



TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA E ONDAS SONORAS COMO OBJETO DE ESTUDO

DIDACTIC TRANSPOSITION AND SOUND WAVES AS THE OBJECT OF STUDY

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, nacriquer@gmail.com

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul /Departamento de Física/ gobara@dfi.ufms.br

RESUMO

A investigação empreendida teve como objetivo identificar tendências teóricas e metodológicas e obter informações sobre instrumentos de coleta e tratamento de dados, utilizados em trabalhos cujo objeto de estudo estava relacionado com transposição didática e ondas sonoras. Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória na qual se realizou um levantamento bibliográfico em periódicos internacionais considerados relevantes na área de educação em ciências, com disponibilidade *on-line*. Foram identificados, no período de 1963 até 2008, um total trinta e três artigos enquadrados em categorias e subcategorias de análise. Todos apresentam uma abordagem metodológica do tipo qualitativa. Os artigos que abordam o conceito de transposição didática o fazem, principalmente, segundo Chevallard e os que tratam do conceito de ondas, apresentam uma diversidade de instrumentos de coleta de dados e relatam procedimentos que poderão orientar as pesquisas desenvolvidas pelo GINPEC/UFMS, do qual fazemos parte.

Palavras – chave: Pesquisa bibliográfica; Ensino; Som.

ABSTRACT

The investigation undertaken had as the objective to identify theoretical and methodological tendencies and obtain informations about instruments it collect and data treatment, used in works whose object of study was related to didactic transposition and sound waves. It was about a qualitative research in exploratory type in which was made a bibliographical survey in international journals considered relevant in educational area in science, with online availability. They were identified, during the period of 1963 to 2008, the total of thirty-three articles classified in category and sub-category of analysis. All of them shows a methodological approach of qualitative type. The articles that approach them concept the

¹Bolsista Fundação Manoel de Barros

²Bolsista FUNDECT.

didactic transposition do that, mainly, according Chevallard and those who deal with the waves concept present a diversity of instruments of data collets and relate procedures which can guide the researchers developed by GINPEC/UFMS, in we belong.

Keywords: Research bibliographical, teaching, sound.

INTRODUÇÃO

Independentemente da abrangência, as pesquisas bibliográficas tem por objetivo inventariar e sistematizar a produção em determinada área. Compreende uma minuciosa busca na literatura, para selecionar e sistematizar informações relacionadas com problema investigado. Tem como objetivos examinar ênfases e temas abordados, analisar enfoques e perspectivas, obter informações sobre referenciais teóricos que subsidiaram as investigações e os procedimentos metodológicos utilizados. A investigação realizada foi proposta para subsidiar o desenvolvimento de projetos de pesquisas do grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – GINPEC/UFMS. Este grupo tem como um dos objetos de pesquisa a transposição didática do conteúdo de ondas sonoras para o Ensino Básico e também para disciplinas específicas de cursos universitários, em particular a de conforto ambiental do curso de Arquitetura.

Realizamos o levantamento de artigos que relatavam pesquisas cujo objeto de estudo estava relacionado à transposição didática e ondas sonoras no Ensino de Ciências. A escolha das fontes de consulta teve como orientação o material disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, no portal de periódicos com textos completos para a área de Ensino de Ciências e Matemática. Os artigos foram obtidos em três (3) periódicos internacionais da área de Ensino de Ciências/Física e áreas afins, considerados relevantes por publicarem pesquisas e/ou relatos de experiências que contribuem com a prática educacional.

Após essa identificação efetuamos uma leitura na íntegra para obter informações sobre os enfoques teóricos e metodológicos, os instrumentos de coleta e o tratamento de dados que foram repertoriados.

METODOLOGIA

Trata-se de uma pesquisa qualitativa do tipo exploratória cuja metodologia apresenta um caráter inventariante e analítico, na qual se realizou um levantamento bibliográfico em três (3) periódicos internacionais considerados relevantes na área de educação em ciências, qualizadas e com disponibilidade *on-line*. Selecionamos dois (2) periódicos com publicação em língua inglesa, o International Journal of Science Education e o Journal of Research in Science Teaching, o primeiro é europeu e o outro é americano, e a Revista Enseñanza de las Ciencias de língua espanhola publicada na Espanha.

