

ASPECTOS DA TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA DE ONDAS SONORAS EM LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA (PNLEM)

ASPECTS OF THE DIDACTIC TRANSPOSITION OF SOUND WAVES IN PHYSICS TEXTBOOKS (PNLEM)

Nádia Cristina Guimarães Errobidart, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, nacriguer@gmail.com

Shirley Takeco Gobara, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, stgobara@gmail.com

RESUMO

O artigo apresenta um recorte de uma pesquisa qualitativa, pautada na análise de conteúdo, que teve por objetivo caracterizar a transformação do saber sobre ondas sonoras, desde sua produção na esfera científica até sua inserção em sala de aula. Para isso, utilizamos como referencial teórico os estudos sobre a teoria da Transposição Didática proposta por Yves Chevallard (1991) tomando-se por base cinco aspectos considerados por esse autor como norteadores da transposição didática, mas apresenta-se, como objeto deste artigo apenas três: a *desincretização*, a *programabilidade e publicidade* do saber. Para caracterizar a transposição didática a partir desses aspectos analisou-se os cinco livros didáticos indicados pelo catálogo do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM), para a disciplina de Física. Os resultados obtidos sinalizam mudanças significativas na transposição didática dos saberes sobre ondas sonoras.

Palavras-chave: transposição didática, ondas sonoras, livros didáticos

ABSTRACT

The article presents an excerpt from a qualitative research, based on content analysis, which aimed to characterize the transformation of knowledge about sound waves, from its production in the scientific sphere to its insertion in the classroom. For this, we use as theoretical studies on the theory Didactic Transposition proposed by Yves Chevallard (1991) taking based on five aspects considered by this author as guiding the didactic transposition, but presents himself as an object of this article only three: the *desincretização*, *programmability and advertising* knowledge. To characterize the didactic transposition from these aspects, we analyzed the five textbooks listed by the catalog of the National Education Textbook (PNLEM), for the discipline of physics. The results indicate significant changes in the didactic transposition of knowledge on sound waves.

Key-word: didactic transposition; sound waves, textbooks

DELINEAMENTO DA PESQUISA

A teoria da transposição didática (CHEVALLARD, 1991) estabelece a existência de três tipos ou patamares de saber: o *saber sábio*, resultante da produção científica, elaborado com finalidades práticas em centros de pesquisas ou por membros da academia; o *saber a*

ensinar elaborado a partir de um conjunto de transformações realizadas sobre o saber sábio, de modo a torná-lo objeto de ensino no contexto escolar; e o *saber ensinado* resultante das ações realizadas pelo professor para apresentar o saber a ensinar aos alunos dentro da sala de aula.

A transformação do saber sábio em saber a ensinar é denominada por Chevallard (1991) de transposição didática externa e é entendida como responsabilidade de uma grande instituição invisível, composta por pedagogos, professores, técnicos do governo das esferas municipais, estaduais e federais, autores de materiais didáticos e demais responsáveis pelo ensino, membros de entidades menores que compõem a instância transformadora denominada noosfera.

Essa esfera transformadora, ao realizar as transformações do saber sábio em saber a ensinar, busca manter por meio de certos mecanismos a compatibilidade entre escola e sociedade, e depois realiza sobre o saber a ensinar materializado num livro didático, por exemplo, um processo de vigilância a partir da avaliação de determinados aspectos, visando garantir sua adaptação e aceitabilidade no sistema de ensino. A segunda transformação é denominada por transposição didática interna e ocorre principalmente a partir do saber a ensinar, sob a ação do professor ao elaborar seu plano de aula e ao realizar a própria aula.

No caso específico da transposição didática externa os integrantes da noosfera, vinculados concomitantemente ao sistema de ensino e à sociedade, atuam não somente como fontes de influências na seleção dos conhecimentos científicos do saber sábio, que farão parte dos programas escolares, livros e demais materiais de uso pedagógicos, mas chegam até mesmo a determinar os objetivos a serem alcançados e a elencar um conjunto de sugestões metodologias para orientarem o trabalho dos professores. Chevallard (1991) aponta cinco aspectos norteadores da transposição didática realizada por esses integrantes da esfera transformadora: a desincretização, descontextualização, despersonalização, programabilidade e publicidade. Para realizar a explicitação discursiva ou textual de um saber, a noosfera fragmenta o saber sábio escolhendo e delimitando os “saberes parciais” que serão utilizados na elaboração do texto didático, realizando a **desincretização**. Como consequência do processo de textualização esses saberes sofrem uma **descontextualização** – para que o conhecimento científico seja desvinculado do problema de pesquisa que lhe deu origem, podendo então ser posteriormente generalizado – e uma **despersonalização** – para eliminar as motivações pessoais e as ideologias dos produtores do conhecimento científico – o que possibilita que o saber seja recontextualizado para um contexto como o ambiente escolar.

