

LEVANTAMENTO DOS TRABALHOS EM ENSINO DE FÍSICA QUE INVESTIGARAM ONDAS SONORAS

SURVEY OF WORKS IN PHYSICS TEACHING THAT INVESTIGATED SOUND WAVES

Maria Inês Affonseca Jardim¹, Nádia Cristina Guimarães Errobidart², Shirley Takeco Gobara³,

1Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal/ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação – UFMS, inesaffonseca@gmail.com

2Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação – UFMS, nacriguer@gmail.com

3 Universidade Federal De Mato Grosso do Sul /Departamento de Física/ Programa de Pós-graduação em Educação – UFMS, gobara@dfi.ufms.br

Resumo

O artigo apresenta o resultado de uma pesquisa bibliográfica cujo objetivo foi identificar tendências teóricas e metodológicas, instrumentos de coleta e tratamento de dados utilizados em trabalhos cujo objeto de estudo estava relacionado com transposição didática, som, ondas, onda sonora, e acústica. A seleção dos trabalhos que compõem o corpus desta investigação foi realizada em três bancos de referência de teses e dissertações da USP, seis periódicos nacionais e cinco periódicos internacionais. Os artigos foram agrupados em duas grandes categorias relacionadas à utilização da transposição didática como referencial teórico e a forma como o conteúdo de ondas sonoras foi abordado. A segunda categoria foi desdobrada em mais quatro subcategorias. A incidência de trabalhos que possuem como objeto de pesquisa o conceito de ondas sonoras e o estudo de sua transposição didática aumentou nos últimos anos, mas ainda pode ser considerada incipiente. A política editorial da revista onde encontramos a maior quantidade dos artigos analisados prioriza pesquisas que estejam ligadas ao ensino de ciências, mas grande parte dos artigos não traz a apresentação de uma descrição de pesquisa e nenhum estava enquadrado na seção denominada pesquisa em ensino de Física. No que diz respeito ao estudo de transposição didática do conceito de ondas sonoras, observa-se que este é um assunto ainda pouco explorado, fato evidenciado pelo baixo número de publicações significativas observadas nas revistas nacionais analisadas.

Palavras-chave: Pesquisa Bibliográfica; Física; Ensino; Ondas Sonoras.

Abstract

This paper presents the result of a bibliographic research whose objective was to identify methodological and theoretical trends, data collection and management tools used in papers whose study object was related to didactic transposition, sound, waves, sound waves, and acoustics. The selection of the corpus of this investigation was conducted in three theses and dissertations

¹ Bolsista Fundação Manoel de Barros

² Bolsista FUNDECT

databases at USP (São Paulo University), six national journals and five international journals. The works selected were grouped into two categories, according to the use of didactic transposition as theoretical reference, and the way the sound waves content was approached. The second category had other four subcategories. The amount of papers whose research object is the concept of sound waves and the study of its didactic transposition has increased over the last few years, but may still be regarded as incipient. The editorial policy of the journal where we could find most of the papers here analyzed prioritizes research related to Science teaching. However, most papers do not present a description of the research; none of them was included in the section called Research in Physics Teaching. The study of didactic transposition of the concept of sound waves is still very little explored, which becomes evident from the small amount of significant publications found in the national journals analyzed.

Keywords: Bibliographic Research; Physics; Teaching; Sound Waves.

Introdução

Motivadas pelo objetivo de identificar as tendências teóricas e metodológicas, os instrumentos e as técnicas utilizadas para a coleta e o tratamento de dados presentes nas pesquisas relacionadas com a transposição didática do conteúdo de ondas sonoras, realizamos um levantamento em algumas publicações e bancos de teses existentes na área de ensino de física, para identificar pesquisas em que os conceitos relacionados a esse conteúdo se fazem presentes. No que se refere ao conceito de transposição didática, nosso objetivo foi apenas identificar o enfoque dado nas publicações investigadas.

As informações levantadas sobre esse objeto de pesquisa subsidiarão outra investigação em que estamos envolvidas. Tal investigação foi incentivada pela necessidade de resolver problemas como a falta de materiais didáticos de apoio ao professor e possíveis dificuldades em se realizar a transposição didática do conteúdo de ondas sonoras em nível de ensino médio e em disciplinas específicas de cursos universitários, como, por exemplo, conforto no curso de arquitetura. Nesta última, o estudo de ondas sonoras visa à formação técnica dos estudantes no emprego de conceitos para elaboração e análise de projetos.