O levantamento realizado compreende todos os trabalhos publicados em volumes com disponibilidade de consulta *on-line*. Os períodos consultados foram:

- International Journal of Science Education – vol.11, n. 1 (1979) até vol.30, n. 11 (2008);

- Journal of Research in Science Teaching – vol. 1, n. 1, (Março 1963) até vol. 45, n. 10, (Dezembro 2008);
- Revista Enseñanza de las Ciencias – vol. 1, n. 1, (Março 1983) até vol. 26, n. 3, (Novembro 2008).

Nossa proposta teve por objetivo identificar publicações que descrevessem pesquisas que apresentavam como objeto de estudo os conceitos de ondas, ondas sonoras e de transposição didática, para verificar possíveis tendências teóricas e metodológicas, e obter informações sobre procedimentos de coleta e tratamento de dados.

Realizamos uma busca por artigos que apresentavam, tanto no título como no corpo do texto, as palavras: transposição, ondas, som, ondas sonoras e acústica. Esse procedimento foi empregado em todos os volumes, com disponibilidade *on-line*, de cada um dos periódicos. Selecionamos para compor o corpus de nossa investigação os trabalhos que apresentavam pelo menos uma dessas palavras. Após a seleção dos artigos executamos uma leitura inicial, onde constatamos uma grande diversidade na forma de tratar o objeto de estudo relacionado às palavras chave.

Para facilitar a análise dos trabalhos evidenciados elaboramos as categorias de análise abaixo especificadas:

- *Transposição* – categoria utilizada para classificar trabalhos que apresentavam a palavra transposição;
- *Ondas sonoras* – categoria utilizada para classificar os trabalhos que apresentavam pelo menos um das palavras: ondas sonoras, som e acústica;
- *Ondas* – categoria utilizada para classificar os trabalhos que apresentavam a palavra ondas sem a relação com ondas sonoras.

Os trabalhos distribuídos nessas duas categorias foram enquadrados em subcategorias, elaboradas com o objetivo de ajustá-los a forma como a palavra foi utilizada pelo autor (es) no processo de elaboração do material. As subcategorias elaboradas foram:

- *Referencial* – subcategoria utilizada quando a palavra transposição estava relacionada ao conceito de transposição didática e os autores apresentavam uma discussão sobre o mesmo;
- *Objeto* – subcategoria utilizada para classificar trabalhos que comunicavam do resultado de uma pesquisa que tinha uma das palavras associada ao objeto de estudo;
- *Outro* – subcategoria utilizada quando a palavra eventualmente era localizada no texto sem a pretensão de reportar-se a um objeto de estudo ou ao conceito de transposição didática, como referencial teórico.

Realizado o enquadramento dos trabalhos, efetuamos uma nova leitura com o objetivo de obter informações sobre os referenciais teóricos e metodológicos e o método utilizado para a coleta e o tratamento dos dados.

RESULTADOS E ANÁLISE

Iniciamos a busca por artigos, nos periódicos internacionais selecionados para essa investigação, a partir de 1963, ano em que o Journal of Research in Science Teaching iniciou

a disponibilização dos seus volumes *on-line* e o primeiro artigo foi localizado apenas duas décadas depois.

Localizamos um total de trinta e três (33) artigos no período de 1983 a 2008. A maioria das publicações, vinte (20) artigos, foi encontrada na Revista Enseñanza de las Ciencias, dos quais nove (9) com a palavra transposição e os demais com pelo menos uma das palavras som, ondas sonoras e ondas. No International Journal of Science Education, localizamos nove (9) publicações e no Journal of Research in Science Teaching quatro (4) sendo que nenhuma delas apresentou a palavra transposição.

Dos trinta e três (33) artigos um total de treze (13) foram enquadrados na categoria *Ondas sonoras*, onze (11) em *Ondas* e nove (9) em *Transposição*. Quanto a subcategoria dezoito (18) artigos foram classificados como *objeto*, onze (11) em *outro* e quatro (4) subcategoria *referencial*.

Para facilitar a visualização dos artigos repertoriados, apresentamos nos quadros 1, 2 e 3, as ocorrências com a identificação do ano de publicação, categoria e subcategoria de enquadramento e o nome do artigo.