Na recontextualização realizada durante a elaboração do texto do saber a ensinar, outros dois fatores são considerados pelos elementos da noosfera: a **programabilidade** da aquisição do saber e sua **publicidade**. O primeiro consiste na elaboração de uma sequência discursiva que visa a uma aquisição progressiva do saber a ensinar, através de um texto com começo, meio e fim (mesmo que temporário), definido de forma racional e com o objetivo de auxiliar o processo de aprendizagem. O outro fator permite evidenciar as finalidades e os objetivos da transposição realizada, a partir das definições utilizadas para explicitar a compreensão e a extensão do saber recontextualizado, podendo ser entendida como uma forma de controle social da aprendizagem.

Um dos objetivos da pesquisa qualitativa que se desenvolveu foi a caracterização da transposição didática do saber sobre ondas sonoras, desde sua produção na esfera científica até sua inserção em sala de aula, tomando por referência esses aspectos apontados por Chevallard (1991). A transposição didática do saber sobre ondas sonoras representa o foco de outros estudos que visam traçar estratégias para auxiliar o professor de Física a desenvolver atividades que propiciem o desenvolvimento de algumas das competências e habilidades

elencadas nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o ensino médio (PCN+), para o tema estruturador som, imagem e informação. Voltamos nosso olhar para esse tema, em particular, por que vivenciamos as dificuldades para adequar as práticas de sala de aula às orientações que o PCN para o ensino médio propõe para essa temática, ou seja, que, para os alunos se situarem no mundo contemporâneo, é necessário que compreendam “os atuais meios de comunicação e informação que têm em sua base a produção de imagens e sons, seus processos de captação, suas codificações e formas de registro e o restabelecimento de seus sinais nos aparelhos receptores” (BRASIL, 2002, p.74).

Acreditamos que algumas das dificuldades para se colocar em prática as orientações do PCN para o ensino médio, no processo de ensino aprendizagem, podem estar associadas à disponibilidade de materiais didáticos que sejam consonantes com a natureza problemática da construção dos conceitos, em particular para o caso de ondas sonoras.

Dentre os diferentes materiais pedagógicos que o professor tem a sua disposição, para elaborar seu planejamento ou até mesmo utilizar como apoio no desenvolvimento de suas aulas, o livro didático é o mais importante e influente. Amplamente utilizado por professores e alunos, o livro didático materializa o saber sábio que transita dentro do ambiente escolar, podendo exercer neste contexto diferentes funções pedagógicas (FREITAG et al., 1987; FRACALANZA, 1993; MEGIB NETO e FRACALANZA, 2003; FERREIRA e SELLES, 2003, 2004; CHOPPIN, 2004).

A caracterização da transposição didática externa foi realizada a partir da análise da desincretização, descontextualização, despersonalização, programabilidade e publicidade presente na textualização do saber a ensinar sobre ondas sonoras materializada em livros didáticos de Física publicados no período de 1929 a 2008. Entretanto, apresenta-se como objeto deste artigo apenas os resultados da desincretização, programabilidade e publicidade do saber evidenciado nos livros didáticos indicados pelo catálogo do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM), para a disciplina de Física.

Para se definir a metodologia considerou-se que dentre todos os saberes sábios, produzidos pela academia e/ou centros de pesquisas, a noosfera seleciona para realizar a transposição didática externa e compor o texto do saber a ensinar aqueles que satisfazem pelo menos parcialmente os anseios da sociedade em relação aos objetivos e finalidades do ensino. Esses saberes possuem, na maioria das vezes, uma multiplicidade de aspectos que podem ser explorados pela noosfera na transposição didática externa, cabendo a essa esfera transformadora fragmentar esse saber sábio em saberes parciais, delimitando a quantidade e o aprofundamento de aspectos que serão transformados em objetos de ensino. O saber sábio sobre ondas sonoras pode ser fragmentado pela noosfera em diversos saberes parciais tais como: a velocidade de propagação do som, fenômenos sonoros, qualidades fisiológicas do som, dentre outros, os quais podem sofrer ainda alguns desdobramentos, por exemplo, o estudo dos fenômenos sonoros geralmente é, apresentado nos livros didáticos de Física, dividido em reflexão, refração, difração e interferência de uma onda.

