Jairo Gonçalves Carlos¹

**Francisco Nairon Monteiro Júnior², Hernani Luiz Azevedo³,
Thiago Pereira dos Santos⁴, Bruno Nogueira Tancredo⁵**

1 SEE-DF; UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, jairogc@uol.com.br

2 UFRPE; UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, naironjr@ded.ufrpe.br

3 UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, hernani@fc.unesp.br

4 UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, thiagosantos@fc.unesp.br

5 UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, bntancredo@hotmail.com

Resumo

Os aparatos experimentais constituem uma das importantes ferramentas no ensino da física. Seu uso tem sido feito de diversas formas, a partir de diversos referenciais educacionais. Desde as atividades de laboratório tradicionais, onde os alunos são treinados no uso de precisos instrumentos de medição e na realização de experimentos controlados em tradicionais instrumentos de laboratório, até aquelas desenvolvidas com aparatos experimentais mais simples, onde se busca uma discussão conceitual, tais atividades são fundamentais na formação dos professores de física. No intuito de revelar o quadro de tais tendências, apresentamos um levantamento construído a partir da análise dos artigos publicados nas Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Palavras-chave: Ensino experimental, laboratório de física.

Abstract

The experimental apparatus constitute one of the most important tools in physics teaching. They have been used in many different ways, from different educational approaches. Since

traditional laboratory activities, in which pupils are trained in the use of accurate measurement instruments and in the realization of controlled experiments in traditional instruments of laboratory, until those activities developed with simple instruments, in which a conceptual debate comes, such activities are fundamental ones in formation of physics teachers. In order to show such tendencies, we show a survey from the analysis of articles published in the Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC).

Keywords: Experimental teaching, physics lab.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, muitos problemas no ensino de Física têm sido investigados na tentativa de se colaborar para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem dessa disciplina no Brasil e no mundo. Em muitos desses estudos, a realização de experimentos em laboratório, ou fora desse ambiente, tem sido apresentada como uma maneira de se colaborar efetivamente para esse propósito.

No entanto, o que se observa é que, apesar de alguns esforços, a utilização de experimentos ainda não se consolidou na prática da maioria dos professores dessa ciência no país. E, apesar do caráter fortemente experimental das produções científicas na Física, a inserção de atividades experimentais no currículo, embora recomendada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 1999) e reconhecida como importante por boa parte dos professores do ensino médio (BORGES, 2002; MOREIRA; AXT, 1991) e pesquisadores (ARAÚJO; ABIB, 2003), ainda é alvo de muitos debates e questionamentos no meio pedagógico, principalmente, no que diz respeito ao seu papel no ensino.

Alguns pesquisadores defendem que o uso de atividades experimentais é fundamental para que o aluno compreenda como “fazer ciência”. Outros acreditam não ser possível o aluno reproduzir e menos ainda compreender a atividade do cientista profissional, devido a sua complexidade. Dessa forma, tais concepções acerca da natureza da ciência e do ensinar ciência acabam por fundamentar diferentes interpretações e estilos de se conduzir as atividades experimentais tanto no nível básico quanto no superior, conforme discutiremos mais adiante.

Além desses, outros fatores concorrem para o atual contexto marcado pela escassez de atividades experimentais, principalmente no ensino básico, onde os objetivos de ensino dificilmente se associam com o de formar o cientista profissional. Dentre os argumentos para a falta de iniciativas no uso de experimentos, destacam-se a falta de recursos materiais, equipamentos, laboratórios, a quantidade excessiva de alunos por turma, a falta de técnicos que auxiliem os professores na preparação do laboratório e dos experimentos, a insuficiência de tempo durante as aulas para a realização de tais atividades, a omissão dos governantes, as deficiências na formação inicial e continuada dos docentes para a realização desse tipo de atividade, dentre outros.

Diante de tal contexto, nos propomos a analisar a produção de trabalhos propondo atividades experimentais no ensino da física em todas as edições do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) para averiguar como os ecos dessas discussões e problemáticas aparecem ao longo dos anos nesse evento tão representativo das

produções na área e como as abordagens de ensino com o uso de experimentos evoluíram nesse período, acompanhando as tendências no ensino de ciências.

Convém ressaltar que o presente trabalho é parte de uma investigação mais ampla sobre o estado da arte no uso de experimentos no ensino de física, na qual se analisará a produção acadêmica sobre o tema em questão nos principais periódicos nacionais, como: Ciência e Educação, Revista Brasileira de Ensino de Física, Física na Escola, Caderno Brasileiro de Ensino de Física, Ensaio, Investigação em Ensino de Ciências, Ciência e Ensino, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências e Alexandria e nos principais eventos nacionais, como o Encontro de Pesquisa em Ensino de Física (EPEF), o Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e o Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF).

TENDÊNCIAS NO USO DA EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA

A evolução das discussões sobre o papel das atividades experimentais no ensino de física se confunde com a própria história da pesquisa em ensino de ciências e da física propriamente dita, pois como já dissemos, essa questão sempre gerou muitas polêmicas no meio acadêmico, não sendo sua utilização no ensino algo amplamente concretizado e consensual.