Quadro 1 – International Journal of Science Education (vol.11, n. 1, 1979 – vol. 30, n. 11, 2008)

ANO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2008	Ondas sonoras	Objeto	Modelling Mechanical Wave Propagation: Guidelines and experimentation of a teaching-learning sequence
2006	Ondas sonoras	Objeto	Sound Stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound
2003	Ondas sonoras	Objeto	Understanding And Affecting Student Reasoning About Sound Waves
2002	Ondas	Objeto	The Object Coordination Class Applied to Wavepulses: Analysing Student Reasoning in Wave Physics
1993	Ondas sonoras	Objeto	University physics students' conceptualizations of factors affecting the speed of sound propagation
1993	Ondas	Objeto	Young children's (7-11) ideas about light and their development
1992	Ondas	Objeto	Spontaneous reasoning on the propagation of visible mechanical signals
1991	Ondas	Objeto	The understanding of the properties of light by students in India
1989	Ondas sonoras	Objeto	A study of tertiary physics students' conceptualizations of sound

Quadro 2– Journal of Researching Science Teaching (vol. 1, n. 1, 1963 – vol. 45, n. 10, 2008).

ANO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2008	Ondas sonoras	Outro	Students' use of the energy model to account for changes in physical systems
2001	Ondas sonoras	Outro	Student and Teacher Questioning during Conversations about Science
1999	Ondas sonoras	Objeto	The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices through Oral and Written Discourse.
1998	Ondas sonoras	Outro	Connecting girls and science: a feminist teacher research Study of a high school prenatal testing unit

Quadro 3 – Enseñanza de las ciencias (vol. 1, n 1, 1983 – vol. 26, n 3, 2008).

ANO	CATEGORIA	SUBCATEGORIA	NOME DO ARTIGO
2008	Transposição	Referencial	El modelo atómico de E. Rutherford del saber científico al conocimiento escolar.
2006	Ondas	Outro	La enseñanza de la ciencia y la tecnología en La escuela argentina (1880 – 2000): un análisis desde los textos
2006	Ondas sonoras	Objeto	La reducción funcional en la justificación de la adiabaticidad de las ondas sonoras
2006	Ondas	Objeto	Concepciones sobre el origen de los terremotos: estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico
2006	Ondas	Objeto	Um sitio WEB para la aproximación fenomenológica de la enseñanza de la luz y la visión
2005	Transposição	Referencial	Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica
2004	Transposição	Outro	Metodología de análisis de libros de texto de matemática: los puntos críticos en la enseñanza secundaria en España durante el siglo XX
2002	Ondas	Objeto	Concepciones de Estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas
2002	Transposição	Referencial	Del modelo científico de «adaptación biológica» en los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria
2001	Transposição	Referencial	Alfabetización científica y tecnológica la transposición didáctica del conocimiento tecnológico
1999	Ondas	Outro	Um estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario
1999	Transposição	Outro	Fundamentación e diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales
1998	Transposição	Outro	Problemas con el lenguaje científico en la escuela. Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales
1997	Ondas sonoras	Objeto	Escuchando El sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos
1997	Ondas sonoras	Outro	Evaluación de una experiencia de aula con un diseño basado en la teoría de la elaboración
1992	Ondas	Objeto	Los Estudiantes y La propagación de las señales mecánicas: dificultades de una situación de varias variables y procedimientos de simplificación
1992	Ondas sonoras	Objeto	¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido?
1989	Transposição	Outro	Las finalidades de la enseñanza de la física y la química vistas por profesores y alumnos franceses
1988	Transposição	Outro	Cuestiones actuales de didáctica de las ciencias físicas en Francia: observaciones comparativas
1983	Ondas	Objeto	Utilización del laser en experiencias por difracción. Cálculo de la longitud de onda de una radiación luminosa

Após enquadramento, segundo as categorias e subcategorias de análise, realizamos uma nova leitura para identificar os referenciais teóricos, os procedimentos metodológicos e os instrumentos utilizados para coleta e tratamento de dados. Considerando que os artigos enquadrados na subcategoria *Outros* não possibilitam obter tais informações, foram retirados desta nova etapa de análise.

