



O USO DO EXPERIMENTO NO ENSINO DA FÍSICA: TENDÊNCIAS A PARTIR DO LEVANTAMENTO DOS ARTIGOS EM PERIÓDICOS DA ÁREA NO BRASIL

THE USE OF EXPERIMENTS IN PHYSICS EDUCATION: TENDENCIES FROM RESEARCH OF REVIEW ARTICLES IN THIS AREA IN BRAZIL

Hernani Luiz Azevedo¹
Francisco Nairon Monteiro Júnior², Thiago Pereira dos Santos³,
Jairo Gonçalves Carlos⁴, Bruno Nogueira Tancredo⁵

¹ UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, hernani@fc.unesp.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, thiagosantos@fc.unesp.br

⁴ UNESP - Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, jairogc@uol.com.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, nas quais os alunos são treinados no uso de precisos instrumentos de medição e na realização de experimentos controlados em tradicionais instrumentos de laboratório, até àquelas desenvolvidas com aparatos experimentais mais simples, por meio dos quais 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 em nove das principais revistas em ensino de ciências do Brasil.

Palavras-chave: Ensino Experimental, revistas de Ensino 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 research from the analysis of articles published in nine of main journals of physics teaching in Brazil.

Keywords: Experimental Teaching, Reviews in Physics Teaching.

INTRODUÇÃO

As atividades de laboratório constituem-se numa das mais importantes ferramentas didáticas no ensino das ciências e, em particular, no ensino da física. A utilização de aparatos nas diversas propostas do ensino experimental está fundamentada em referenciais ligados à pesquisa em educação e ciências, dentre os quais, poderíamos citar a análise epistemológica da gênese e desenvolvimento das teorias científicas e as estratégias problematizadoras utilizadas no seu ensino.

A análise crítica da história da ciência (oriundas das contribuições de Thomas Kuhn, Karl Popper, Imre Lakatos, Paul Feyerabend e outros epistemólogos), propiciou um amadurecimento acerca da função histórica do experimento, permitindo construir um melhor entendimento sobre a relação entre teoria - experimento - realidade, possibilitando entender as visões de ciência embutidas nas diversas propostas de ensino experimental que são utilizadas em nossas escolas e universidades. A consciência da existência de tais características permite a construção de categorias através das quais podemos classificar as diversas propostas de ensino experimental e suas potencialidades pedagógicas. Preocupados em construir um quadro significativo das tendências do uso do experimento, tanto na formação dos nossos alunos das escolas públicas e particulares, quanto na formação dos licenciandos em física nos diversos cursos de formação de professores, fizemos um levantamento de todos os artigos que propõem o uso de experimentos no ensino da física publicados nas nove principais revistas de divulgação da pesquisa em educação em física do Brasil, a saber:

- **Revista Brasileira de Ensino de Física** (<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>): Fundada em 1979, consiste numa publicação da Sociedade Brasileira de Física voltada à melhoria do ensino de Física, em todos os níveis de escolarização, através da publicação de artigos sobre materiais e métodos instrucionais, desenvolvimento de currículo, pesquisa em ensino, história e filosofia da Física, política educacional, dentre outros.
- **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** (<http://www.periodicos.ufsc.br/index.php>): Antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física, fundado em 1984, é um periódico voltado prioritariamente para o professor de Física da escola secundária e para os cursos de formação de professores. Com o objetivo de promover uma disseminação efetiva e permanente de experiências entre professores e pesquisadores, visando elevar a qualidade do ensino de Física.
- **Ciência & Educação** (<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/>): Fundada em 1995, é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência da Faculdade de Ciências da UNESP, Campus de Bauru, voltada para a divulgação de resultados de pesquisas em Educação em Ciências, Matemática e áreas afins.
- **Investigações em Ensino de Ciências** (<http://www.if.ufrgs.br/ienci/>): Fundada em 1996, é uma revista voltada exclusivamente para a pesquisa em ensino/aprendizagem de ciências (Física, Química, Biologia ou Ciências Naturais quando forem enfocadas de maneira integrada).
- **Ciência & Ensino** (<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/>): Publicação da UNICAMP, lançada em 1996 que se destina prioritariamente a professores de ciências do ensino fundamental e médio e seus formadores, constituindo um espaço acadêmico de leitura e escrita do professor e do futuro professor.
- **Ensaio - Pesquisa em educação em ciências** (<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/>): Criada em 1999, é iniciativa de docentes que atuam no Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e também no Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), voltada para a divulgação da pesquisa em educação em ciências.
- **A Física na Escola** (<http://www.sbfisica.org.br/fne/>): Fundada em 2000, a revista é um suplemento semestral da Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF) destinada a apoiar as atividades de professores de Física do Ensino Médio e Fundamental.
- **Alexandria** (<http://www.ppgect.ufsc.br/alexandriarevista/>): Criada recentemente (2008) é uma publicação do Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica da UFSC voltada para a divulgação de trabalhos de pesquisa na área de ensino de ciências e matemática, que tenham como tema a educação socialmente contextualizada.
- **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências** (<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revista/>): é uma publicação da Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (ABRAPEC) e tem como objetivo disseminar resultados e reflexões advindos de investigações conduzidas na área de Educação em Ciências.