Um primeiro passo muito significativo acerca do uso de experimentos no ensino de ciências foi dado na década de 60, na qual os Estados Unidos, motivado pela Corrida Espacial, mobilizou alguns de seus cientistas para desenvolver projetos voltados para o ensino de ciências, visando à formação de uma futura elite científica e à descoberta de jovens talentos para o meio científico, investindo grandes quantias em dinheiro no ensino básico. Esses projetos como afirma Krasilchik (2000) ficaram conhecidos na literatura especializada como “sopa alfabética” devido ao amplo reconhecimento das siglas que os representavam. Assim, dentre os diversos projetos propostos destacaram-se os projetos de Física – Physical Science Study Committee (PSSC); de Biologia – Biological Science Curriculum Study (BSCS); de Química – Chemical Bond Approach (CBA), além dos projetos desenvolvidos pela Fundação Nuffield na Inglaterra. Todos esses projetos acabaram exercendo forte influência na prática do ensino de ciências no Brasil, muitos deles inclusive foram adaptados para serem aplicados aqui no Brasil.

A idéia básica por trás dessa proposta era desenvolver as capacidades científicas nos alunos por meio de atividades práticas baseadas principalmente no uso da experimentação no ensino numa tentativa de reproduzir no âmbito escolar a prática do cientista profissional, levando os alunos a “fazer ciência”, a ciência do cientista. Tais propostas culminaram em abordagens de ensino fortemente voltadas para práticas de laboratório guiadas por uma visão rígida e tradicional do método científico.

Além do mais, a implementação desses projetos disseminou uma abordagem de ensino compromissada com a verificação de leis e teorias mediante o uso de aparatos experimentais em condições rigorosamente controladas, tal qual ocorre em muitos laboratórios de pesquisa tradicionais. E para assegurar o sucesso dessas práticas experimentais, o aluno deveria seguir um conjunto de procedimentos previamente definidos e prescritos em roteiros de aula experimental. Essa prática tornou-se modelar e amplamente disseminada entre os professores e até hoje ainda representa boa parte das atividades experimentais realizadas no ensino. Por esse motivo, essa abordagem é reconhecida como laboratório tradicional, no meio acadêmico.

Segundo Borges (2002), as abordagens do laboratório tradicional são variadas e tem suas vantagens como o trabalho em pequenos grupos, o caráter informal das aulas, a possibilidade de realizar medidas, fazer observações, testar leis científicas, ilustrar idéias e conceitos aprendidos em sala de aula, descobrir ou formular uma lei sobre um fenômeno específico, dentre outros. Por outro lado, o autor menciona algumas críticas ao laboratório tradicional, dentre as quais se destacam a dissociação entre a prática e a teoria, muito comum em muitas propostas; a falta de relevância de tais atividades do ponto de vista do estudante, uma vez que tanto o problema como o procedimento já são previamente determinados; o excesso de tempo gasto na montagem e execução do experimento, restando pouco tempo para a análise e interpretação dos resultados.

Quando a abordagem experimental é direcionada para a verificação de leis e teorias, Borges (2002) alerta que

“[...] o estudante logo percebe que sua 'experiência' deve produzir o resultado previsto pela teoria, ou que alguma regularidade deve ser encontrada. Quando ele não obtém a resposta esperada, fica desconcertado com seu erro, mas, se percebe que o 'erro' pode afetar suas notas, ele intencionalmente 'corrige' suas observações e dados para obter a 'resposta correta', e as atividades experimentais passam a ter o caráter de um jogo viciado. Infelizmente este é daquele tipo de jogo que se aprende a jogar muito rapidamente.” (p. 299)

Moreira e Ostermann (1993) também apontam as limitações das abordagens inspiradas numa visão rígida do método científico ao afirmar que

“[...] esta visão de ciência veiculada ao aluno por autores e professores não é só deles: vem da própria ciência. Os cientistas, em geral, pensam que o conhecimento é tirado da natureza. Mas o que há de errado com esta idéia de método científico? Afinal, os cientistas não observam, fazem hipóteses, experimentam, medem, estabelecem relações, obtêm resultados, formulam teorias e descobrem leis? A resposta é sim; o problema é que a atividade científica não é uma espécie de receita infalível como parecem sugerir os livros didáticos e como os professores podem estar ensinando.” (p. 113)

Questões como essas associadas às pesquisas da área de ensino de ciências abriram caminho para a emergência de uma visão mais atual e menos rígida do fazer e do ensinar ciências, culminando na proposta de novas abordagens para o ensino com o uso de experimentos.

Tais propostas lançam um olhar mais crítico e flexível sobre o papel da atividade experimental no ensino e adotam uma perspectiva que cada vez mais tende para o construtivismo; na medida em que, segundo essa vertente, a visão de ciência deixa de ser meramente algo que se produz sob o rigor do método científico de forma rígida e algorítmica e passa a ser considerada como uma construção baseada num método científico não-linear, sendo um saber produzido por seres humanos que pensam, sentem e fazem (MOREIRA; OSTERMANN, 1993):

“A produção do conhecimento científico é uma construção. A idéia de ciência como construção humana e a de aprendizagem de ciências como uma construção de cada aprendiz estão na base do que hoje se chama de construtivismo. A visão de ciência predominante hoje é a de construção: o homem constrói o conhecimento científico. [...] o aprendiz é construtor de seu próprio conhecimento. Em ambos os casos, no entanto, essa construção não é um processo cumulativo, linear.