Para o levantamento das informações, selecionamos dois bancos de dados e um catálogo analítico de teses e dissertações organizados e publicados pela USP (Universidade de São Paulo), cinco periódicos nacionais e cinco periódicos internacionais. Como critério de seleção dos bancos e periódicos, foi considerada a relevância das publicações na área de Educação em Ciências e as temáticas abordadas. O período analisado, neste artigo, corresponde à disponibilidade da publicação *on-line*.

As fontes de teses e dissertações consultadas foram:

- Banco de Referências ENFIS: faz o levantamento de artigos publicados em revistas nacionais da área de Ensino de Ciências/Física e áreas afins, Projetos, Dissertações

e Teses em Ensino de Física, Apostilas e Guias de Estudo de Física, Publicações de divulgação restrita (mimeos, pre-prints etc.) e livros sobre temas relacionados à Ciência e Educação que possam servir de subsídio para o trabalho do professor;

- FISBIT: programa desenvolvido para consultas a um banco de dados com referências de publicações relacionadas à Física e suas fronteiras;
- Catálogo Analítico de Dissertações e Teses: editado em três volumes, sendo que o último ainda está em elaboração. Volume 1 (1972-1992) , Volume 2 (1992-1995) e Volume 3 (1995-2005 - em elaboração).

Os bancos e o catálogo podem ser acessados no ProFis (Espaço de Apoio, Pesquisa e Cooperação de Professores de Física).

No caso dos periódicos, a escolha das fontes de consulta foi orientada pela sua aceitação no meio acadêmico e pela sua política editorial.

Os periódicos nacionais consultados foram:

- O Caderno Brasileiro de Ensino de Física, antigo Caderno Catarinense de Ensino de Física, teve seu primeiro número publicado em 1984. Criado principalmente para possibilitar a interação dos professores, em especial os do Ensino Médio, para trocar experiências sobre temas de interesse: artigos de divulgação científica, sugestões de experimentos e política educacional (Cad. Cat. Ens. Fis., p.1,1984).
- Criada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência – SBPC, em 1949, a revista Ciência e Cultura tem como objetivo contribuir para o debate dos grandes temas da atualidade e passou a ser publicada inteiramente em português a partir de 2002.
- A revista Investigação em Ensino de Ciências publica resultados de pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências. É uma publicação do Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- A revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências é publicada pelo Centro de Ensino de Ciências e Matemática (Cecimig) e pelo Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação (FAE) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Seu objetivo é a disseminação do conhecimento produzido no Centro e na Pós-graduação em um veículo específico na língua portuguesa.
- A Revista Brasileira de Ensino de Física é uma publicação da Sociedade Brasileira de Física. Sua linha editorial está voltada para a publicação de artigos que possibilitem a melhoria do ensino de Física.

Os periódicos Internacionais analisados foram:

O Journal of Science Education, com o intuito de ajudar a resolver problemas relativos ao processo ensino/aprendizagem nas ciências naturais nas escolas e universidades, tem como objetivo publicar resultados de investigações de autores de países diferentes sobre várias matérias e métodos na instrução física, química, e biológica.

Com a intenção de criar uma ponte entre a pesquisa e a prática, o International Journal of Science Education publica pesquisas aplicáveis relevantes à prática educacional.

O Journal of Research in Science Teaching publica relatórios com introduções de ensino de ciência e de aprendizagem, além de política de educação em ciência.

O Science Education tem como objetivo publicar artigos que proponham avanços do conhecimento no que diz respeito à teoria e à prática do ensino de ciências.

A Revista Enseñanza de las Ciencias pretende ajudar, através da publicação de artigos, a fomentar a investigação que permita o avanço da compreensão dos problemas significativos relativos à aprendizagem científica.

Neste artigo, dada à limitação de páginas, incluímos somente os resultados e a análise dos dados dos artigos levantados nas revistas nacionais. O resultado e a análise dos trabalhos das revistas internacionais e dos bancos de dados que compõem o corpus desta investigação serão apresentados numa outra oportunidade.