Após a seleção da fragmentação do saber sábio em saberes parciais, a noosfera elabora uma sequência didática para tornar o aprendizado mais fácil e imprime no texto que materializa a transposição do saber sábio em saber a ensinar os objetivos e finalidades almejados pela sociedade para o ensino. Em outros termos, realizar o que Chevallard (1991) denominou de desincretização, programabilidade de aquisição e publicidade do saber.

Para identificarmos a desincretização do saber sábio sobre ondas sonoras, realizamos a leitura da listagem dos assuntos apresentados no sumário dos livros didáticos, no texto do saber a ensinar de ondas sonoras e, em alguns casos, na textualização de Mecânica ondulatória. Os saberes assim localizados foram classificados em duas categorias:

- **Base comum:** utilizada para enquadrar os saberes parciais identificados na desincretização de todos os livros didáticos de cada Grupo;
- **Particularidades:** utilizada para enquadrar os saberes parciais que representavam as peculiaridades de cada obra.

A leitura realizada possibilitou ainda identificar e discutir a sequência discursiva utilizada pelos autores, assim como as finalidades e objetivos implícitos no texto que materializou o saber a ensinar de ondas sonoras, ou seja, aspectos da programabilidade de aquisição do saber e da publicidade.

Ciente de que vários são os fatores que podem influenciar o trabalho realizado pelos autores durante a materialização do saber a ensinar, resultante da transposição didática de um saber sábio, buscamos no prefácio de cada um dos livros didáticos analisados, e no próprio corpo do texto que materializou o saber a ensinar sobre ondas sonoras, indícios que nos permitissem identificar fatores, tais como leis e orientações oficiais, que podem ter influenciado na desincretização, programabilidade e publicidade do correspondente saber sábio.

É importante salientar que ao realizarmos o enquadramento dos saberes parciais, buscamos manter os termos utilizados pelos autores de cada um dos livros didáticos no texto do saber a ensinar e que a ordem em que aparecem no quadro não corresponde, na maioria das vezes, à sequência empregada nos livros.

PRINCIPAIS RESULTADOS

Os cinco livros didáticos indicados pelo catálogo do Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM), para a disciplina de Física são:

- Física (GASPAR, 2008)
- Física (PENTEADO e TORRES, 2005)
- Física (SAMPAIO e CALÇADA, 2005)
- Física Ensino Médio (MÁXIMO e ALVARENGA, 2008)
- Física (GOLÇALVES FILHO e TOSCANO, 2008)

Os livros didáticos elaborados por Gaspar (2008) e Gonçalves Filho e Toscano (2008) são volumes únicos, ou seja, apresentam todos os saberes da Física, tradicionalmente ensinados no ensino médio, em um único livro. Os demais são volumes seriados, apresentando os saberes sobre ondas sonoras no segundo volume da coleção.

Vale ressaltar que os livros elaborados por Gaspar (2008), Máximo e Alvarenga (2008) e Gonçalves Filho e Toscano (2008) não apresentaram modificações na transposição didática de ondas sonoras em comparação com edições anteriores a apresentadas no catálogo do PNLEM.

Considerando os exemplares analisados Gaspar (2008) apresenta os saberes parciais relacionados à mecânica ondulatória e ondas sonoras antes do estudo do calor e da luz. O autor discute no capítulo *oscilações e ondas* o movimento harmônico simples e aspectos gerais do movimento ondulatório e dos fenômenos característicos de uma propagação ondulatória. No capítulo *ondas e som* e em *Som e música* explora saberes parciais relacionados com o conceito de ondas sonoras e suas aplicações. A abordagem dos saberes relacionados aos fenômenos de reflexão, refração, difração e interferência é realizada a partir

da propagação de um pulso numa corda, estendendo para ondas sonoras e luminosas, respectivamente.

É importante ressaltar que a única diferença entre o volume publicado em 2000 e o de 2008 consiste no fato de o primeiro livro didático ser volume seriado, e o outro ser volume único, mas isso não influenciou na desincretização, programabilidade e publicidade de ondas sonoras. Isso nos permite sugerir que, para Alberto Gaspar, a forma de apresentação dos saberes da Física, em volume seriado ou único, não é relevante para a seleção dos saberes parciais que serão abordados em ondas sonoras.