Existem crises, rupturas, profundas remodelações nessas construções. Conhecimentos cientificamente aceitos hoje poderão ser ultrapassados amanhã. A ciência é viva.” (p. 115)

Sauerwein, Kawamura e Delizoicov (2005) em sua análise sobre a situação do laboratório didático no ensino superior, constataram a existência de dois períodos distintos, no que diz respeito à produção de pesquisa sobre o uso de experimentos no ensino. Em seu trabalho, situaram o primeiro período na década de 80 e o segundo, na década de 90. A partir disso, se propuseram a “analisar as possíveis semelhanças e contrastes entre esses dois períodos históricos, buscando identificar as transformações pelas quais passou a pesquisa nacional sobre o laboratório didático, na passagem de um período a outro.” (p. 2)

Tal análise revelou que, na década de 80, houve uma sensível predominância de artigos na qual se propunha atividades experimentais sobre aqueles que discutiam a forma de se trabalhar o laboratório didático. Além do mais, segundo os autores,

“Em todo este conjunto [em referência aos artigos analisados] observa-se uma preocupação em avaliar se as estratégias didáticas adotadas estão cumprindo o papel de caracterizar o fazer de um cientista para os alunos: identificar conceitos, fatos, relações, leis e princípios físicos envolvidos nas experiências.” (SAUERWEIN; KAWAMURA; DELIZOICOV, 2005, p. 5)

Como se pode ver, no primeiro período, a ênfase das pesquisas se comprometiam com a “ciência do cientista” e com a obediência a um método científico rígido e único.

Já na década de 90, os autores constataram um leve predomínio dos artigos que discutiam estratégias de trabalho dentro do laboratório didático sobre os que propunham atividades experimentais. Segundo os autores, nesse período:

“Há uma diversidade maior dessas discussões: a preocupação com o chamado método científico ainda está presente, contudo centrado no aluno, ou seja, desenvolver a postura investigativa de modo que no futuro ele consiga trabalhar de forma autônoma (aspectos de formação). Está presente também a preocupação com a aprendizagem significativa da Física ao abordar questões problematizadoras para que o aluno desenvolva, além da capacidade de se questionar, a de aprender os conceitos envolvidos num determinado problema proposto. Aparecem artigos que discutem equipamentos alternativos de baixo custo. Destaca-se o uso de atividades experimentais do tipo ‘demonstração’.” (SAUERWEIN; KAWAMURA; DELIZOICOV, 2005, p.7)

Da citação acima, concluímos que a diversificação das discussões com o deslocamento do foco de atenção para o aluno, a preocupação com a aprendizagem significativa, dentre outras inovações, sugerem um amadurecimento das pesquisas sobre o uso de experimentos no ensino decorrente da incorporação das novas tendências no ensino de ciências.

Outro aspecto relevante desse período é 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.

Se por um lado, a diversificação das abordagens possíveis no uso de experimentos no ensino nos parece positiva e demonstra sinais de maturação das pesquisas nessa temática; por outro, a prática da maioria dos professores ainda continua segundo os ditames das abordagens típicas do primeiro período histórico, pois como reconhece Borges (2002), a maioria dos professores das escolas de nível básico e até do superior que atuam no

laboratório não têm contato com as idéias mais recentes sobre experimentação e ainda permanecem reproduzindo as abordagens que lhes são familiares, na qual foram formados.

“Mesmo em locais com forte tradição de ensino experimental, por exemplo, nos cursos superiores e cursos das escolas técnicas, quase nunca ocorre o planejamento sistemático das atividades, com a explicitação e discussão dos objetivos de tal ensino. A formulação de um planejamento para as atividades de ensino, quando existe, destina-se mais a atender às demandas burocráticas do que explicitar as diretrizes de ação do professor e dos estudantes, ao longo de um curso. Assim, o professor trabalha quase sempre com objetivos de ensino pouco claros e implícitos, confiando em sua experiência anterior com cursos similares. Com isso, os estudantes não percebem outros propósitos para as atividades práticas que não os de verificar e comprovar fatos e leis científicas.” (BORGES, 2002, p. 298 e 299)

Permanece então o desafio de tornar as novas propostas amplamente conhecidas e aplicadas tanto no ensino básico quanto no ensino superior. Pois, dessa dinâmica depende a evolução das discussões sobre o papel da experimentação no ensino e a melhoria da qualidade da formação científica dos nossos alunos.

Entendemos que a diversificação de métodos e abordagens de ensino experimental discutida acima exige da comunidade científica um esforço no sentido de sistematizar e, com isso, colaborar para uma compreensão mais profunda das transformações ocorridas nas estratégias de experimentação, procurando desvelar todas as suas nuances e encorajar sua aplicação nos mais diversos contextos escolares. Algumas tentativas de sistematização e classificação foram feitas, como veremos a seguir.