Buscando analisar a função do experimento embutida nas atividades experimentais propostas em tais artigos, fizemos uma catalogação a partir de referenciais teóricos sobre o uso do experimento no ensino da física, publicados nestes mesmos periódicos e em anais de encontros da área, que analisam a função didática do experimento e discutem as visões de ciência que são veiculadas através da atividade experimental. Por fim, analisamos o resultado desta classificação, apontando as tendências mais presentes nos artigos analisados, aquilatando a adequação de tais tendências a uma postura realista crítica no ensino da física.

O REFERENCIAL TEÓRICO E AS CATEGORIAS DE ANÁLISE

As pesquisas sobre a importância do uso do experimento do ensino já possuem tradição - materializada em artigos nos periódicos da área de ensino de ciências (SOUZA FILHO, 2005; AMORIM, 2001). Tais relatos têm dado cada vez mais ênfase na necessidade de associar as atividades experimentais às expectativas dos estudantes e aos contextos sociais, numa postura problematizadora, investigativa (PORTELA; LARANJEIRAS, 2005; SARAIVA-NEVES; CABALLERO; MOREIRA, 2006). Aqui o termo problematização é utilizado no sentido emprestado por Paulo Freire no livro *Pedagogia do Oprimido*, onde o autor afirma que

“a educação que se impõe aos que verdadeiramente se comprometem com a libertação não pode fundar-se numa compreensão dos homens como seres “vazios” a quem o mundo “encha” de conteúdos; não pode basear-se numa consciência especializada, mecanicistamente compartimentada, mas nos homens como “corpos conscientes” e na consciência como consciência intencionada ao mundo. Não pode ser a do depósito de conteúdos, mas a da problematização dos homens em suas relações com o mundo.” (FREIRE, 1987, p. 38). “Neste sentido, a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente.” (FREIRE, 1987, p. 39).

Contudo, como veremos ao longo desta pesquisa, grande parte dos artigos sobre o uso do experimento ainda fazem uso do experimento de uma forma ilustrativa ou quantitativa. Em ambos os casos, a atitude verificacionista das leis e teorias está presente. Muito embora esteja claro que o objetivo a ser alcançado com a atividade experimental depende, fundamentalmente, do modo como o pesquisador vê a relação teoria-experimento-realidade, a maior parte dos professores realizam atividades experimentais sem fazerem, contudo, uma reflexão da visão de ciência que está embutida. Sá; Borges (2009), em pesquisa realizada com professores e estudantes do primeiro ano do ensino médio no âmbito de uma atividade experimental sobre mecânica, conclui que muitos deles sequer conseguem perceber de que conteúdo trata a atividade desenvolvida.

Mesmo o laboratório estruturado, caracterizado por certo engessamento das atividades e guiado pelas fichas de laboratório ainda resulta num avanço em relação à destituição completa do uso dos aparatos experimentais, como acontece quase sempre em nossas escolas. Como resultado de pesquisa sobre as potencialidades do laboratório estruturado, Tamir (2005, p. 11), afirma que “os dados obtidos nas entrevistas atestam a contribuição das atividades orientadas por roteiro para uma iniciação no campo da experimentação. No laboratório estruturado, são criadas oportunidades para que: procedimentos e técnicas próprias do trabalho experimental sejam aprendidos; os alunos interpretem situações concretas com base em um modelo estudado.”. Segundo Araújo; Abib (2003, p. 191), “há uma ampla gama de possibilidades de uso das atividades experimentais no ensino médio, que vão desde as atividades de verificação de modelos teóricos e de demonstração, geralmente associadas a uma abordagem tradicional de ensino, até a presença já significativa de formas relacionadas a uma visão construtivista de ensino, representadas por atividades de observação e experimentação de natureza investigativa.”.

Dentro deste contexto, fizemos a catalogação dos artigos analisados segundo seis categorias, descritas a seguir. 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. Ao invés disto, optamos apenas em fazer referência que, nestes artigos, há traços de uma postura verificacionista ou de uma postura problematizadora.

- ♦ 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, nos quais 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 tem 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 em que 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 em que 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.

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 da 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, registramos a catalogação à parte por

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.

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.