Os saberes parciais associados a ondas sonoras são discutidos por Penteado e Torres (2005) num capítulo intitulado *ondas e som*, onde identificamos, além da abordagem de aspectos gerais de uma onda e fenômenos ondulatórios, dois tópicos destinados exclusivamente ao estudo do som: *ondas sonoras* e *sons musicais*.

O exemplar volume único, elaborado por Sampaio e Calçada (2005) apresenta apenas um tópico para abordar conceitos relacionados com a natureza e propagação do som. Os demais saberes parciais identificados na desincretização estão distribuídos entre os três capítulos que discutem conceitos de movimento ondulatório: *ondas*; *algumas propriedades das ondas* e *interferência e ondas estacionárias*. Esses capítulos são apresentados após o estudo do calor e da luz e antes da unidade dedicada aos saberes da Eletricidade.

É importante salientar que Sampaio e Calçada (2005) são responsáveis também pela publicação dos livros didáticos da coleção intitulada o *Universo da Física*, na qual os saberes estudados na Física do ensino médio são abordados em três livros. Tradicionalmente, o estudo de ondas é realizado na segunda série do ensino médio, o que corresponde aos saberes apresentados no segundo volume de uma versão seriada, mas nessa coleção ele vem no final do terceiro livro, após a explanação dos saberes de Eletricidade e Eletromagnetismo. Além disso, em comparação com o volume único, consideramos que houve no livro seriado uma desvalorização na fragmentação do saber sábio sobre ondas sonoras, e também no de ondas, de uma forma geral, visto que os autores reduziram de três para um a quantidade de capítulos. Considerando a pouca contribuição do livro seriado privilegiamos em nossa análise o livro didático volume único.

No livro didático elaborado por Máximo e Alvarenga (2008) identificamos os saberes parciais de ondas sonoras num tópico do capítulo *movimento ondulatória* e apresentam na forma de apêndice uma discussão sobre equações do movimento harmônico simples, cordas vibrantes, tubos sonoros e as equações do efeito Doppler.

Vale ressaltar que na introdução apresentada antes da explicitação dos saberes presentes no apêndice, os autores afirmam que tais saberes só devem ser explorados pelos professores se não for sacrificar os tópicos fundamentais apresentados no corpo do texto.

O livro didático de Gonçalves Filho e Toscano (2008) é um volume único no qual os conteúdos de Física, tradicionalmente ensinados no ensino médio, encontram-se divididos em três unidades. Considerando o enquadramento dos saberes nessas unidades e sua habitual distribuição nos livros didáticos do ensino médio, observamos que as unidades estão associadas respectivamente a cada uma das três séries desse nível de ensino. Na unidade 2, denominada *Física térmica e óptica*, mais especificamente no capítulo *luz: partícula ou onda?* é que identificamos uma abordagem superficial de alguns saberes parciais sobre ondas sonoras, discutidos na forma de exemplos de ondas.

Somente os livros didáticos elaborados por Penteado e Torres (2005), e Sampaio e Calçada (2005) não apresentam a discussão dos fenômenos característicos do movimento ondulatório (reflexão, refração, interferência e difração) a partir do estudo das ondas sonoras.

Os resultados obtidos são apresentados no quadro 1, mostrado a seguir, no qual a primeira linha indica os saberes parciais comuns a todos os livros, ou seja, a base comum, e nas demais linhas encontram-se os saberes que representam as particularidades de cada um dos livros. Junto à identificação dos livros didáticos indicamos a quantidade de saberes parciais que representam a base comum e as particularidades de cada obra.

QUADRO 1- Desincretização do saber sábio sobre ondas sonoras em livros didáticos do catálogo Plano Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM).