ALGUMAS ABORDAGENS POSSÍVEIS PARA O LABORATÓRIO DIDÁTICO

Araújo e Abib (2003) fizeram um levantamento sobre a produção recente na área de investigações sobre a utilização da experimentação como estratégia de ensino de Física, na qual analisaram os trabalhos publicados no período de 1992 a 2001 com base em cinco parâmetros:

1. Ênfase matemática
2. Grau de direcionamento nas atividades
3. Utilização de novas tecnologias
4. Relação com o cotidiano
5. Construção de equipamentos

Particularmente, nos interessa analisar o parâmetro “grau de direcionamento nas atividades”, pois nesse quesito se enquadram mais especificamente os estilos de abordagem das aulas experimentais que representam os diferentes enfoques utilizados na experimentação voltada para o ensino. Segundo os autores, com esse parâmetro

“Procurou-se verificar o grau de direcionamento das atividades propostas em função de seu caráter de Demonstração, Verificação ou Investigação e, neste sentido, procurou-se destacar se estas atividades apresentam elementos que as aproximariam mais do ensino tradicional ou se elas apresentariam maior afinidade com métodos investigativos de uma abordagem construtivista.” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 177)

Como se pode ver, os autores identificaram três enfoques principais para as atividades de laboratório: demonstração, verificação e investigação. Além do mais, parece-

nos clara a preocupação em analisar se tais atividades foram realizadas numa perspectiva de ensino tradicional ou construtivista.

Segundo os autores, uma das modalidades de experimentação mais utilizada é a de demonstração e ela costuma ser desenvolvida através de dois processos metodológicos distintos que eles denominaram Demonstrações Fechadas e Demonstrações/Observações Abertas. Em suas próprias palavras,

“...enquanto as demonstrações fechadas se caracterizam principalmente pela simples ilustração de um determinado fenômeno físico, sendo uma atividade centrada no professor que a realiza, as atividades de demonstração/observação aberta incorporam outros elementos, apresentando uma maior abertura e flexibilidade para discussões que podem permitir um aprofundamento nos aspectos conceituais e práticos relacionados com os equipamentos, a possibilidade de se levantar hipóteses e o incentivo à reflexão crítica, de modo que a demonstração consistiria em um ponto de partida para a discussão sobre os fenômenos abordados, com possibilidade de exploração mais profunda do tema estudado.” (ARAÚJO; ABIB, 2003, p. 181)

Alves Filho (2000), por sua vez, desenvolveu uma pesquisa na qual se propôs a realizar um resgate histórico de algumas propostas de laboratório didático. Nesse estudo, ele identificou cinco propostas básicas:

1. Experiências de cátedra ou laboratório de demonstrações
2. Laboratório tradicional ou convencional
3. Laboratório divergente
4. Laboratório de projetos
5. Laboratório biblioteca

O laboratório de demonstrações ou experiências de cátedra se caracteriza pela realização de experimentos por parte do professor, onde ao aluno é reservado o papel de mero espectador. Já o laboratório tradicional ou convencional se caracteriza pela participação do aluno na montagem e/ou execução do experimento, no entanto, o autor salienta que nesse tipo de abordagem o aluno muitas vezes exerce o papel de mero executor, seguindo um roteiro experimental. No laboratório divergente, já não há um roteiro estruturado, havendo assim maior liberdade do aluno na definição do problema, elaboração de hipóteses, montagem do experimento e definição das variáveis, porém é importante que o aluno já tenha alguma familiaridade com os equipamentos e procedimentos mais comuns do laboratório. O laboratório de projetos seria aquele na qual se realiza os ensaios de pesquisa no âmbito de projetos financiados por órgãos de fomento ou outras instituições na qual se realiza pesquisas que serão publicadas no futuro. E, finalmente, o laboratório biblioteca é aquele na qual os experimentos já estão previamente montados e se oferece roteiros experimentais de execução simplificada e rápida; nesse tipo de laboratório, o estudante pode realizar dois ou mais experimentos durante uma única aula.

É interessante mencionar que Alves Filho ao realizar sua pesquisa, explicita sua intenção em analisar abordagens mais antigas, sendo algumas delas já abandonadas na prática, mas que tiveram sua importância no contexto em que foram propostas. Com isso, o autor reconhece que deixou de analisar muitas das propostas mais recentes, pois – segundo ele – tais propostas tendem mais para uma perspectiva construtivista, priorizando assim aspectos mais relacionados à análise das explicações e idéias prévias dos alunos, não focando o uso do experimento como instrumento de ensino da física. Esse autor é, portanto,

um crítico das abordagens experimentais construtivistas, chegando a considerá-las “raras e bastante incipientes” (ALVES FILHO, 2000, p. 176).

ASPECTOS METODOLÓGICOS

A seleção dos artigos que compõem esse levantamento foi realizada a partir das Atas do ENPEC desde a sua primeira edição, em 1997, até a sexta, realizada em 2007. Essa seleção abrangeu tanto os trabalhos apresentados em seções de comunicação oral como em painéis. O critério de seleção adotado seguiu duas diretrizes:

- 1) Seleção dos artigos que constituem o nosso referencial teórico, na qual priorizamos artigos que discutem as abordagens de laboratório didático de caráter mais geral com ênfase nos enfoques possíveis. Tais artigos foram obtidos em diversos periódicos e anais de eventos nacionais na área de ensino de ciências ou de física;
- 2) Seleção dos trabalhos que versam sobre propostas de atividades experimentais propriamente ditas voltadas para o ensino de Física, estes foram selecionados exclusivamente a partir das atas das seis edições do ENPEC.