Tabela 1: Distribuição dos artigos por conteúdos

Periódicos	Conteúdos no ensino da física							
	MEC	FLU	TER	ELE	OTI	OND	MOD	OUT
Revista Brasileira de Ensino de Física (1979)	29	7	14	22	21	14	11	17
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984)	21	7	16	27	28	2	3	1
Investigações em Ensino de Ciências (1996)	1	-	-	-	-	-	-	-
Ciência & Ensino (1996)	-	-	-	-	1	-	-	-
Ciência & Educação (1998)	-	-	-	-	1	-	-	1
Ensaio (1999)	-	-	1	-	-	-	-	-
A Física na Escola (2000)	8	5	4	1	6	3	1	1
Alexandria (2008)	-	-	-	-	-	-	-	-
Rev. Bras. de Pesq. em Educ. em Ciências (2001)	-	-	-	-	-	-	-	-
Total de artigos por conteúdo	59	19	35	50	57	19	15	20

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)

Como podemos observar na tabela 1, apenas três dos nove periódicos analisados possuem tradição na publicação de artigos em física experimental: a “Revista Brasileira de Ensino de Física”, “Caderno Brasileiro de Ensino de Física” e “A Física na Escola”, que, no cômputo total, representam 98%² dos artigos analisados.

Gráfico 1: Distribuição percentual dos artigos por revista

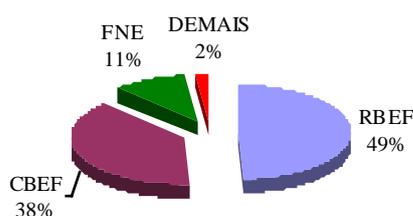
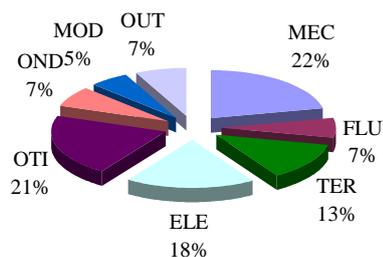


Gráfico 2: Distribuição percentual dos artigos segundo os conteúdos curriculares da física



Legendas: Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF); Caderno Brasileiro de Ensino de Física (CBEF); A Física na Escola (FNE); Somatório dos quantitativos das outras quatro revistas (DEMAIS).

² Na análise dos dados, todos os valores percentuais calculados foram arredondados para o inteiro mais próximo, o que, obviamente, não influenciou na interpretação que fizemos dos dados.

Uma provável razão para isso é que estas três revistas com maior número de artigos possuem escopo que abrange a divulgação de relatos de experiências e atividades práticas no ensino da física, enquanto que os periódicos “Investigações em Ensino de Ciências”, “Ciência e Ensino”, “Ciência e Educação”, “Ensaio” e “Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências” não incluem, em seus objetivos, realizar proposições de ensino experimental de física. Por outro lado, na revista “Alexandria” não foi encontrado nenhum artigo sobre o tema, muito embora o foco deste periódico contemple artigos desta natureza. No entanto, deve-se notar que esta revista foi lançada recentemente (2008), portanto, esta observação baseia-se em não muitos exemplares da mesma.

Como podemos observar no gráfico 1 (página anterior), 49% dos artigos publicados estão na “Revista Brasileira de Ensino de Física”, 38% no “Caderno Brasileiro de Ensino de Física” e 11% na “Física na Escola”. Desta forma, as tendências gerais, advindas da nossa análise, farão referência, obviamente, a estas três revistas, uma vez que representam quase a totalidade dos artigos publicados. Por outro lado, queremos frisar que as conclusões colocadas aqui são uma leitura dos dados a partir dos referenciais adotados e da visão dos autores.