BASE COMUM	LIVROS DIDÁTICOS PNLEM (07)	O som; vibrações longitudinais; compressões e rarefações; dependência do meio; cálculo ($v=\lambda.f$); difração; efeito Doppler;
PARTICULARIDADES	GASPAR (2008) (44)	Meio material; frentes de onda; fase; velocidade no ar; equações do efeito Doppler; variação da frequência no efeito Doppler; estrondos e cone sonoro; reflexão do som; eco; reverberação; refração; interferência; batimentos; afinação de instrumentos; ondas estacionárias; ressonância; caixa de ressonância; música; altura; intensidade; diagrama nível de intensidade; nível de intensidade; unidade de nível de intensidade; espectro sonoro; ultra-som e infra-som; o sonar; ultra-sonografia; timbre; fontes sonoras; cordas; instrumentos de cordas; som fundamental; fórmula de Taylor; tubos sonoros; ondas estacionárias em tubos sonoros; instrumentos de sopro; membranas; instrumentos de percussão; nota; escala musical; harmônicos; acordes; o aparelho fonador; o aparelho auditivo.
	PENTEADO e TORRES (2005) (29)	Meio material; equações do efeito Doppler; reflexão; eco; reverberação; interferência; ondas estacionárias; ressonância; caixa de ressonância; ruídos; música; altura; intensidade; diagrama nível de intensidade; nível de intensidade; unidade de nível de intensidade; sons audíveis; ultra-som e infra-som; timbre; cordas vibrantes; som fundamental; fórmula de Taylor; tubos sonoros; propagação do som nos tubos; diapasão; nota musical; escala musical; harmônicos; o ouvido humano.
	SAMPAIO e CALÇADA (2008) (05)	Frentes de onda; fase; equações do efeito Doppler; variação da frequência no efeito Doppler; ressonância.
	MÁXIMO e ALVARENGA (2008) (30)	Meio material; velocidade no ar; método tiros alternados; velocidade na água; velocidade nos sólidos; equações do efeito Doppler; reflexão do som; eco; refração; interferência; ondas estacionárias; altura do som; intensidade do som; diagrama nível de intensidade; unidade de intensidade; nível de intensidade; unidade de nível de intensidade; limites dos sons; ultra-som e infra-som; o sonar; timbre; cordas vibrantes; fórmula de Taylor; tubos sonoros; ondas estacionárias em tubos sonoros; gama; notas musicais; harmônicos; o ouvido humano; a fala humana.

	GOLÇALVES FILHO e TOSCANO, (2008) (05)	Meio material; altura; intensidade; limites dos sons; timbre.
--	--	---

Apenas sete saberes parciais são igualmente identificados nos cinco livros didáticos, sendo então classificados na categoria *base comum*. Esses saberes são utilizados na explicitação conceitual de aspectos relacionados com a natureza do som, velocidade de propagação, efeito Doppler e fenômenos sonoros. Passam a ser classificados apenas na categoria *particularidades* os saberes parciais relacionados às qualidades fisiológicas do som, fontes sonoras, biofísica do som e música.

É importante ressaltar que a maioria dos fenômenos sonoros explorados pelos autores dos livros didáticos do catálogo PLNEM são identificados como particularidades.

Consideramos que esse resultado é uma consequência direta da inexpressiva desincretização realizada por Sampaio e Calçada (2005) e Gonçalves Filho e Toscano (2008), nos quais apenas 12 saberes parciais foram identificados na desincretização de ondas sonoras. No livro didático de Sampaio e Calçada (2005) observamos a ênfase dada à abordagem de natureza do som, efeito Doppler e velocidade de propagação respectivamente com a explicitação de cinco, três e dois saberes parciais. Já Gonçalves Filho e Toscano (2008) privilegiam a abordagem de natureza do som (quatro saberes parciais), qualidades fisiológicas do som (quatro saberes parciais) e velocidade de propagação (dois saberes parciais).

Em comum, os livros didáticos desses autores apresentam o fato de que materializam a transposição didática de todos os saberes da Física, tradicionalmente trabalhados no ensino médio, na forma de único volume. Entretanto, reforçamos mais uma vez que não acreditamos que esse seja o fator responsável pela delimitação da desincretização. Destacamos alguns fatores que corroboram nosso entendimento: a) o melhor resultado para a desincretização de ondas sonoras nos livros didáticos do catálogo PNLEM foi obtido com o exemplar elaborado por Gaspar (2008), também volume único; b) Alberto Gaspar não fez distinção na quantidade de saberes parciais utilizados na desincretização de ondas sonoras em livro da forma seriada ou volume único; c) Sampaio e Calçada (2005), ao apresentarem os saberes da Física na forma de volume seriado, não aumentaram a quantidade de saberes parciais de ondas sonoras, ao contrário, observamos uma desvalorização na desincretização em comparação com o volume único aqui analisado.