Os trabalhos sobre experimentos de física apresentados no ENPEC serão analisados e classificados de acordo com o conteúdo de física ao qual se referem e a abordagem metodológica ao qual se enquadram. Este último aspecto é de particular interesse para compreendermos a evolução das pesquisas na área e até que ponto as tendências do ensino de ciências influenciaram as práticas experimentais no ensino de Física. Para isso, adotamos os seguintes critérios para a categorização dos trabalhos:

- ◆ Experimentos demonstrativos com aparatos de montagem simples (DS): propostas de atividades experimentais de caráter demonstrativo, a partir de montagens experimentais simples, utilizando-se, muitas vezes, de sucatas e de objetos do cotidiano. Neste enfoque, as propostas experimentais buscam ilustrar conceitos e fenômenos estudados anteriormente na sala de aula numa postura verificacionista dos conteúdos abordados, subtendendo a ciência como uma leitura objetiva da realidade.
- ◆ Experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples (Q): Propostas a partir de aparatos que podem ser montados por professores do ensino médio. Em muitos dos artigos os esquemas de montagem são apresentados detalhadamente. Nesta categoria, enquadram-se as propostas que buscam realizar medições a partir dos aparatos montados. Muito embora tais dispositivos não sejam tão precisos quanto os aparatos profissionais, as atividades parecem objetivar o desenvolvimento de uma suposta “habilidade científica”, no cuidado com o processo de medição, utilização da teoria dos erros, em direção à formação no aluno de uma metodologia da ciência experimental.
- ◆ Experimentos quantitativos com aparatos sofisticados (QS): Nesta categoria estão enquadrados os artigos nos quais subjaz a mesma tendência da categoria anterior (desenvolvimento de habilidades científicas) mas que se utilizam de aparatos experimentais mais sofisticados e precisos, tais como aqueles utilizados nos laboratórios de física básica das universidades, produzidos por firmas conceituadas tais como a Phiwe (http://www.phywe.de/e_index.html) e a Edutek Instrumentation (<http://www.edutekinstrumentation.com/>). Nesta categoria, encontram-se ainda as propostas com as famosas fichas de laboratório com roteiros prontos, onde os passos das atividades já estão programados. Consideramos também as propostas do uso do computador e das interfaces digitalizadoras, tais como placas de som ad/da, portas

- seriais e USB, além de instrumentos e dispositivos MIDI. Tais equipamentos são utilizados na aquisição e processamento de dados nas experiências.
- ◆ Experimentos problematizadores (P): Nesta categoria enquadram-se as atividades experimentais que se baseiam numa proposta de ensino investigadora. Neste caso, o experimento joga um papel importante como ponte de ligação entre os conteúdos que se quer ensinar e os conhecimentos e experiências que os alunos possuem, materializados através de suas interpretações. Propostas onde se busca a análise da adequação das teorias às experiências e não das experiências às teorias, ligações com o cotidiano, propostas interdisciplinares, tentando traduzir a física como linguagem, construção metafórica, consonante com uma visão de ciência realista crítica. Também foram consideradas aqui propostas de experiências onde se busca aliar o ensino de física ao lúdico e ao inusitado, misterioso.
 - ◆ Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos (RH): Nesta categoria se inserem atividades a partir de reconstruções de experimentos históricos, fidedignas ou híbridas¹, tanto quando apenas o aparato é retirado do seu contexto histórico para ser utilizado nas atividades experimentais, quanto quando é resgatada a importância deste aparato na gênese e no desenvolvimento das idéias no contexto histórico em que se insere. Neste caso, as atividades são guiadas por este referencial histórico.
 - ◆ Experimentos para portadores de necessidades especiais (NE): catalogamos também as quase ausentes propostas de experimentos direcionados a alunos com deficiência visual.

Ao elaborar tais critérios, consideramos que mesmo as atividades demonstrativas mais simples possuem potencialidades didáticas. Em tempo, esclarecemos que, tanto no processo de catalogação quanto no de análise, optamos por não enquadrar os artigos em visões epistemológicas da ciência, pois, na maioria deles, não há uma explicitação de tais crenças.

CATALOGAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS OBTIDOS

Nesta seção apresentaremos os dados obtidos na catalogação dos artigos concomitantemente à análise destes dados, apontando as prováveis tendências subjacentes às atividades experimentais propostas. Para tanto, fizemos dois tipos de levantamento dos dados. No primeiro, catalogamos os artigos a partir dos conteúdos curriculares do ensino da física de que tratavam. Tais resultados estão delineados na tabela 1. No segundo, catalogamos os mesmos artigos a partir das categorias discutidas na seção anterior que, por sua vez, estão dispostos na tabela 2.

Catalogação dos artigos a partir dos conteúdos disciplinares

Para proceder à catalogação dos artigos neste tópico, distribuimos os conteúdos curriculares do ensino de física em oito grandes blocos, conforme mostrado nas legendas que se encontram abaixo da tabela 1. Muito embora a mecânica dos fluidos possa ser entendida como constituinte da mecânica clássica, uma vez que trata da estática e da dinâmica de fluidos a partir de sistemas de forças e teoremas de conservação emprestados da mecânica,

¹ Assumimos como reconstrução híbrida de um aparato aquela que não é igual à construção original do aparato, mas que guarda os mesmos princípios de funcionamento.

registramos a catalogação à parte por fazer uso de conceitos como densidade, pressão, além de princípios específicos da mecânica dos fluidos, tais como Arquimedes, Pascal e Stevin. Por outro lado, a coluna outros temas compreende artigos que versam sobre temas que não foram contemplados nos outros blocos, tais como a astronomia e a metrologia, dentre outros.