Com respeito à análise dos conteúdos veiculados, o gráfico 2 mostra os percentuais de distribuição dos artigos por blocos de conteúdos. Como podemos observar no citado gráfico, a distribuição não é equitativa, havendo uma predominância de conteúdos ligados à mecânica, ótica e eletromagnetismo. Se considerarmos estes três blocos juntos, o percentual dos artigos publicados chega a 61%. A grande quantidade de artigos sobre ótica surpreende (talvez influenciada pela grande abordagem da ótica em pesquisas de ensino, muito embora a abordagem no ensino médio se resuma à ótica geométrica), visto que os privilégios concedidos a questões sobre mecânica e eletromagnetismo já são tradicionais: historicamente tem havido uma supervalorização de tais conteúdos em relação a outros, nos livros didáticos e em vestibulares. Basta analisarmos os livros de física do ensino médio para notarmos esta discrepância. Por exemplo, o texto “Os Alicerces da Física” (SHIGEKIYO; YAMAMOTO; FUKU, 1999a, 1999b, 1999c), enquanto dedica o primeiro volume à mecânica e o terceiro ao eletromagnetismo, o segundo volume condensa ótica, termodinâmica e mecânica ondulatória. No caso do texto “Curso de Física” (MÁXIMO; ALVARENGA, 2006), um dos mais utilizados nas escolas brasileiras, o primeiro volume trata da mecânica, o terceiro do eletromagnetismo, contendo, nos dois capítulos finais alguns tópicos de física moderna e relatividade. Seguindo a mesma tendência do texto anterior, condensa, no segundo volume, ótica, termodinâmica e movimento ondulatório. A mesma valorização dada à mecânica e ao eletromagnetismo reflete-se nas provas dos exames vestibulares. Por exemplo, na prova da primeira fase do último exame vestibular da UNESP, que ocorreu em dezembro de 2009 (endereço eletrônico <http://www.unesp.br/vestibular/arquivop.php>), das doze questões sobre física, 7 eram de mecânica ou eletromagnetismo, e a todos os outros assuntos (como mecânica ondulatória, mecânica dos fluidos, acústica ou mesmo ótica) foi reservado menos da metade da prova. A mesma tendência pode ser verificada no último vestibular da COVEST, comissão responsável pela elaboração dos exames vestibulares das Universidades Federais de Pernambuco (UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFPE - Universidade Federal de Pernambuco e UNIVASF – Universidade do Vale do São Francisco), para ingresso em 2009. No caso, na prova de física da primeira fase, o quantitativo de questões sobre mecânica e eletromagnetismo alcançou 69%. Tal tendência só encontra uma justificativa quando se objetiva a formação do ser humano para o mundo tecnológico, no qual alguns conhecimentos científicos se apresentam mais promissores do que outros. Quando objetivamos a formação crítica do cidadão, preparar o ser humano para ler o mundo, todas as linguagens ensinadas na escola passam a ter grande importância. Contudo, tal discussão foge ao escopo da nossa pesquisa, mas, indubitavelmente, merecerá consideração especial num outro trabalho de pesquisa.

Na coluna outros temas (OUT) catalogamos os artigos cujos conteúdos não estavam contemplados nas outras colunas, tais como astronomia, meteorologia, metrologia, gravitação, bem como artigos que propuseram montagens alternativas de dispositivos de medida de grandezas físicas, tais como cronômetros, voltímetros, amperímetros, balanças, etc. Encontram-se ainda neste grupo as propostas de uso do computador na aquisição de dados via porta paralela e outras

interfaces de digitalização. Apesar de haver poucos artigos propondo o uso do computador para este fim, encontramos interessantes aplicações deste recente recurso no ensino da física (SOUZA et al, 1998; CAVALCANTE; CRISTIANE, 2000; HAAG, 2001) .

Com respeito ao ensino da física moderna e contemporânea, apenas 5% dos artigos analisados versaram sobre conteúdos ligados a este tema, a despeito da importância cada vez maior que é prestada, pelos currículos de ensino de física, ao mesmo tema. Encontramos, dentre os artigos analisados, interessantes propostas experimentais para ensinar tópicos da mecânica quântica e relatividade (ALVES; LUIZ, 1999; CAVALCANTE; BENEDETTO, 1999; LIMA; FOSCHINI; MAGINI, 2001).

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 revista, divididos segundo as seis categorias de análise.

Tabela 2: Distribuição dos artigos por categoria

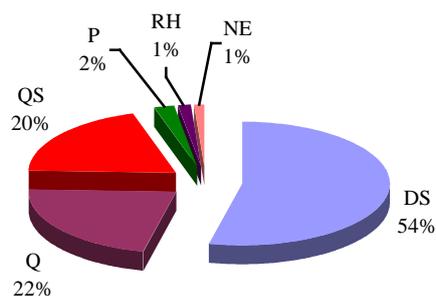
Periódicos	Categorias de análise						TOTAL
	DS	Q	QS	P	RH	NE	
Revista Brasileira de Ensino de Física (1979)	38	40	54	1	2		135
Caderno Brasileiro de Ensino de Física (1984)	86	15	-	4	-	-	105
Investigações em ensino de Ciências (1996)	-	-	-	-	-	1	1
Ciência & Ensino (1996)	1	-	-	-	-	-	1
Ciência & Educação (1998)	-	-	-	-	2	-	2
Ensaio (1999)	-	-	-	1	-	-	1
A Física na Escola (2000)	22	5	-	-	-	2	29
Alexandria (2008)	-	-	-	-	-	-	0
Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (2001)	-	-	-	-	-	-	0
Total de artigos por categoria	147	60	54	6	4	3	274

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 necessidades especiais (NE)

Podemos notar diferenças perceptíveis entre as propostas experimentais dos artigos publicados em cada um destes periódicos. Enquanto a “Física na Escola” é uma revista voltada para a divulgação de experiências mais simples, possíveis se serem reproduzidas inclusive no ensino fundamental, as outras duas já estão mais voltadas a experimentos quantitativos, muitas vezes realizados com aparatos mais sofisticados e precisos e com uma fundamentação conceitual mais adequada ao ensino médio e superior. Como podemos extrair da tabela 2, apenas 17% dos artigos publicados na “Física na Escola” estão ligados a uma atividade de medição das grandezas físicas envolvidas, enquanto que na “Revista Brasileira de Ensino de Física” apenas 28% dos artigos publicados são qualitativos.