Já a maior desincretização é observada no livro didático elaborado por Gaspar (2008), no qual identificamos 51 saberes parciais na fragmentação do saber sábio sobre ondas sonoras. O autor privilegia a abordagem de fenômenos sonoros e qualidades fisiológicas do som, cada uma com 11 saberes parciais, seguida de perto por fontes sonoras com dez saberes parciais.

No livro de Penteadó e Torres (2005) identificamos 36 saberes parciais na desincretização de ondas sonoras. Esses autores enfatizam aspectos relacionados com qualidades fisiológicas do som, fenômenos sonoros e fontes sonoras explicitando, respectivamente, dez, oito e seis saberes parciais.

No livro de Máximo e Alvarenga (2008) foram identificados 37 saberes parciais, dos quais dez são utilizados para explorar as qualidades fisiológicas do som, seis para fenômenos sonoros e mais seis para velocidade de propagação, aspectos privilegiados pelos autores.

É importante ressaltar que, 20 saberes parciais classificados na categoria *particularidades* são igualmente identificados nos livros elaborados por Gaspar (2008), Penteadó e Torres (2005) e Máximo e Alvarenga (2008), o que nos permite considerar a existência de uma segunda *base comum* nos livros do PNLEM, composta de 27 saberes parciais. Tais particularidades estão relacionadas com a explicitação conceitual dos fenômenos sonoros (reflexão, refração e interferência), das qualidades fisiológicas do som (altura, intensidade e timbre) e fontes sonoras (cordas vibrantes e tubos sonoros).

As demais particularidades, identificadas principalmente em Gaspar (2008), estão relacionadas com a discussão: de aplicações do fenômeno de reflexão do som em aparelhos como o sonar e o de ultrassonografia; do funcionamento de instrumentos musicais de corda, de sopro e de percussão e do processo utilizado para a afinação de instrumentos musicais.

Cientes de que inúmeros fatores podem ter influenciado as decisões tomadas por Sampaio e Calçada (2005) e Gonçalves Filho e Toscano (2008), ao realizarem a inexpressiva desincretização sobre ondas sonoras, buscamos nas páginas destinadas à apresentação do material ao aluno, indícios que pudessem justificar a seleção dos saberes que foram enfatizados ou não no texto do saber a ensinar. No caso do livro de Gonçalves Filho e Toscano (2008), chamou nossa atenção o fato de que os autores não mencionam a teoria ondulatória do som no resumo elaborado para explicitar as principais contribuições da Física, desde 250 a.C. até a segunda metade do século XX. Eles enfatizam apenas as contribuições de Newton, Huygens, Young e Fresnel para o estudo da luz. No exemplar de Sampaio e Calçada (2005) não identificamos nenhum aspecto que nos permitisse tecer considerações sobre as escolhas realizadas pelos autores ao efetuarem a materialização do saber a ensinar de ondas sonoras.

Finalizada a análise da desincretização, voltamos nosso olhar para a identificação de aspectos indicados pelos autores como norteadores da publicidade e programabilidade de aquisição do saber. Buscamos no prefácio dos livros didáticos informações sobre as finalidades implícitas no texto do saber a ensinar e a sequência discursiva elaborada com o objetivo de auxiliar o processo de aprendizagem.

Encontramos divergências entre os aspectos apontados no prefácio como norteadores da textualização dos saberes da Física e os identificados na explicitação discursiva de ondas sonoras na maioria dos livros do catálogo PNLEM.

Gaspar (2008) afirma que para selecionar dentre a vasta quantidade de saberes da Física aqueles que seriam materializados no texto do saber a ensinar, optou por seguir algumas orientações: a) o saber selecionado deveria, além de possibilitar o conhecimento e compreensão das ideias básicas dessa Ciência, permitir seu reconhecimento no mundo que o cerca; b) deveria ser organizado de forma lógica, rigorosa e fluente, em uma sequência que respeitasse a estrutura cognitiva e a capacidade de compreensão do aluno, valorizando o rigor dos conceitos sem descuidar de suas aplicações teóricas e práticas; c) deveria permitir a realização de atividades experimentais simples, significativas e motivadoras; d) os exercícios propostos deveriam propiciar, além do resultado, uma reflexão sobre os valores encontrados. Além disso, Gaspar (2008) se compromete a apresentar no texto as razões que deram origem às definições conceituais e expressões matemáticas utilizadas na textualização do saber.