Metodologia

Com a finalidade de levantar os artigos que tratam de temas relacionados com a transposição didática e o conteúdo de ondas sonoras, utilizamos uma estratégia de busca por associação de palavras-chave, considerando-se a existência de pelo menos uma destas palavras-chave: transposição didática, som, ondas, onda sonora, e acústica. As buscas foram realizadas tomando-se por base a presença de pelo menos uma das palavras no título ou no corpo dos trabalhos publicados. Quando localizada a palavra, o trabalho era selecionado para compor o corpus desta investigação.

Tendo em vista a diversidade na forma de se abordarem os temas dos trabalhos selecionados, realizamos uma primeira leitura na íntegra de todos os textos. Após, buscamos identificar os artigos que tratam da transposição didática como referencial teórico e aqueles que tratam das mais variadas formas de discutir temas relacionados com ondas, em particular ondas sonoras. De acordo com essa classificação, elaboramos as categorias:

- Ensino – ondas – laboratório: quando o trabalho apresentava o resultado de uma pesquisa em que era utilizado o laboratório para desenvolver uma atividade experimental relacionada com o ensino de ondas;
- Ensino – ondas – computador: quando o trabalho apresentava o resultado de uma pesquisa onde o computador era a ferramenta utilizada para trabalhar o ensino de ondas;
- Ensino – ondas – outros: comunicação do resultado de uma pesquisa que estava relacionada com o ensino de ondas;
- Ondas – outros: o trabalho mostrava o resultado de uma pesquisa relacionada com o conceito de ondas e que não se encaixava nas categorias anteriores;
- Transposição: trabalhos onde foi encontrado o termo transposição didática, não importando em que conotação o conceito foi tratado.

Como o objetivo principal era obter informações sobre o conceito de ondas sonoras, criamos as subcategorias:

- Ondas sonoras – quando o objeto de pesquisa estava relacionado com o estudo do som (acústica);
- Outros – quando o objeto de pesquisa não estava relacionado com o estudo do som (acústica) como, por exemplo, quando a investigação tinha como foco a produção e a propagação de outro tipo de onda mecânica ou uma onda eletromagnética.

Após o enquadramento dos artigos segundo as categorias escolhidas, uma nova leitura foi realizada, com o objetivo de identificar os aspectos teóricos e metodológicos mais relevantes que determinam se o relato do artigo se refere a uma pesquisa em ensino de física ou não.

Quanto aos aspectos teóricos, buscamos verificar: o problema ou a questão de investigação, os objetivos e o referencial teórico que fundamentou a pesquisa.

Quanto aos aspectos metodológicos, verificamos: a explicitação da metodologia usada, como foi realizada a coleta de dados e qual o tratamento utilizado na análise.

Resultados e Análise

A ocorrência dos artigos identificados nos periódicos de revistas internacionais, nacionais e nos bancos de dados usados, de acordo com os períodos especificados no quadro 1 e 2, foi: Journal Science Education - Sound (11), sound waves (0), didactical transposition (0); International Journal of Science Education - Sound (1), sound waves (1), didactical transposition (0); Journal of Research in Science Teaching - Sound (4), sound waves (0), didactical transposition (0); Enseñanza de la Ciencias - ondas (1), ondas sonoras (1), transposición didáctica (3); Science Education - Sound (0), sound waves (0), didactical transposition (0).

Nos dois bancos de dados e no catálogo analítico de teses e dissertações encontramos as ocorrências: Mestrado – transposição didática (3), ondas (5) e acústica (2); Doutorado – transposição didática (3) e ondas (1).

O resultado da análise dos artigos das revistas internacionais e banco de dados que compõem o corpus desta investigação serão apresentados numa outra oportunidade. Este artigo traz as análises e resultados dos artigos levantados nos periódicos nacionais.

Os quadros 1 a 5 demonstram as ocorrências nos periódicos nacionais, separadas por revista, com a identificação do período analisado, do seu número e volume, ano de publicação, palavra-chave associada à pesquisa, categoria e subcategoria de enquadramento e o nome do artigo. Alguns artigos foram relacionados em mais de uma palavra-chave.