Como podemos observar no gráfico 3 (página seguinte), a grande maioria dos artigos sobre o uso do experimento se concentra em propostas de atividades demonstrativas (54%) ou quantitativas (42%), enquanto que o total das outras propostas perfaz 4%. Tais atividades demonstrativas ilustram conceitos particulares, leis ou teoremas, explicar fenômenos do cotidiano a partir dos conteúdos da física ensinados na escola, ou ainda utilizar o conhecimento físico para explicar dispositivos tecnológicos ou objetos que fazem parte da vivência das pessoas.

Gráfico 3: Distribuição percentual dos artigos segundo as categorias de análise



Em todos estes periódicos, o uso de montagens simples e de baixo custo tem sido uma tônica, contudo, quase sempre num modo verificacionista. Tais aparatos podem permitir o desenvolvimento de atividades experimentais simples que são importantes na formação dos conceitos científicos, desde que tratados com cuidado. Ao invés de uma abordagem ilustrativa, no qual os alunos não são convidados a participarem ativamente do processo, o mesmo aparato, utilizado de uma forma crítica, poderia gerar interessantes discussões em torno da física envolvida. Segundo Pacheco (1997, p. 10), “os alunos, em situações de experimentação, com caráter investigativo, têm os seus próprios métodos de proceder diante do fenômeno e, com eles, suas próprias concepções e organicidade sobre o referido fenômeno.”. É preciso permitir a ação cognitiva do aluno sobre o objeto de estudo.

Gráfico 4: Distribuição percentual dos experimentos qualitativos com aparatos de montagem simples

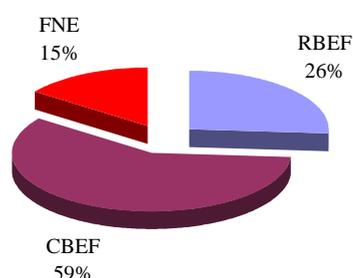
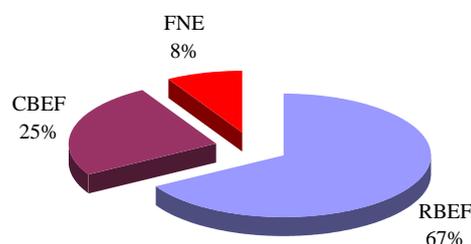


Gráfico 5: Distribuição percentual dos experimentos quantitativos com aparatos de montagem simples



É interessante notar que a maior parte dos experimentos qualitativos foram publicados no CBEF, como podemos ver no gráfico 4. Quando consideramos os aparatos que permitem medições, ainda que muitas vezes imprecisas, o quadro de distribuição dos artigos por revista se modifica consideravelmente, como podemos observar no gráfico 5. Neste caso, a grande maioria dos artigos (67%) está publicada na RBEF. Isto reflete uma tendência deste periódico em publicar artigos experimentais que objetivam a medição das grandezas físicas envolvidas, utilizando-se, muitas vezes, da teoria dos erros no tratamento dos dados numéricos obtidos.

Quando voltamos atenção para os experimentos quantitativos realizados com aparatos sofisticados, apenas a RBEF publicou artigos nesta linha. Computamos nesta categoria todos os artigos que continham montagens mais especializadas, tais como aparatos tradicionais dos laboratórios de física experimental. Não encontramos um só artigo com proposta experimental quantitativa, utilizando-se de aparatos de precisão, nas outras sete revistas analisadas. Consideramos

também montagens utilizando dispositivos tais como medidores eletrônicos, contadores digitais, e outros equipamentos utilizados como interface na aquisição e processamento de dados, computadores e suas diversas portas de digitalização. Desta análise, podemos concluir que a RBEF tem construído uma tendência experimentalista calcada na valorização, quando possível, dos métodos de coleta de dados, tratamento estatístico, mantendo uma preocupação com os processos da física experimental. Outra conclusão retirada de tais artigos diz respeito aos conteúdos abordados. Diferentemente dos artigos publicados nas outras revistas, a RBEF tem abordado temas que muitas vezes não estão presentes nos currículos do ensino fundamental e médio, tais como sistemas oscilantes amortecidos, sistemas termodinâmicos estatísticos, modelos mecânicos com aceleração variável no tempo, dentre outros. Não estamos aqui defendendo que tais conteúdos não sejam importantes, mas que o esforço no desenvolvimento de atividades voltadas para o professor do ensino médio e fundamental também seja contemplado.