No caso específico da textualização dos saberes de ondas sonoras, percebemos que a apresentação das ideias básicas (conceitos) é, na maioria das vezes, seguida da discussão de

aplicações práticas. Tais discussões são realizadas, algumas vezes, no próprio corpo do texto, por meio de figuras ou notas explicativas intituladas *para você pensar*. Entretanto, não identificamos vestígios que nos permitissem considerar a valorização de aspectos relacionados com a origem das definições conceituais de ondas sonoras. Ressaltamos que, segundo nosso ponto de vista, tal valorização deveria estar vinculada à explicitação de fatos históricos e epistemológicos sobre ondas sonoras, entendidos como a principal, se não única, fonte de referência para a transposição didática externa.

Quanto a sequência discursiva Gaspar (2008) apresenta a abordagem conceitual dos saberes parciais intercalada pela resolução e discussão de exercícios, seguida pela proposição de uma lista de exercícios para fixação dos saberes e de atividades práticas.

Penteado e Torres (2005) afirmam nas páginas destinadas à apresentação da obra que a explicitação discursiva por eles elaborada tem a pretensão de apresentar o significado físico dos saberes, buscando estimular a aquisição de conhecimentos, a curiosidade e o exercício da cidadania, por meio da apresentação de situações que exigiriam dos alunos um posicionamento a respeito do que foi discutido. Além disso, informam que o texto do saber a ensinar foi elaborado de forma a mostrar aspectos históricos e como e onde esses saberes estão presentes no nosso dia a dia.

Quanto à sequência discursiva, Penteado e Torres (2005) afirmam que abordam: o significado físico de leis e teorias; a discussão de aplicações práticas associadas aos saberes estudados; perguntas elaboradas com a finalidade de estimular a associação dos saberes com fatos observados no dia a dia; aspectos do saber publicados na mídia; propostas de pesquisas e/ou discussões sobre consequências do desenvolvimento tecnológico, e propostas de atividades experimentais visando a comprovação dos fenômenos estudados. A textualização dos saberes de ondas sonoras não foge da tradicional apresentação de conceitos associados a fatos do cotidiano, exigindo, em poucos casos, a discussão de possíveis consequências, como podemos perceber na citação abaixo:

As principais fontes de infra-sons incluem abalos sísmicos, trovões, vulcões e ondas produzidas por maquinaria pesada. Esta última pode ser particularmente perigosa para trabalhadores, visto que os infra-sons podem causar danos ao corpo humano. Atuando por ressonância, eles podem provocar consideráveis movimentos e irritações nos órgãos internos do corpo do operário (PENTEADO e TORRES, 2005, p. 130).

O tipo de abordagem descrita na citação permite aos alunos perceberem onde os saberes explicitados no livro didático estão presentes no dia a dia. Entretanto, apesar de Penteado e Torres (2005) mencionarem as consequências do uso de infrassons para o corpo humano, não consideramos que a explicitação discursiva estimule a curiosidade dos alunos ou provoque seu posicionamento a respeito da situação descrita.

A sequência discursiva de ondas sonoras apresenta, além da abordagem teórica, seguida de exemplos de aplicação e exercícios, uma única proposta de uma atividade experimental sobre ondas sonoras e uma sugestão de uma pesquisa sobre instrumentos musicais.

Conforme mencionado anteriormente nos livros didáticos de Sampaio e Calçada (2005) e Gonçalves filho e Toscano (2008) não identificamos um capítulo ou um tópico específico destinado à abordagem dos saberes parciais sobre ondas sonoras. Consideramos que, nesses casos, a não identificação de ligações entre o conhecimento sistematizado e situações vivenciadas no cotidiano, leituras complementares sobre aplicações tecnológicas e propostas de experimentos simples, objetivos explicitados pelos autores dos dois livros didáticos no prefácio, pode ser um reflexo da desvalorização identificada.

Máximo e Alvarenga (2008) apresenta na abordagem conceitual uma linguagem simples e clara, voltada para a discussão de fatos ou fenômenos observados no dia a dia. Na sequência discursiva os autores introduzem exercícios resolvidos e de fixação entre a abordagem teórica, e ao final do capítulo listas de exercícios em grau crescente de dificuldades que sinalizam forte influência dos exames vestibulares. Propõem a realização de experiências simples, baseadas na utilização de materiais de uso diário dos estudantes.