Quadro 1 - Caderno Brasileiro de Ensino de Física (vol. 1, n. 1, 1984 – vol. 23, n. 3, 2006)

ANO	VOL.	N.	PALAVRA	CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	NOME DO ARTIGO
1989	6	3	acústica	Ensino-ondas-laboratório	outros	O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de física
2005	22	1	ondas		som	Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de Kundt para medir a velocidade do som no ar
1996	13	2	ondas sonoras	Ensino-ondas-outros	som	O clarinete - uma introdução à análise física do instrumento

2004	21	1	ondas sonoras	ensino-ondas-computador	som	Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras
2000	17	2	transposição	transposição	outros	Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático

Quadro 2 – Revista Ciência e Educação (vol. 5, n. 1, 1998 – vol. 13, n. 1, 2007)

ANO	VOL.	N.	PALAVRA	CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	NOME DO ARTIGO
1998	5	2	som, transposição	transposição	som	Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos
2002	8	2	transposição		outros	A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica
2002	8	1	transposição		outros	Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência
2005	11	1	transposição		outros	A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar

Quadro 3 - ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências (vol.1, n. 1, 1999 – vol. 9, n. 1, 2007)

ANO	VOL.	N.	PALAVRA	CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2005	7	2	ondas sonoras	ensino-ondas-computador	som	O ensino da física do som baseado em investigações

Quadro 4 - Investigações em Ensino de Ciências (vol.1, n. 1, 1996 – vol.12, n. 2, 2007)

ANO	VOL.	N.	PALAVRA	CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2005	10	3	transposição	transposição	outros	Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna?

Quadro 5 - Revista Brasileira de Ensino de Física (vol. 1, n. 1, 1979 – vol. 29, n. 3, 2007)

ANO	VOL.	N.	PALAVRA	CATEGORIA	SUB-CATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2002	24	4	som	ensino-ondas-computador	outros	Decodificando o Controle Remoto com a Placa de Som do PC
2002	24	2	ondas		som	Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador
2000	22	4	som			Experimento Didático para Determinação da Velocidade de Propagação do Som no Ar, Assistido por Computador
2002	24	2	som			O Estudo de Colisões através do Som
2003	25	1	som			Velocidade do Som no Ar Um Experimento Caseiro com Microcomputador e Balde D'água
2004	26	1	som			Realizando experimentos didáticos com o sistema de som de um PC
2005	27	3	ondas	ensino-ondas-outros	outros	Obstáculos conceptuales en el aprendizaje de la energía de las ondas
1980			ondas	ondas - outros	outros	Penetração em barreira por ondas eletromagnéticas
1986	8	1	ondas			Ondas Longitudinais determinação da velocidade do som em metais
1988	10		ondas			Encolhimento de um pacote de ondas Gaussianas
1993	15	1 a 4	ondas			Aproximação WKB e propagação de ondas em meios não homogêneos
1994	16	1 a 4	ondas			Existem ondas vazias
1998	20	1	ondas			Ondas Estacionárias Longitudinais no Tubo de Chamas

1999	21	3	ondas		Estudo da Transmissão e Reflexão de Campo Elétrico Através de uma Interface Formada por Dois Guias de Ondas Planares
2001	23	2	ondas		Propagação de Ondas Longitudinais Eletrostáticas em Plasmas
2003	25	3	ondas		Ondas do tipo Sóliton em Guias Dielétricos
2003	25	3	ondas		Supresión de Modos de Vibración Acusticos con un Resonador Helmholtz
2004	26	4	ondas		Oscilação quântica de sabores com pacotes de ondas
2004	26	2	ondas		Sobre los cuasi-nodos en las oscilaciones de cuerdas reales
2004	26	3	ondas		Uma discussão sobre as densidades de energia em ondas mecânicas unidimensionais
2006	28	1	ondas		Ondas de choque não colisionais no espaço interplanetário
2004	26	3	ondas sonoras		Simulação computacional de campos ultra-sônicos
2001	23	1	som		Aquisição de Dados com a Placa de Som do Computador
2004	26	4	ondas, som	som	Elasticidade, plasticidade, histerese... e ondas

Em síntese, a quantidade de artigos nos periódicos nacionais selecionados foi: cinco (14,3%) artigos no Caderno Brasileiro de Ensino de Física, quatro (11,4%) na revista Ciência e Educação, um (2,9%) na revista ENSAIO – Pesquisa em Educação em Ciências, um (2,9%) na revista Investigações em Ensino de Ciências, 24 (68,6%) na Revista Brasileira de Ensino de Física.