Na maior parte destes artigos quantitativos encontramos uma forte preocupação com a precisão, no intuito de comparar os resultados experimentais com a previsão teórica. Por exemplo, encontramos interessantes atividades que, infelizmente, terminam, quando os resultados numéricos são encontrados, tais como no estudo da mecânica utilizando colchão de ar e trilho ótico (HESSEL, 1982; JURAITIS et al, 1979; POMPIGNAC et al, 1980) e no estudo do eletromagnetismo utilizando medidores e cuba eletrostática (PIRONDI, 1980; RIBEIRO; BROSSON, 1981).

Experimentos problematizadores

Com respeito às propostas experimentais problematizadoras, o quadro não é muito animador. Apenas 2% dos artigos publicados trazem propostas de discussão em torno dos conteúdos, buscando explorar a adequação das teorias aos experimentos, ao invés de uma postura verificacionista da previsão teórica, ou ilustrativa de algum conceito ou teoria numa postura realista crítica. Em consonância com esta linha investigativa, Axt (2000) relata a utilização de três aparatos experimentais num curso de aperfeiçoamento de professores objetivando desafiar o senso comum das pessoas. Nessa ocasião, o autor constatou que o público é atraído pelo comportamento paradoxal desses experimentos e, querendo entendê-lo, dedica-lhes mais atenção. Segundo ele, “um exemplo típico é a conhecida demonstração sobre um duplo cone que, ao rolar espontaneamente para a parte mais elevada de uma rampa, parece contrariar o princípio do equilíbrio mecânico.” (AXT, 2000). Utilizando-se ainda do comportamento misterioso e inusitado de determinados aparatos experimentais, Pimentel et al (2005) propõe uma interessante e intrigante atividade relacionada com a liquefação de oxigênio existente no ar sobre uma superfície resfriada com nitrogênio líquido, defendendo que a presença do inusitado torna possível uma utilização construtivista do aparato, de forma que os alunos, baseados nos conhecimentos que possuem, sejam estimulados a formular hipóteses, analisá-las e discuti-las para, finalmente, chegar a uma explicação correta do fenômeno. Sias; Ribeiro-Teixeira (2006) propõe uma atividade no campo da termologia, na qual “é feita uma investigação sobre os principais fatores que influenciam no resfriamento de um corpo. A partir da compreensão pelos alunos das curvas de resfriamento, é realizado um experimento para determinação do calor específico do alumínio e outro para determinação do calor latente de fusão da água.” (2005, p. 360). Numa outra atividade envolvendo mecânica dos fluidos, Silveira; Levin (2004) propõem uma intrigante situação experimental em que “dois balões, ambos com o mesmo tamanho original e desigualmente inflados, são conectados às extremidades de uma mangueira, na qual uma obstrução impede a passagem de ar. Demonstra-se que, quando a obstrução é removida, o balão menor tanto poderá inflar quanto desinflar ou até mesmo permanecer com o volume inalterado. A possibilidade que se concretizará depende dos volumes iniciais dos dois balões.” (2005, p. 285). Ainda trabalhando com os conceitos de pressão e diferença de pressão, Francisco Jr. (2007) realiza uma interessante atividade qualitativa através da qual conclui que “a estratégia desenvolvida foi motivadora e capaz de desencadear perturbações e auxiliar o desenvolvimento do processo de assimilação dos conceitos tratados. Além disso, os registros

escritos demonstraram grande potencialidade para se perceber o nível de entendimento dos alunos.” (2007, p. 2).

Experimentos a partir de reconstruções de aparatos históricos

Como vimos na tabela 2, apenas quatro artigos propuseram atividades se utilizando de aparatos históricos. Bazin; Lucie (1981) discutem a origem histórica do pêndulo, levantando os problemas práticos que impulsionaram o desenvolvimento da teoria das oscilações mecânicas, propondo algumas investigações sobre medidas de grandezas físicas associadas a este instrumento. Silva; Martins (2003) discutem o trabalho sobre luz e cores de Newton publicado em 1672 como fonte para questões que podem ser abordadas em sala de aula. Neste sentido, analisam o experimento da decomposição das cores, apontando estratégias para um estudo histórico-crítico sobre ótica. Num outro artigo, Medeiros (2003), aborda a importância pedagógica de desvelar-se o mistério contido na aparente subida de um duplo cone, que se constitui num interessante e inusitado aparato para o ensino da conservação da energia. Para tanto, apresenta detalhes históricos da criação deste instrumento, passando à análise da própria origem física da referida ilusão de subida, exibindo a figuras e detalhes esclarecedores do funcionamento do brinquedo. Ainda nesta linha, Medeiros; Medeiros; Monteiro (2004) apresentam um estudo detalhado do desenvolvimento histórico do paquímetro, identificando a origem do Nônio (Vernier), dispositivo que permite a subdivisão da escala de diversos instrumentos de medida, tornando-os mais precisos.

Experimentos para alunos com necessidades especiais

Um dos pontos interessantes que resultou desta pesquisa foi a identificação de três artigos propondo atividades experimentais direcionadas a alunos portadores de deficiência visual, sendo todos eles bastante recentes, refletindo a preocupação das propostas educacionais atuais de inserção destes alunos em turmas normais.