TECENDO ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Observamos nos livros didáticos apresentados no catálogo PNLEM uma desvalorização significativa na fragmentação do saber sábio de ondas sonoras. Os saberes parciais classificados na categoria *base comum* e também nas *particularidades* focam, principalmente, a explicitação conceitual, não sendo explorado saberes relacionados com aplicações práticas e teóricas. Destaca-se a ênfase dada pelos autores dos livros didáticos aos saberes parciais relacionados com qualidades fisiológicas do som e a desvalorização de música e biofísica do som.

Quanto à programabilidade é importante destacar: a) a influência dos exames de admissão para o ensino superior por meio da inserção crescente de questões e problemas de vestibular; b) a preocupação dos autores em orientar os estudos dos alunos, apresentando exercícios resolvidos como exemplo dos exercícios propostos para a fixação, inseridos entre a abordagem teórica dos saberes e não no final do livro e em grau crescente de dificuldade; c) a proposição de atividades experimentais simples como artifício para auxiliar a compreensão dos saberes.

A publicidade dos saberes apresenta como característica marcante as relações estabelecidas entre os saberes parciais e a vivência cotidiana do aluno. Entretanto, essa contextualização é realizada na maioria dos livros didáticos por meio da explicitação sucinta de fatos e fenômenos observados no dia a dia e não pela descrição e detalhamento de aplicações práticas e teóricas dos saberes.

A materialização do saber a ensinar nos livros didáticos analisados não apresenta explicitamente influência das orientações oficiais vigentes atualmente. Não identificamos nas obras a transcrição de portarias ministeriais ou a menção que estão de acordo com as mesmas, tal como evidenciado em livros didáticos publicados na década de 1950 como, por exemplo, os Maristas (1959). Esses autores descreviam nas páginas iniciais do livro as portarias ministeriais nº 966, de 2/10/1951 e nº 1045, de 14/12/1951, responsáveis por normatizar o programa de Física para o segundo ano colegial e seguiam rigorosamente a listagem dos saberes descritos para o estudo da Acústica. Consideramos, entretanto, que a ênfase a aspectos do cotidiano, traço marcante observado na textualização de ondas sonoras, reflete a influência de aspectos presentes nos parâmetros curriculares nacionais.

REFERÊNCIAS

BRASIL, SEMTEC. **PCNs+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf>. Acesso em: 16 abr.2008.

CHEVALLARD, Yves. **La Transposition Didactique: Du Savoir Savant au Savoir Enseigné.** Paris: La pensée Sauvage. 1991. 126p.

CHOPPIN, Alain. História dos livros didáticos e das edições didáticas: sobre o estado da arte. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.30, n.3, p. 549 – 566, 2004.

FERREIRA, Marcia Serra; SELLES, Sandra Escovedo. Análise de livros didáticos em ciências: entre as ciências de referência e as finalidades sociais da escolarização. **Educação em foco**. Juiz de Fora, v.8, n.1-2, p. 63-78, fev, 2003.

_____. Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de ciências. **Ciência e educação**. Bauru, v.10, n.1, pp. 101-110, 2004.

FRACALANZA, Hilário. O que sabemos sobre os livros didáticos para o ensino de Ciências no Brasil, Campinas SP, 1993. Tese (Doutorado) – Faculdade de Educação, UNICAMP, 1993.

FREITAG, Barbara; MOTTA, Valéria Rodrigues; COSTA, Wanderley Ferreira. **O estado da arte do livro didático no Brasil**. Brasília: INEP, 1987, 129 p.

GASPAR, Alberto. Física: volume único. 1ª Edição, São Paulo: Ática, 2008.552p.

GONÇALVES FILHO, Aurélio; TOSCANO, Carlos. Física para o ensino médio. Volume único. São Paulo: Scipione, 2008. 450p

MARISTAS, Irmãos. **Física**: Segunda Série curso colegial. 8. ed. São Paulo: Ftd,1959. 497 p.

MÁXIMO, Antônio ribeiro da Luz; ALVARENGA, Beatriz Álvarez. **Física: Ensino médio**, 1ª edição, São Paulo: Scipione, 2008. 400p.

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência e Educação**, v.9, n.2, p. 147-157, 2003.

PENTEADO, Paulo César M.; TORRES, Carlos Magno A. **Física-Ciência e Tecnologia**, v.2, São Paulo: Moderna, 2005.214p.

SAMPAIO, José Luis; CALÇADA, Caio Sérgio. Física: volume único, 2ªed., São Paulo: Atual, 2005.472p.