Distribuindo esses artigos segundo o grupo de palavras utilizadas para a seleção, temos: acústica – um artigo (2,9%); ondas – 17 (48,6%); ondas sonoras – quatro (11,4%); som – seis (17,1%); transposição – cinco (14,3%); som e transposição – um (2,9%); e ondas e som – um (2,9%).

Os artigos que apresentam resultados do estudo de ondas estão distribuídos entre os anos de 1980 e 2006 de forma homogênea. O artigo em que encontramos a palavra *acústica* foi publicado em 1989. Dos quatro artigos onde a frase *ondas sonoras* foi identificada, três foram publicados a partir de 2004. Os artigos com ocorrência da palavra *som* foram publicados a partir de 2000, com exceção do artigo que traz a palavra *transposição*, publicado em 1998. Os demais artigos com a palavra *transposição* foram publicados a partir de 2000. O artigo onde aparece a combinação das palavras *onda* e *som* foi publicado em 2004.

Na maioria dos artigos analisados, os objetivos não são indicados de forma explícita no texto.

Os dois artigos da categoria *ensino-ondas-laboratório* são relatos de propostas de experimentos, explicitando os procedimentos que professores do ensino médio podem utilizar para realizar experimentos em sala de aula ou no laboratório. Não apresentam descrições da aplicação dos procedimentos com grupos de estudantes. A fundamentação dos artigos refere-se apenas aos conceitos físicos tratados no experimento.

Dos oito artigos da categoria *ensino-ondas-computador*, analogamente à anterior, sete não descrevem procedimentos de pesquisa. São propostas de utilização de softwares para o cálculo ou o estudo de grandezas físicas com a utilização do computador. A exceção é o artigo de Borges (2005), que relata uma pesquisa cujos sujeitos são alunos do ensino médio. O trabalho tem como objetivo examinar experiências de aprendizagem por meio da utilização do computador. A

metodologia descreve a utilização de textos, exercícios de fixação, pré e pós testes. A análise dos resultados foi feita por meio das respostas dos testes e das gravações das sessões.

O artigo de Hümmelgen (1996), classificado na categoria *ensino-ondas-outros*, apresenta uma metodologia de ensino em que os conceitos relacionados com o som são estudados com o auxílio da utilização de um instrumento musical. Não há uma indicação da utilização dessa metodologia com grupos de estudantes. O outro artigo desse grupo, escrito por Welti (2005), relata uma pesquisa cujos sujeitos são alunos dos cursos de engenharia e de ciências. Segundo o autor, a investigação pretendeu identificar as dificuldades dos alunos na compreensão das questões relacionadas à energia em uma corda. No artigo são descritas as respostas aos questionários e suas relações com os conteúdos dos livros-textos utilizados pelos alunos, sujeitos da pesquisa. No texto, o autor apenas indica que a metodologia e o referencial teórico adotados para a análise das respostas dos questionários foram descritos em um outro artigo, publicado em revista internacional.

No grupo *ondas-outros*, não encontramos relatos de pesquisa nos 18 artigos analisados. Eles configuram-se como análises teóricas com descrição detalhada das equações matemáticas utilizadas para o estudo de tópicos específicos relacionados ao estudo do conteúdo de ondas.