Num destes artigos, os autores propõem o ensino inusitado da ótica para alunos cegos ou com pouca visão (CAMARGO et al, 2008). Partindo do questionamento de como se pode ensinar ótica a alunos cegos, os autores desenvolvem uma proposta baseada no fato de que os fenômenos ópticos são constituídos de vários significados tais como sócio-históricos, tecnológicos, e podem ser abordados a partir de conceitos não visuais como energia térmica. Noutro artigo (CAMARGO, 2007) o autor propõe o ensino do atrito e da queda dos corpos a partir de atividades experimentais que não necessitam da visão, explorando as potencialidades auditivas e táteis dos alunos. Neste caso os aparatos experimentais desenvolvidos permitem a leitura dos dados a partir do tato. Com respeito ao ensino da aceleração gravitacional, Camargo; Silva; Barros Filho (2006) propõem duas atividades experimentais para o ensino da aceleração gravitacional que buscam desenvolver a habilidade de observar por meio do referencial auditivo o movimento de queda dos corpos.

CONCLUSÃO

A análise apresentada neste texto aponta, pelo menos, para duas conclusões acerca da tendência no uso dos aparatos experimentais no ensino da física. Uma aponta para uma tendência no uso de experimentos demonstrativos. Como vimos, a maior parte das atividades experimentais publicadas propõem demonstrações de diversos fenômenos da física. Tais atividades buscam quase sempre mostrar a veracidade das teorias científicas ensinadas em sala de aula, numa postura realista verificacionista, de certa forma contrária às tendências atuais da pesquisa em ensino de física, as quais apontam para um modo de utilização do experimento mais consonante com uma postura realista crítica, tratando as teorias como modelos e os experimentos como instrumentos didáticos auxiliares no processo de problematização dos conteúdos em sala de aula. Uma segunda tendência fortemente presente nos artigos analisados é aquela que busca um tratamento quantitativo nas atividades experimentais. Muito embora as atividades experimentais de medição sejam importantes

na formação do aluno, não devem encerrar quando o valor numérico é encontrado ou medido, como ocorreu na maior parte das atividades publicadas. Numa postura investigativa, os resultados experimentais deveriam ser analisados e interpretados, discutindo sua plausibilidade. Estes resultados encontram-se em sintonia com os resultados de uma pesquisa semelhante, realizada há seis anos (ARAÚJO; ABIB, 2003). Enfim, apenas 2% dos artigos catalogados propõem atividades problematizadoras no ensino da física, enquanto que apenas 1% propõe reconstruções históricas de experimentos, direcionadas a uma atividade experimental investigativa, consonante a uma visão realista crítica da ciência. Diante desses dados, é inevitável a questão: Por que tão poucas propostas experimentais sob uma perspectiva problematizadora? Ou, que conseqüências esse tipo de carência pode gerar nos alunos, em relação à visão que formularão sobre o papel da experimentação na física? Determinar respostas a essas perguntas foge ao escopo deste trabalho. Porém, seria salutar que se revisse esta postura que vem sendo adotada em relação à experimentação em sala de aula, não apenas em trabalhos posteriores a este, mas, principalmente, pelos professores de física.

REFERÊNCIAS

- AMORIM, A. C. R.; CURADO, M. C. C.; LIMA, A. P. Os lugares das atividades experimentais na identificação do currículo de ciências por professores do ensino fundamental. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Anais...Atibaia: ABRAPEC, 2001. 1 CD-ROM.**
- ALVES, G. A.; LUIZ, B. M. A. Detecção e medição da vida média dos múons ao nível do mar. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 2, p. 250-254, 1999.
- ARAÚJO, M. S. T.; ABIB, M. L. V. S. Atividades experimentais no ensino da física: diferentes enfoques, diferentes finalidades. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 2, p. 176-194, 2003.
- AXT, R. et al. Um experimento contra-intuitivo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p. 27-32, abr. 2000.
- BAZIN, M. & LUCIE, P. Porque e como estudar o “pêndulo simples” no laboratório básico? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 3, n. 1, p. 3-9, 1981.
- CAMARGO, E. P.; SILVA, D.; BARROS FILHO, J. Ensino de física e deficiência visual: atividades que abordam o conceito de aceleração da gravidade. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 343-364, 2006.
- CAMARGO, E. P. É possível ensinar física para alunos cegos ou com pouca visão? Proposta de atividades de ensino de Física que enfocam o conceito de aceleração. **Física na Escola**, v. 8, n. 1, p. 30-34, 2007.
- CAMARGO, E. P. et al. Como ensinar óptica para alunos cegos e com baixa visão? **Física na Escola**, v. 9, n. 1, p. 20-25, 2008.
- CAVALCANTE, M. A.; BENEDETTO, A. Instrumentação em física moderna para o ensino médio: uma nova técnica para a análise quantitativa de espectros. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 437-446, 1999.
- CAVALCANTE, M. A.; CRISTIANE, R. C. T. Projete você mesmo experimentos assistidos por computador: construindo sensores e analisando dados. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 22, n. 3, p. 421-425, 2000.
- FRANCISCO JR, W. E. Uma proposta metodológica para o ensino dos conceitos de pressão e diferença de pressão. **Ensaio**, v. 9, n. 1, 2007.
- FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.
- HAAG, R. Utilizando a placa de som do micro PC no laboratório didático de física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 2, P. 176-183, 2001.
- HESSSEL, R. Discos sustentados por colchão de ar: uma nova proposta. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 4, n. 1, p. 3-22, 1982.
- JURAITIS, K.R. et al. Movimento de um projétil: um novo equipamento para laboratório de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 1, n. 2, p. 3-12, 1979.