Os quatro (4) artigos enquadrados na subcategoria *referencial* fazem uso principalmente do referencial teórico da transposição didática proposto por Chevallard (1991) ao abordarem os saberes e a necessidade de transformações para adequação ao contexto escolar. Apresentam no geral um tópico para a explanação dos principais aspectos desse processo de transformação.

Considerando a descrição dos procedimentos de coleta e tratamento de dados as investigações sugerem abordagem do tipo qualitativa com objetivos exploratórios, em sua maioria.

No artigo categoria *transposição*, intitulado Alfabetización científica y tecnológica la transposición didáctica del conocimiento tecnológico (CAJAS, 2001), o autor afirma que a transformação de saberes científicos para saberes escolares e a incorporação dos saberes científicos no sistemas escolares tem sido estudado por vários autores como, por exemplo, Dewey, Schwab, Bernstein e Chevallard. Ele sinaliza que na maioria das vezes esse movimento dos conhecimentos científicos para conhecimentos escolares fica à mercê dos escritores de livros textos e sujeito a ideologias dominantes. Considera a transposição de conhecimentos científicos em escolares um processo complexo de movimentos de saberes de uma comunidade para outra, pelo fato dos conhecimentos científicos terem sido construídos socialmente em ambientes não escolares. Sua introdução no sistema de ensino provoca modificações que afetam sua estrutura e seu funcionamento. Faz uma descrição geral para demonstrar como esse processo afeta o que chama de alfabetização científica e tecnológica. Elenca um conjunto de critérios, que julga necessário e que não estão restritos aqueles dos escritores de livros didáticos, para que se realize uma transposição que promova um discurso científico escolar mais coerente e relevante para a vida diária. Conclui que, para fins de alfabetização científica e tecnológica, o mais importante não é a transposição didática de todo o conhecimento científico e tecnológico, mas sim dos conhecimentos que podem ser relevantes para todos.

Del modelo científico de «adaptación biológica» em los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria (GÁNDARA GÓMEZ, GIL QUÍLEZ e SANMARTÍ PUIG, 2002), realiza a análise da aplicação do conceito de adaptação biológica para verificar até que ponto assemelha-se com idéias espontâneas apresentadas por alunos do Ensino médio. Segundo os autores o ensino de ciências nas escolas é resultado de uma transposição do conhecimento produzida pelos cientistas, e conhecer as características que separam conhecimento biológico do conhecimento de sala de aula pode ajudar a identificar possíveis dificuldades no ensino além de estar também relacionada com as idéias espontâneas dos estudantes com os modelos que se transpõem.

O estudo é dividido em duas partes: uma pesquisa bibliográfica para fundamentar o âmbito conceitual e a análise da transposição didática em livros didáticos segundo categorias por eles criadas.

Na discussão dos resultados afirmam que as expressões utilizadas na transposição didática podem agravar as dificuldades na interpretação dos modelos de adaptação. Os livros ignoram a adaptação e os fenômenos desse tipo são denominados de funções vitais, o termo é usado apenas para se referir a processos neurológicos.

O outro artigo, intitulado Enseñar los cambios ecológicos en la secundaria: un reto en la transposición didáctica (IBARRA e GIL QUÍLEZ, 2005), apresenta os resultados de um estudo sobre a transposição didática de uma teoria ecológica relacionada a sucessão dos ecossistemas, desde a ciência dos cientistas até a ciência dos livros textos utilizados no ensino secundário. Utiliza como referencial teórico a teoria de Chevallard. O trabalho procura elucidar o que os textos científicos e os livros didáticos, utilizados no ensino secundário da Espanha, dizem sobre a sucessão nos ecossistemas. Por meio desse estudo interpretam como se faz e de que modo acontece a transposição didática desse conteúdo. Consideram que apesar dos manuais de ecologia, botânica e biologia de nível universitário não serem exemplos de saber sábio, no que se refere aos conceitos apresentados por Chevallard, conservam traços

destes, e funcionam como verdadeiros modelos científicos para a transposição dos livros didáticos.

Os autores indicam que o delineamento da pesquisa é qualitativo. Utilizam como instrumento para análise dos textos e seus significados a construção de redes sistêmicas que são apresentadas em forma de tabelas. Descrevem como os conceitos, objeto de estudo da pesquisa, são encontrados nos livros didáticos secundários, e concluem que as tabelas geradas permitem observar e deduzir como se deu o mecanismo da transposição didática. A forma como o autor apresenta essas discussões sugere um delineamento de pesquisa qualitativa do tipo bibliográfica.