Na categoria *transposição*, relacionamos seis trabalhos, dos quais quatro foram publicados na revista Ciência e Educação. Um dos trabalhos (MONTEIRO e MEDEIROS, 1998) apresenta uma discussão sobre as distorções encontradas nos livros de oitava série do ensino fundamental (hoje nona série) e em livros do segundo ano do ensino médio, no que diz respeito às alterações sofridas pelos conceitos altura, intensidade e timbre do som no processo de transposição didática. Na introdução, os autores identificam trabalhos que tratam das concepções alternativas de som, da importância da manipulação ou demonstração experimental e da dificuldade que os estudantes sentem em tentar explicar situações cuja proximidade com os problemas tratados em sala de aula é pequena. Nesse artigo, não há referência a trabalhos que tratem da transposição didática do conceito de som. A metodologia escolhida pelos autores para o desenvolvimento da pesquisa foi a de comparação da forma como os conceitos são encontrados nos livros utilizados no ensino médio, livros considerados de excelência pela academia. Os autores concluem que a maior parte dos livros distorce os conceitos de altura, intensidade e timbre. No que se refere à transposição didática, Monteiro e Medeiros (1998) argumentam que sintetizar um conteúdo para adequá-lo a uma determinada faixa etária de alunos não implica distorcê-lo. Os artigos de Cachapuz (2002) utilizam as palavras transposição didática sem entrar na discussão de seu significado. Alves Jr. (2000) utiliza o conceito para analisar a evolução das práticas na utilização didática do laboratório. Assinala que, além dos conceitos propostos por Chevallard em sua teoria, é necessário acrescentar para o estudo do saber ensinado uma análise sobre as práticas sociais de referência. Brockinztton e Pietracola (2005) discutem a necessidade de se introduzir uma nova regra àquelas propostas para a teoria de Chevallard (1991), quando da inserção da Física Moderna contemporânea no ensino médio - “sentido de realidade”. Almeida e Falcão (2005) utilizam a teoria de Chevallard para a análise da estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. Esses autores apontam, como resultado de sua investigação, a teoria dos campos

conceituais como um instrumento analítico frutífero no processo de conceitualização dos sujeitos diante de situações envolvendo processos evolutivos.

Nos nove artigos cujo objeto de ensino tinha relação com o ensino do som, percebemos a ênfase dos estudos associada ao uso do computador como recurso metodológico. Dois relacionam o estudo do som com a utilização de laboratório e um com a música. Destacamos que o interesse pela publicação desses artigos nas principais revistas de circulação nacional investigadas é recente; apenas o de Monteiro & Medeiros (1998) não foi publicado na década de 2000.

Nosso levantamento evidenciou a insuficiência de trabalhos na área de ensino de ciências físicas relacionados ao conceito de ondas sonoras. Também mostrou que o conceito de ondas é estudado fundamentalmente com ênfase nas demonstrações teóricas de suas equações e leis.

Quanto aos artigos relacionados às experiências em sala de aula, encontramos trabalhos que propõem metodologias para o desenvolvimento de atividades experimentais, para utilização em aulas de laboratório, a maioria com a utilização do computador. No entanto, não são relatadas pesquisas onde se aplicam essas metodologias em situações concretas de ensino.

Na Revista Brasileira de Ensino de Física, com o maior número de artigos publicados, existe uma preponderância de trabalhos que tratam da demonstração matemática das equações relacionadas com o estudo do conceito de ondas. Dos 24 artigos dessa revista, um foi enquadrado pelos editores na seção “Notas e Discussões”, dois na “Seção Especial: Informática no Ensino de Física”, 14 na seção “Artigos Gerais”, quatro na seção “Materiais e Métodos” e dois na seção “Artigos de Divulgação”. Nenhum dos artigos foi enquadrado na seção “Pesquisa em Ensino de Física”.

Considerações finais

São poucos os trabalhos que possuem como objeto de pesquisa o conceito de ondas sonoras e o estudo de sua transposição didática. A incidência dos estudos aumentou nos últimos anos, mas ainda pode ser considerada incipiente. Apesar de os artigos terem sido publicados em revistas cuja política editorial prioriza pesquisas ligadas ao ensino de Ciências e de Física, na sua maioria os artigos apresentam discussões teóricas, propondo formas diferentes de tratar, com descrição detalhada das equações matemáticas, tópicos específicos relacionados com conteúdo de ondas, sem a preocupação de verificar o efeito dessas propostas numa situação de ensino e aprendizagem desses conceitos.

A maior parte dos artigos não traz explicitamente os elementos que caracterizam uma pesquisa em ensino de Ciências, logo não foi possível, na sua maioria, identificar os objetivos de pesquisa, a metodologia utilizada e os referenciais teóricos adotados. De todos os artigos publicados na Revista Brasileira de Ensino de Física, periódico de maior ocorrência de artigos repertoriados, nenhum estava enquadrado na seção denominada Pesquisa em Ensino de Física.

No que diz respeito ao estudo de transposição didática do conceito de ondas sonoras, ficou evidenciado que este é um assunto ainda pouco explorado, dado o baixo número de publicações significativas observadas nas revistas nacionais

analisadas. Quanto à utilização do conceito de transposição, os artigos levantados parecem concordar plenamente com os pressupostos subjacentes à teoria da Transposição Didática de Chevallard (1991). Não há, nesses artigos, referências a autores que criticam e se contrapõem às idéias de Chevallard. Alguns indicam a necessidade de sua complementação para os estudos neles propostos.