- LIMA, E. F.; FOSCHINI, M.; MAGINI, M. O efeito Termoiônico: uma nova proposta experimental **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 23, n. 4, p. 391-394, 2001.
- MÁXIMO; ALVARENGA. **Curso de Física**. v. 1. São Paulo: Scipione, 2006a.
- _____. **Curso de Física**. v. 2. São Paulo: Scipione, 2006b.
- _____. **Curso de Física**. v. 3. São Paulo: Scipione, 2006c.
- MEDEIROS, A. J. G.; MEDEIROS, C. F. Desvendando o mistério do duplo cone. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 25, n. 3, p. 333-339, 2003.
- MEDEIROS, A. J. G.; MEDEIROS, C. F.; MONTEIRO JR, F. N. Pedro Nunes e o problema histórico da compreensão da medição das frações. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 559-570, 2004.
- MOREIRA, A. F. Há lugar para o laboratório estruturado no ensino de física? . In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Baurú. **Anais...Baurú: ABRAPEC**, 2005. 1 CD-ROM.
- PACHECO, D. A experimentação e o ensino de ciências. **Ciência & Ensino**. V. 2, 1997.
- PORTELA, S. I. C.; LARANJEIRAS, C. C. O estudo de casos históricos como estratégia de articulação da dimensão cultural da ciência na sala de aula. in: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Baurú. **Anais...Baurú: ABRAPEC**, 2005. 1 CD-ROM.
- PIMENTEL, J. R. et al. Gotas que inflamam: uma abordagem construtiva. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 22, n. 1, p. 105-111, abr. 2005.
- PIRONDI, P.G. Multímetro barato para experiências de eletricidade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 2, n. 3, p. 3-14, 1980.
- POMPIGNAC, F. et al. Um aparelho para estudo da queda livre. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 2, n. 2, p. 42-52, 1980.
- RIBEIRO, C. A. & BROSSON, P. Modelo de um pára-raios em cuba eletrolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 3, n. 1, p. 22-30, 1981.
- SÁ, E. F.; BORGES, O. Como alunos e professores entendem o propósito de uma atividade de laboratório. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2001, Atibaia. **Anais...Atibaia: ABRAPEC**, 2001. 1 CD-ROM.
- SARAIVA-NEVES, M.; CABALLERO, C. MOREIRA, M. A. Repensando o papel do trabalho experimental, na aprendizagem da física, em sala de aula: um estudo exploratório. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 11, n. 3, p. 383-401, 2006.
- SCHIEL, D. Mapeamento de campos eletrostáticos em uma cuba eletrolítica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 1, n. 1, p. 6-13, 1979.
- SHIGEKIYO, C. D.; YAMAMOTO, K.; FUKU, L. F. **Alicerces da Física**. v. 1. São Paulo: Saraiva, 1999a.
- _____. **Alicerces da Física**. v. 2. São Paulo: Saraiva, 1999b.
- _____. **Alicerces da Física**. v. 3. São Paulo: Saraiva, 1999c.
- SIAS, D. B. E RIBEIRO-TEIXEIRA, R. M. Resfriamento de um corpo: a aquisição automática de dados propiciando discussões conceituais no laboratório didático de física no ensino médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 3, p. 360-381, dez. 2006.
- SILVA, C.C. & MARTINS, R.A. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 1, p. 53-65, 2003.
- SILVEIRA, F. L. E LEVIN, Y. Pressão e volume em balões de festa: podemos confiar em nossa intuição? **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 3, p. 285-295, dez. 2004.
- SOUZA, D. F. et al. Aquisição de dados e aplicações simples usando a porta paralela do micro PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 20, n. 4, p. 413-421, 1998.
- SOUZA FILHO, M. P. et al. Tendências da pesquisa em ensino de física em publicações e eventos recentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5., 2005, Baurú. **Anais...Baurú: ABRAPEC**, 2005. 1 CD-ROM.