El modelo atómico de E. Rutherford: del saber científico al conocimiento escolar (Cuéllar Fernández, Gallego Badillo e Perez Miranda, 2008), apresenta o resultado de uma investigação cujo objeto de estudo estava relacionado a transposição didática do modelo atômico proposto por Ernest Rutherford. Realizam a análise do processo externo de transformação e a confiabilidade dos livros didáticos mais utilizados por professores de química e dos programas de formação inicial de professores dessa área desde a educação básica até a universidade pública.

Segundo os autores a confiabilidade dos textos emerge da análise da relação que existe entre o conhecimento, produzido na esfera científica, e o contexto reconstruído na elaboração de sua forma escolar, apresentado nos livros didáticos. Chamam atenção para o fato do livro didático ser amplamente utilizado e o papel que podem desempenhar no desenvolvimento curricular.

As características do trabalho indicam uma pesquisa com abordagem qualitativa. Os instrumentos de coleta de dados estão baseados em dez critérios relacionados com os estudos de Rutherford, elaborados pelos autores, enquadrados em cinco categorias que buscavam abordar: a) antecedentes dos trabalhos realizados; b) explicação das declarações realizadas; c) as diversas possibilidades de interpretação dos fatos; d) evidência do trabalho científico na comunidade e, e) identificação de inconsistências e reformulações conceituais.

Dos dezoito (18) artigos classificados na subcategoria *objeto* todos, no que se refere a forma de abordagem do problema e as descrições dos procedimentos utilizados, sugerem a realização de investigações com uma abordagem qualitativa, embora apenas alguns autores declaram essa abordagem explicitamente. Quanto aos objetivos propostos doze (12) artigos relatavam pesquisas que buscavam identificar fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência do fenômeno estudado. Analisam como professores e alunos interpretam ou descrevem conceitos ondulatórios assim como processos de geração e propagação de ondas. São evidenciadas diferentes formas de coleta de dados como, por exemplo, o uso de testes para identificar concepções, a realização de entrevistas, observação através de filmagem e análise de exemplos e resultados obtidos com a utilização de sequências, estratégias e metodologias de aprendizagem.

Dada as características desse artigo, sintetizamos nas descrições apresentadas abaixo algumas informações sobre os trabalhos que consideramos mais relevantes nessa subcategoria dado nosso objetivo.

La reducción funcional en la justificación de la adiabaticidad de las ondas sonoras (UTGES e WELTI, 2006) descreve os erros cometidos nos livros didáticos ao explicarem a propagação das ondas sonoras em um meio adiabático e analisa como três professores universitários relatam este fenômeno. Os autores classificam seu trabalho como uma investigação exploratória. Foram realizadas entrevistas extensas e semi-abertas com cada um dos docentes. As entrevistas foram gravadas e filmadas.

O artigo *Modelling Mechanical Wave Propagation: Guidelines and experimentation of a teaching–learning sequence* (FAZIO et al., 2008) mostra o processo de delineamento e de aplicação de uma sequência de aprendizagem sobre o conceito de propagação de onda mecânica, incluindo ondas sonoras e importância dos meios de propagação das ondas. A sequência trata das relações entre fenômenos perceptíveis, como o comportamento macroscópico das ondas e sua interpretação e/ou explicação em termos de características corpusculares dos meios. Ela foi aplicada em setenta e cinco (75) alunos do ensino médio. A análise dos dados foi baseada principalmente em métodos qualitativos de pesquisa. O foco principal das observações foram as representações dos estudantes sobre os fenômenos e as estratégias cognitivas postas em ação, a fim de modificar ou acomodar seus modelos mentais descritivos e interpretativos.

Sound Stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound (ESHACH e SCHWARTZ, 2006, trata-se de um artigo que apresenta como objetivo principal a identificação das concepções dos estudantes do ensino médio a respeito do som e analisa se elas são consistentes com o esquema de substância proposto por Reiner, Slotta, Chi, e Resnick (2000). Segundo esse esquema os estudantes tendem a atribuir propriedades ou comportamentos das substâncias materiais para qualquer fenômeno físico. Os autores classificam sua investigação como qualitativa de cunho exploratório. Foram feitas entrevistas abertas com dez (10) estudantes de uma escola pública urbana no sul de Israel. Nenhum dos estudantes havia estudado, formalmente, o conceito de som antes das entrevistas.