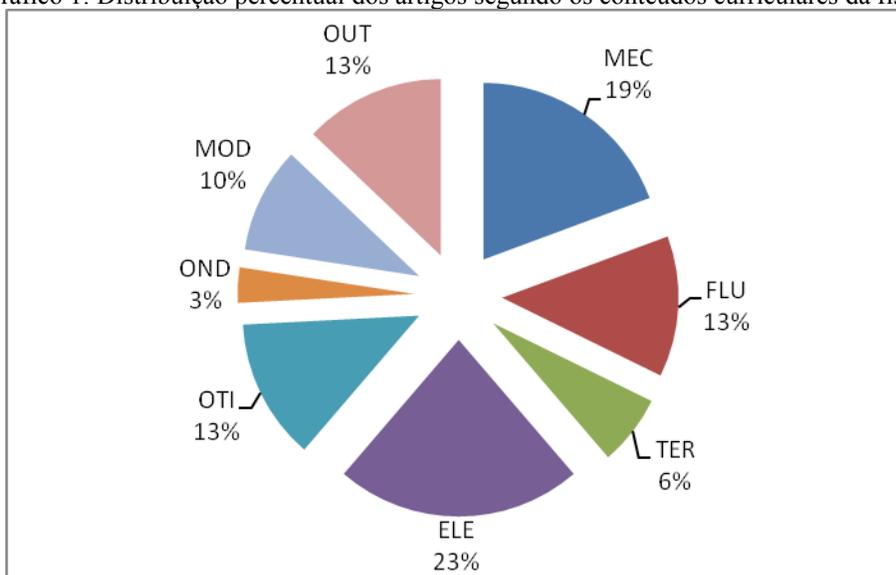
Tabela 1: Distribuição dos artigos por conteúdos

Periódicos	Conteúdos no ensino da física							
	MEC	FLU	TER	ELE	OTI	OND	MOD	OUT
I ENPEC (1997)	-	-	-	3	1	-	-	2
II ENPEC (1999)	-	-	-	-	1	-	-	-
III ENPEC (2001)	1	-	-	-	1	-	2	-
IV ENPEC (2003)	2	1	-	2	-	-	1	2
V ENPEC (2005)	2	-	2	2	-	-	-	-
VI ENPEC (2007)	1	3	-	-	1	1	-	-
Total de artigos por conteúdo	6	4	2	7	4	1	3	4

Legendas: Mecânica (MEC); Mecânica dos fluidos (FLU); Termodinâmica (TER); Eletromagnetismo (ELE); Ótica (OTI); Mecânica ondulatória e acústica (OND); Física moderna e contemporânea (MOD); Outros temas (OUT)

Foram encontrados apenas 31 trabalhos ao longo das seis edições do ENPEC. O gráfico 1 apresenta de forma mais clara o percentual de distribuição dos trabalhos segundo os conteúdos abordados.

Gráfico 1: Distribuição percentual dos artigos segundo os conteúdos curriculares da física



No gráfico 1, nota-se o predomínio do conteúdo de mecânica, que seria muito mais marcante caso não tivéssemos feito a distinção entre mecânica e mecânica dos fluidos. Resultado semelhante foi encontrado com o levantamento realizado nos principais periódicos nacionais (AZEVEDO, et al., 2009)

Catálogo e análise dos Artigos a partir das categorias construídas

Nesta seção apresentaremos o resultado da análise dos artigos segundo as categorias formatadas para este fim. A tabela 2 a seguir apresenta o resultado de tal catalogação, estando dispostos nas colunas os quantitativos de artigos de cada edição do ENPEC, divididos segundo as seis categorias de análise.

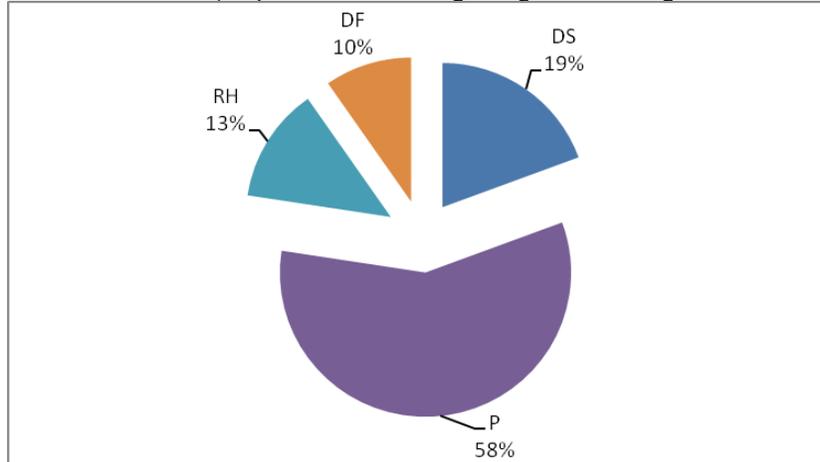
Tabela 2: Distribuição dos artigos por categoria

Periódicos	Categorias de análise						TOTAL
	DS	Q	QS	P	RH	DF	
I ENPEC (1997)	1	-	-	4	1	-	6
II ENPEC (1999)	-	-	-	-	1	-	1
III ENPEC (2001)	1	-	-	2	1	-	4
IV ENPEC (2003)	-	-	-	7	-	1	8
V ENPEC (2005)	2	-	-	2	1	1	6
VI ENPEC (2007)	2	-	-	3	-	1	6
Total de artigos por categoria	6	-	-	18	4	3	31