O conceito de ondas e em particular o de ondas sonoras está intrinsecamente ligado a situações da vida cotidiana. Acreditamos que esse tema não poder ser excluído do ensino fundamental e médio, quaisquer que sejam os motivos. O mapeamento deste artigo sugere que seu estudo não é objeto de interesse, em número significativo, de pesquisas realizadas no âmbito do ensino de Física.

Como continuidade deste trabalho, pretendemos apresentar as análises das demais fontes que, em termos de ocorrência, conforme os quadros 1 e 2, confirmam os resultados obtidos nos periódicos nacionais e que, portanto, justificam a nossa escolha de investir na pesquisa sobre a transposição didática para o estudo das ondas sonoras.

Referências

- ALMEIDA, Argus de Vasconcelos; FALCÃO, Jorge Tarcisio da Rocha. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 11, n. 1, p.17-32, 2005.
- ALVES FILHO, Jose de Pinho. Regras da transposição didática aplicadas ao laboratório didático. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 17, n. 2, p.174-188, 2000.
- ARNOLD, Francisco J.; PELÁ, Carlos A.. Simulação computacional de campos ultrasônicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 3, p.223-231, 2004.
- BARATTO, Antonio Carlos. Ondas Estacionárias Longitudinais no Tubo de Chamas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 20, n. 1, p.6-10, 1998.
- BARBETA, Vagner Bernal; MARZZULL, Cláudia Rocha. Experimento Didático para Determinação da Velocidade de Propagação do Som no Ar, Assistido por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 22, n. 4, p.447-455, 2000.
- BASTO FILHO, Jenner Barreto. Existem ondas vazias? **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 16, n. 14, p.33-47, 1994.
- BERNARDINI, Alex Eduardo de; LEO, Stefano De. Oscilação quântica de sabores com pacotes de ondas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 4, p.335-350, 2004.
- BLEICHER, Lucas et al. Análise e Simulação de Ondas Sonoras Assistidas por Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, p.129-133, 2002.
- BORGES, Antônio Tarciso; RODRIGUES, Bruno Augusto. O ensino da física do som baseado em investigações. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, MG, v. 7, n. 2, p.1-24, 2005.
- BROCKINGTON, Guilherme; PIETROCOLA, Maurício. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos de física moderna? **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, RS, v. 10, n. 3, p.123-138, 2005.

BRUNO-ALFONSO, Alexys; FLORENCIO, Alexandro Silveira. Uma discussão sobre as densidades de energia em ondas mecânicas unidimensionais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 3, p.247-250, 2004.

CADERNO BRASILEIRO DE ENSINO DE FÍSICA. Florianópolis: UFSC, 01 jan. 2007. Disponível em: <http://www.fsc.ufsc.br/ccef/menu_cadernos.html>. Acesso em: 01 abr. 2007.

CASTELANI; GONÇALVES; SANTIAGO. Aproximação WKB e propagação de ondas em meios não homogêneos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 15, n. 14, p.34-41, 1993.

CASTRO, Antonio Soares. Escolhimento de um pacote de ondas Gaussianas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 10, n. 1, p.63-66, 1988.

CAVALCANTE, Marisa Almeida; SILVA, Elias da; PRADO, Reginaldo do. O Estudo de Colisões através do Som. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 2, p.150-157, 2002.

CIÊNCIA E EDUCAÇÃO. Bauru: Unesp, 01 jan. 2007. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/cienciaeeducacao/>>. Acesso em: 01 abr. 2007.

CIÊNCIA E CULTURA. Campinas: SBF, 01 maio 2007. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_issues&pid=0009-6725&lng=pt&nrm=pis>. Acesso em: 01 maio 2007.

CIÊNCIA E ENSINO. Campinas: Unicamp, 01 maio 2007. Disponível em: <<http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/index>>. Acesso em: 01 maio 2007.

CHEVALLARD, Yves. **La transposicion didactica : del saber sabio al saber enseñado**. Buenos Aires. 1991. 2. ed. 196 p.