O artigo *The Object Coordination Class Applied to Wavepulses: Analysing Student Reasoning in Wave Physics* (WITTMANN, 2002) traz uma proposta de metodologia para o ensino de ondas mecânicas que foi aplicada em um grupo de alunos do segundo semestre de Engenharia da Universidade de Maryland. Apresenta uma estratégia de aprendizagem em que a carga horária semanal para os estudantes foi distribuída em três horas de leitura, três horas de laboratório e uma hora de seção de discussões. A metodologia leva em conta os modelos dos alunos sobre os conceitos de ondas. Os alunos foram entrevistados e as respostas analisadas utilizando o modelo de coordenadas de classe de di Sessa e Sherin (1998). O autor esclarece no texto que uma descrição sobre os aspectos relacionados as ondas sonoras será apresentado em outro artigo.

Understanding And Affecting Student Reasoning About Sound Waves (WITTMANN, STEINBERG e REDISH, 2003) é a continuação do trabalho anterior, portanto ele apresenta os mesmos sujeitos, a mesma metodologia e a descrição mencionada sobre as ondas sonoras. O texto trata de uma investigação que descreve como a estratégia de aprendizagem tem um papel importante na compreensão do raciocínio do aluno. São estudadas as aproximações entre o que o aluno sabe sobre o conceito de som e um modelo determinado de aprendizagem. Pela descrição feita no artigo podemos caracterizar a pesquisa como um estudo de caso.

Os autores de *The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices through Oral and Written Discourse* (KELLY e CHEN, 1999) examinam o processo discursivo, oral e escrito, na disciplina de física em uma escola de ensino médio. Eles analisam como esses processos de discursos são relacionados às práticas socioculturais em comunidades científicas. O enfoque teórico é baseado em estudos sociológicos e antropológicos de comunidades científicas e em etnografia da vida em sala de aula. A análise do discurso é utilizada como uma orientação metodológica na instrução da ciência. Os dados etnográficos incluem gravações de vídeo cassete de três (3) anos letivos. Para restringir a investigação a uma quantidade de dados possível de ser analisada os autores recorreram a

técnica de Green e Meyer conhecida pelo termo “cycle of activity”. O ciclo considerado foi de duas (2) semanas com atividades relacionadas do estudo do movimento ondulatório.

No artigo *Escuchando El sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos* (PERALES PALACIOS, 1997) o autor examina os conceitos relacionados à acústica numa perspectiva ampla em que esses conceitos são colocados dentro de uma estrutura científica, didática e sociológica. Analisa também os resultados de um teste aplicado em estudantes com idades e níveis diferentes, a fim de identificar concepções comuns da acústica. Faz uma reflexão sobre as implicações que essas concepções podem ter para a sala de aula de física. A discussão dos resultados é feita de acordo com a seguinte subdivisão de conteúdos: concepções mais significativas dos alunos; evolução das mesmas em função do nível de educação e da idade do aluno; contaminação acústica e tecnologias e aplicações acústica.

No artigo *Concepciones de Estudiantes y profesores acerca de la energia de las ondas* (WELTI, 2002) são examinadas algumas dificuldades que professores e estudantes têm em interpretar e descrever os mecanismos físicos associados com a geração e propagação de uma onda, assim como a energia envolvida nesses processos. São analisados os resultados de encontros e entrevistas com docentes e alunos de um curso introdutório de física de nível médio. As respostas são comparadas com enunciados de livros didáticos que apresentam erros, ambiguidades e semelhanças com os pensamentos dos estudantes. Algumas possíveis causas da difusão dessas idéias, entre os que participam do processo de ensino e aprendizagem de ciências são discutidas, e algumas sugestões são esboçadas para alcançar a aprendizagem significativa.