Legendas: Experimentos demonstrativos com aparatos de montagem simples (DS); Experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples (Q); Experimentos quantitativos com aparatos sofisticados (QS); Experimentos problematizadores (P); Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos (RH); Experimentos para portadores de deficiência visual (DF)

O gráfico 2 mostra os resultados da tabela 2 em termos percentuais com destaque para a predominância dos experimentos problematizadores sobre os demonstrativos que, no nosso ponto de vista, é uma evidência do impacto das recentes pesquisas em educação em ciências sobre as abordagens de ensino com o uso de experimentos, uma característica comum do segundo período de evolução das pesquisas nessa área, conforme discutido nesse trabalho. É interessante notar que essa predominância ocorre basicamente desde a primeira edição do evento, em 1997, momento em que as tendências construtivistas já ganhavam espaço no cenário das pesquisas em educação no país. A ausência de trabalhos explicitamente voltados para os aspectos quantitativos, seja com o uso de aparato experimental simples ou sofisticados, é um outro aspecto que corrobora tais fatos.

Gráfico 2: Distribuição percentual dos artigos segundo as categorias de análise



Em nossa pesquisa, constatamos que a maioria dos trabalhos analisados adota uma postura mais problematizadora (ALMEIDA; BARBOSA; MEDEIROS, 1997; CANALLE, 1997; LIMA; MEDEIROS, 1997; LINS; MEDEIROS, 1997; HERNANDES; CLEMENT; TERRAZZAN, 2001a; MONTEIRO, I.; MONTEIRO, M.; GASPAR, 2003; EIRAS, 2003; ZANON; FREITAS, 2003; VILLANI; NASCIMENTO, 2003; GOMES; BORGES, 2003; LUNARDI; TERRAZAN, 2003; HERNANDES; CLEMENT; TERRAZAN, 2003; NERO; FAGAN, 2005; SANTINI; TERRAZZAN, 2005; NASCIMENTO; GOBARA, 2007; IRIAS, et al, 2007; RODRIGUEZ, et al, 2007; BIASOTO; CARVALHO, 2007) do que verificacionista (TREVISAN; LATTARI, 1997; PINHEIRO; COSTA, 2007). Nesse sentido, encontramos trabalhos que lançam mão de interfaces digitais, fazendo uso de microcomputadores para a coleta de dados através de sensores (HERNANDES; CLEMENT; TERRAZZAN, 2001b; BORGES, et al, 2001) ou até mesmo para a realização de simulações (KROETZ; SERRANO, 2005; SANTOS; FERRARA JR., 2005); enquanto outros se propõem a realizar atividades experimentais baseadas em reconstruções de aparatos históricos (LUCENA; MEDEIROS, 1997; MOZENA; ALMEIDA, 1999; MEDEIROS; MONTEIRO, 2001; PAULA; LARANJEIRAS, 2005). No entanto, uma proposta recente e muito promissora é a de desenvolver atividades experimentais para estudantes com deficiência visual e/ou auditiva (CAMARGO; SILVA, 2003; CAMARGO; SILVA, 2005; SOUZA; LEBEDEFF; BARLETTE, 2007). Por esse motivo, optamos por criar uma categoria à parte para classificar tais propostas, dada sua recentidade.

CONCLUSÃO

Vimos neste trabalho que o nível das propostas de atividades experimentais no ensino de Física tem amadurecido com o avanço das tendências no ensino de ciências, passando de uma postura tradicional, rigidamente estruturada e verificacionista para uma postura mais problematizadora, aberta e investigativa. Esses dois paradigmas parecem ser bem marcantes e perceptíveis quando olhamos para as pesquisas e levantamentos acerca do tema. No entanto, ainda notamos que muitas dessas novas idéias e propostas para o laboratório didático ainda não repercutiram amplamente nas práticas de ensino de laboratório a nível médio e superior. De maneira que, nas escolas, as aulas experimentais ainda tem seguido um viés tradicional e verificacionista, uma vez que os professores tem sido reprodutores de abordagens já conhecidas e cristalizadas pelo tempo. Assim sendo, é fundamental que novas abordagens como as que emergem no cenário das pesquisas em educação, que aqui evidenciamos, sejam incorporadas nos programas dos cursos de formação inicial e continuada com o objetivo de se criar uma nova cultura e uma nova visão acerca do papel da experimentação no ensino da física. Nesse sentido, o ENPEC tem sido uma boa referência, no entanto, acreditamos que seria interessante uma intensificação das pesquisas sobre essa problemática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A.; BARBOSA, E.; MEDEIROS, A. J. G. A física dos brinquedos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 609.

ALVES FILHO, José de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 17, n. 2, p. 174-188, ago. 2000.

ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira; ABIB, Maria Lúcia Vital dos Santos. Atividades experimentais no ensino de física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 25, n. 2, p. 176-194, jun. 2003.

AZEVEDO, H. L.; MONTEIRO JÚNIOR, F. N.; SANTOS, T. P. dos; TANCREDO, B. N.; CARLOS, J. G.; NARDI, R. **O uso do experimento no ensino da física: tendências a partir do levantamento dos artigos em periódicos da área no Brasil**. Bauru, 2009. (Trabalho submetido ao VII ENPEC)

BIASOTO, J. E.; CARVALHO, A. M. P. Análise de uma atividade experimental que desenvolva a argumentação dos alunos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

BORGES, A. T.; BORGES, O. N.; SILVA, M. V. D.; GOMES, A. D. T. A resolução de problemas práticos no laboratório escolar. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001. 1 CD-ROM.