ECHER, E.; ALVES, M.v.; GONZALEZ, W.d.. Ondas de choque não colisionais no espaço interplanetário. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 28, n. 1, p.51-66, 2006.

ENSAIO & PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Belo Horizonte: UFMG, 01 maio 2007. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/ensaio/>>. Acesso em: 01 maio 2007.

FERNANDES, Alcione Silva; JUNIORY, Wilson Marques. Propagação de Ondas Longitudinais Eletrostáticas em Plasmas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, p.200-210, 2001.

GALLEAS, W. et al. Ondas do tipo Sóliton em Guias Dielétricos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 25, n. 3, p.294-204, 2003.

GOMEZ, Danilo; WELTI, Reinaldo. Sobre los cuasi-nodos en las oscilaciones de cuerdas reales. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 2, p.139-144, 2004.

GUIGUET, Andres; WELTI, Reinaldo. Supresión de Modos de Vibración Acusticos con un Resonador Helmholtz. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 25, n. 3, p.287-293, 2003.

HAAG, Rafael. Utilizando a Placa de Som do Micro PC no Laboratório Didático de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 2, p.176-183, 2001.

HÜMMELGEN, I. A.. O clarinete - uma introdução à análise física do instrumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 13, n. 2, p.139-153, 1996.

INVESTIGAÇÕES EM ENSINO DE CIÊNCIAS. Porto Alegre: UFRS, 01 maio 2007. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>>. Acesso em: 01 maio 2007.

LUCIO, Nivaldo; OMAR, Fernando. Ondas Longitudinais determinação da velocidade do som em metais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 8, n. 1, p.3-8, 1986.

MONTARROYOS, Erivaldo; MAGNO, Wictor C.. Aquisição de Dados com a Placa de Som do Computador. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 23, n. 1, p.57-62, 2001.

MONTARROYOS, Erivaldo; MAGNO, Wictor C.. Decodificando o Controle Remoto com a Placa de Som do PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 24, n. 4, p.497-499, 2002.

MONTEIRO JUNIOR, F. N.; MEDEIROS, A.. Distorções conceituais dos atributos do som presentes nas sínteses dos textos didáticos: aspectos físicos e fisiológicos. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 5, n. 2, p.1-14, 1998.

MOREIRA, João Luiz Kohl. Sombra de Prédios e Torres em Cidades e de Montanhas na Região Rural. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 25, n. 1, p.62-73, 2003.

MÜTZENBERG, Luiz André; VEIT, Eliane Ângela; SILVEIRA, Fernando Lang da. Elasticidade, plasticidade, histerese... e ondas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 26, n. 4, p.307-313, 2004.

PRAIA, João Felix; CACHAPUZ, António Francisco Carrelhas; GIL-PÉREZ, Daniel. Problema, teoria e observação em ciência: para uma reorientação epistemológica da educação em ciência. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 8, n. 1, p.127-145, 2002.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 8, n. 2, p.253-262, 2002.

REVISTA BRASILEIRA DE ENSINO DE FÍSICA. São Paulo: SBF, 01 maio 2007. Disponível em: <<http://www.sbfisica.org.br/rbef/>>. Acesso em: 01 maio 2007.

ROMANOWSKI, Joana Paulin. **As licenciaturas no Brasil: um balanço das teses e dissertações dos anos 90**. Tese (Doutorado) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

SAAB, Sérgio da Costa; CÁSSARO, Fabio Augusto Meira; BRINATTI, André Maurício. Laboratório caseiro: tubo de ensaio adaptado como tubo de kundt para medir a velocidade do som no ar. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 22, n. 1, p.112-120, 2005.

SILVA, Humberto Filomeno da. Estudo da Transmissão e Reflexão de Campo Elétrico Através de uma Interface Formada por Dois Guias de Ondas Planares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 21, n. 3, p.314-320, 1999.

SILVA, Wilton Pereira da et al. Um software para experimentos sobre batimento de ondas sonoras. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 21, n. 1, p.103-110, 2004.

TAVARES, A. D. et al. O método da redescoberta orientada e a criação e desenvolvimento de um laboratório de acústica para o curso de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, SC, v. 6, n. 3, p.135-147, 1989.

WELTI, Reinaldo. Obstáculos conceptuales en el aprendizaje de la energía de las ondas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, SP, v. 27, n. 3, p.487-490, 2005.