CONCLUSÃO

Fazendo uso do procedimento de busca por palavras Localizamos um total de trinta e três (33) artigos no período de 1983 a 2008. A maioria das publicações, vinte (20) artigos, foi encontrada na Revista *Enseñanza de las Ciencias* seguido pelo *International Journal of Science Education* com nove (9) publicações e o *Journal of Research in Science Teaching* com quatro (4). Do total treze (13) foram enquadrados na categoria *Ondas sonoras*, onze (11) em *Ondas* e nove (9) em *Transposição*. Após a primeira leitura na íntegra dezoito (18) artigos foram classificados como subcategoria *objeto*, onze (11) como *outro* e quatro (4) como *referencial*.

Dos nove (9) artigos classificados na categoria transposição três (3) faziam referência ao conceito, mas não o usavam como referencial teórico nem apresentavam uma discussão sobre o mesmo, dois (2) apresentavam uma discussão entre outras coisas da teoria da transposição didática e quatro (4) faziam uso do conceito de transposição didática como referencial teórico, principalmente segundo o conceito proposto por Chevallard (1991). Esses últimos analisam qualitativamente aspectos da transformação dos saberes em especial o processo de transposição didática externo ao contexto escolar presente em livros didáticos e programas de ensino.

Todos os dezoito (18) artigos enquadrados na subcategoria *objeto* descrevem uma investigação com abordagem qualitativa. Apresentam diferentes instrumentos de coletas de dados (testes para identificar concepções, entrevistas e observações através de filmagem) e procedimentos metodológicos para obter informações sobre conceitos ondulatórios e processos de produção e propagação de ondas. Sugerem procedimentos característicos de

pesquisas bibliográficas, de levantamento e estudo de caso, comumente empregado em pesquisas exploratórias e descritivas.

Os artigos analisados descrevem características evidenciadas no processo de transformação dos saberes e relatam procedimentos que poderão orientar as pesquisas desenvolvidas pelo Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências – GINPEC/UFMS, do qual fazemos parte e que atualmente está desenvolvendo projetos de pesquisas sobre a transposição didática e o conceito de ondas sonoras.

REFERÊNCIAS

CAJAS, Fernando. Alfabetización Científica y Tecnológica: La Transposición Didáctica Del Conocimiento Tecnológico. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.19, n.2, p. 243 -254, 2001.

CONCARI, Sonia Beatriz; POZZO, Roberto Luis e GIORGI, Silvia María. Um estudo sobre el rozamiento em libros de física de nivel universitario. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.17, n.2, p. 273 -280, 1999.

CORNEJO, Jorge Norberto. La enseñanza de la ciencia y la tecnología em La escuela argentina (1880 – 2000):um análisis desde los textos. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.19, n.2, p. 243 -254, 2001.

CUÉLLAR FERNÁNDEZ, L; GALLEGO BADILLO, R e PÉREZ MIRANDA, R. El modelo atómico de E. Rutherford del saber científico al conocimiento escolar. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.24, n.3, p. 357 - 370, 2006.

DI SESSA, A. A.; SHERIN, B.L. What changes in conceptual change. **International Journal of Science Education**, London, 20, 1155–1191, 1998, in: WITTMANN, Michael C. The Object Coordination Class Applied to Wavepulses: Analysing Student Reasoning in Wave Physics. **International Journal of Science Education**, London, v. 24, n. 1, p. 97 - 118, 2002.

ESHACH, Haim; SCHWARTZ, Judah L. Sound Stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 7, p. 733–764, 2006.

FAZIO, Claudio et al. Modelling Mechanical Wave Propagation: Guidelines and Experimentation of a Teaching-Learning Sequence. **International Journal of Science Education**, London, v. 30, n. 11, p. 1491 - 153 , 2008.

GAGLIARDI, Marta, GIORDANO, Ernica e RECCHI, Maurizio. Um sitio WEB para la aproximación fenomenológica de la enseñanza de la luz y la visión. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.24, n.1, p. 139 - 146, 2006.

GALAGOVSKI, L.R., BONÁN, L. e ADÚRIZ BRAVO, A. Problemas com el lenguaje científico em la escuela. Um análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. **Enseñanza de las Ciencias:** revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.16, n.2, p. 315 - 321, 1998.

GÁNDARA GOMEZ, Milagros de la; GIL QUÍLEZ, María José e SANMARTÍ PUIG, Neus. Del modelo científico de «adaptación biológica» em los libros de texto de enseñanza secundaria obligatoria. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.20, n.2, p. 303 -314, 2002.