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 19, n. 3, p. 291-313, dez. 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria e Educação Básica. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

CANALLE, J. B. G. Explicando astronomia com uma bola de isopor. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 611.

CAMARGO, E. P.; SILVA, D. Ensino de física e alunos com deficiência visual: análise e proposta de procedimentos docentes de condução de atividades de ensino. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

_____. Atividade e material didático para o ensino de física à alunos com deficiência visual: queda dos objetos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

EIRAS, Wagner da Cruz Seabra. Investigando as atividades demonstrativas no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

GOMES, A. D. T.; BORGES, A. T. Percepção de estudantes sobre desenhos de testes experimentais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

HERNANDES, C. L.; CLEMENT, L.; TERRAZZAN, E. A. O uso de roteiros abertos em atividades experimentais: exemplos no ensino de física moderna no nível médio da educação básica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001a. 1 CD-ROM.

_____. Física moderna no ensino médio: um exemplo no tratamento de física térmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001b. 1 CD-ROM.

_____. Realização de atividades experimentais numa perspectiva investigativa: um exemplo no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM

EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

IRIAS, C. V.; PASSOS, A. Q.; ZOMPERO, A. F.; ARRUDA, S. M. Uma experiência didática envolvendo a aplicação de atividades relacionadas ao conhecimento físico na 2ª série do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KROETZ, D. A.; SERRANO, A. Uma estratégia de uso combinado de práticas experimentais e simulação computacional para o ensino da teoria cinética dos gases. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

LIMA JR., N. R.; MEDEIROS, A. J. G. Alternativas experimentais para o ensino de eletrostática. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 639.

LINS, S.; MEDEIROS, A. J. G. Aplicação da eletrônica na construção de dispositivos voltados para o ensino experimental da física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 653.

LUCENA, E. D.; MEDEIROS, A. J. G. Uma investigação histórico-experimental para o estudo da geração e propagação das ondas eletromagnéticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 597.

LUNARDI, G.; TERRAZAN, E. A. Atividades no uso de atividades experimentais com roteiros aberto e semi-aberto em aulas de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

MEDEIROS, A.; MONTEIRO JR, F. N. A reconstrução de experimentos históricos como uma ferramenta heurística no ensino da física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Atas...** Atibaia: ABRAPEC, 2001a. 1 CD-ROM.

MONTEIRO, I. C. C.; MONTEIRO, M. A. A.; GASPAR, A. Atividades experimentais de demonstração e o discurso do professor no ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

MOREIRA, Marco Antônio; AXT, Rolando. O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista de Ensino de Física**, São Paulo, v. 13, p. 97-103, dez. 1991.

MOREIRA, Marco Antônio; OSTERMANN, Fernanda. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Santa Catarina, v. 10, n. 2, p. 108-117, ago. 1993.

MOZENA, E. R.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Atividade prática e funcionamento de textos originais de cientistas na 8ª série do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2., 1999, Valinhos. **Atas...** Valinhos, SP: ABRAPEC, 1999. 1 CD-ROM.

NASCIMENTO, C. S.; GOBARA, S. T. O uso do aparelho fonador para o ensino de ondas sonoras. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

NERO, H. D. FAGAN, S. B. Uso de experimentação e resolução de problemas para a aprendizagem de termodinâmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

PAULA, R. C. O. ; LARANJEIRAS, C. C. O uso de experimentos históricos no ensino de física: um resgate da dimensão histórica da ciência a partir da experimentação. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

PINHEIRO, L. A.; COSTA, S. S. C. Construindo materiais para aprender ótica. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

RODRIGUEZ, W. A.; TORRES, Y. M.; BORRAGINI, E.; HARRES, J. B. S; CIFUENTES, M.C. O trabalho prático como rota alternativa para a aprendizagem dos conceitos de pressão e densidade: o caso do oscilador de densidade. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

SANTINI, N. D. ; TERRAZZAN, E. A. Uso de equipamentos agrícolas para o ensino de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

SANTOS, R. V. C.; FERRARA JUNIOR, N. F. Atividades curtas multi abordagem no ensino de eletromagnetismo: emissão, propagação e recepção de ondas eletromagnéticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

SAUERWEIN, Inés Prieto Schmidt; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux; DELIZOICOV, Demétrio. O laboratório didático de física no ensino superior: constrastes e transformações. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2005. 1 CD-ROM.

SOUZA, S.; LEBEDEFF, T. B.; BARLETTE, V. E. Percepções de um grupo de jovens e adultos surdos a cerca de uma proposta de ensino de física centrada na experiência visual. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 6., 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: ABRAPEC, 2007. 1 CD-ROM.

TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Didática no ensino da astronomia: medindo a inclinação do eixo da Terra. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ESNINO DE CIÊNCIAS, 1., 1997, Águas de Lindóia. **Atas...** Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1997, p. 651.

VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S. S. do. Os dados empíricos e a produção de significados no laboratório didático de física. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.

ZANON, D. A. V.; FREITAS, D. de. O ensino de ciências de 1ª a 4ª série por meio de atividades investigativas: implicações na aprendizagem de conceitos científicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. **Atas...** Bauru: ABRAPEC, 2003. 1 CD-ROM.