GONZÁLEZ ASTUDILLO, María Teresa e SIERRA VÁZQUEZ, Modesto. Metodología de análisis de libros de texto de matemática: los puntos críticos em la enseñanza secundaria em España durante el siglo XX. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.22, n.3, p. 389 - 408, 2004.

HOWES, Elaine Virginia. Connecting girls and Science: a feminist Teacher research study of a high school prenatal testing unit. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, v. 35, n. 8, p. 877-896, 1998.

IBARRA, Julia Murilo; GIL QUÍLEZ, María José. Enseñar los cambios ecológicos em la Secundaria: un Reto em la Transposición didáctica. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.23, n.3, p. 345 -356, 2005.

IZQUIERDO, Mercè, SANMARTÍ, Neus e ESPINET, Mariona. Fundamentación e diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.17, n.1, p. 45 -59, 1999.

KELLY, Gregory J.; CHEN Catherine. The Sound of Music: Constructing Science as Sociocultural Practices. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, v. 36, n. 8, p. 883-915, 1999.

MACÍAS, A. MATURANO, C. I. e CASTRO, J. I. Evaluación de una experiencia de aula com um diseño basado em la teoría de la elaboración. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.15, n.1, p. 131 - 140, 1997.

MAURINES, L. Los Estudiantes y La propagación de las señales mecánicas: dificultades de una situación de varias variables y procedimientos de simplificación. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.10, n.1, p. 49 - 57, 1992.

MARTINAND, J.L. Cuestiones actuales de didáctica de las ciencias físicas em Francia: observaciones comparativas. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.6, n.1, p. 47 - 53, 1988.

MEJÍAS TIRADO, Nydia Esther e MORCILLO, Juan Gabriel. Concepciones sobre el origen de los terremotos: estudio de un grupo de alumnos de 14 años de Puerto Rico. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, v.24, n.1, p. 125 - 138, 2006.

OLTRA, Lluís Carrigós. Utilización del laser em experiencias por difracción. Cálculo de la longitud de onda de una radiación luminosa. **Enseñanza de las Ciencias**: revista de investigación y experiencias didácticas, Barcelona, p. 46 - 49, 1983.

PAPADOURIS, Nicos; CONSTANTINO, Constantinos P.; KYRATSI Theodora. Students' use of the energy model to account for changes in physical systems. **Journal of Research in Science teaching**, vol. 45, n.4, p. 444 - 469, 2008.

PERALES PALACIOS, Francisco Javier. Escuchando El sonido: concepciones sobre acústica en alumnos de distintos niveles educativos. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v.15, n.2, p. 233 -247, 1997.

REINER, M. et al. Naïve physics reasoning: Acommitment to substance-based conceptions. **Cognition and Instruction** 18(1), 1–34, 2000, in: ESHACH, Haim; SCHWARTZ, Judah L. Sound Stuff? Naïve materialism in middle-school students' conceptions of sound. **International Journal of Science Education**, London, v. 28, n. 7, p. 733–764 , 2006.

SAURA LLAMAS, Octavio e PRO BUENO, Antonio. ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido?. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v.17, n.2, p. 193 -210, 1999.

UTGES, Graciela; WELTI, Reinaldo. La reducción funcional en la justificación de la adiabaticidad de las ondas sonoras. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v.24, n.2, p. 195 -192, 2006.

WELTI, Reinaldo. Concepciones de estudiantes y profesores acerca de la energía de las ondas. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, Barcelona, v.20, n.2, p. 261 - 270, 2002.

WITTMANN, Michael C. The Object Coordination Class Applied to Wavepulses: Analysing Student Reasoning in Wave Physics. **International Journal of Science Education**, London, v. 24, n. 1, p. 97 - 118, 2002.

WITTMANN, Michael C; STEINBERG Richard N.; REDISH, Edward F. Understanding and Affecting Student Reasoning about Sound Waves. **International Journal of Science Education**, London, v. 25, n. 8, p. 991 - 1013, 2003.

ZEE, Emily H. van, et al. Student and teacher questioning during conversations about science. **Journal of Research in Science Teaching**, Maryland, v. 38, n. 2, p. 159 - 190, 2001.