

## **O CONCEITO DE ONDAS SONORAS EM LIVROS DIDÁTICOS DO ENSINO SECUNDÁRIO BRASILEIRO de 1927 a 1959**

### **CONCEPT OF SOUND WAVE IN TEACHING BOOKS AT BRAZILIAN HIGH SCHOOL FROM 1927 TO 1959**

**Nádia Cristina Guimarães Errobidart<sup>1</sup>, Shirley Takeco Gobara<sup>2</sup>, Maria Inês Affonseca Jardim<sup>3</sup>,**

1Universidade Federal de Mato Grosso do Sul / Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação – UFMS, nacriguer@gmail.com

2Universidade Federal de Mato Grosso do Sul /Departamento de Física / gobara@dfi.ufms.br

3Universidade para o Desenvolvimento do Estado e da Região do Pantanal – UNIDERP/ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação – UFMS, inesaffonseca@gmail.com

#### **Resumo**

O artigo apresenta os resultados de uma investigação sobre o conteúdo de ondas sonoras presente em quatro livros didáticos de física, publicados nos anos de 1927, 1941, 1958 e 1959, período que compreende a institucionalização dos conhecimentos da física como disciplina no ensino secundário e a elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases – LDB. Este período representa o primeiro recorte de uma pesquisa que pretende analisar o conteúdo de ondas sonoras presente em livros didáticos de física utilizados desde a institucionalização da disciplina até os dias atuais. Os resultados da análise evidenciam, em todos os livros, uma abordagem teórica com ênfase nos aspectos qualitativos dos assuntos; uma preocupação em contextualizar o conteúdo e aproximá-los do cotidiano do aluno; a descrição de experimentos e o funcionamento de aparelhos tecnológicos, e a ausência de atividades experimentais propostas para os alunos. O número de páginas destinadas ao estudo de ondas sonoras e a crescente diversidade de assuntos abordados, evidenciam que o estudo desse conteúdo ganhou em importância no decorrer dos anos de publicação.

**Palavras-chave:** livros didáticos, ondas sonoras, ensino secundário.

#### **Abstract**

The article demonstrates results of an investigation on the contents sound waves in relation to four physics teaching books, published in 1927, 1941, 1958 and 1959, whose epoch corresponding to institutionalization the physics' knowledge as discipline at high school, furthermore development of the first Law on Basis and Direction-LBD. This period represents the first part about one researching that intend to analyze the contents of the sound waves inside physics teaching books have been using since institutionalization as discipline until the present days. The results of the analysis evidence, in all books, a theoretic treatment in despite to qualitative aspects of

---

<sup>1</sup> Bolsista FUNDECT

topics; a care to become the contents useful and close it student's routine; the description of rehearsals and working of technological equipment, moreover absence of practice activities proposals for the students. The number of pages dedicated to the studies of sound waves as well increasing diversity these topics, show their study became importance through the years.

**Keywords:** teaching books, sound waves, high school.

### **Introdução**

Apresentamos nesse trabalho os resultados de uma análise realizada em quatro livros didáticos de física que abordam o conteúdo de ondas sonoras, publicados entre o período da Proclamação da República e o decreto lei nº. 4.024/61. Neste período tivemos como destaque a institucionalização dos conhecimentos da física como disciplina no ensino secundário e a disputas e debates que contribuíram para a elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases – LDB.

A análise empreendida teve por objetivo coletar informações sobre: como os aspectos históricos que envolviam a construção do conhecimento de ondas sonoras foram ou não contemplados; se haviam relações entre esse conhecimento e o cotidiano da época de publicação; como era a abordagem teórica e matemática presente nos livros; se os mesmos continham proposta de exercícios, leituras complementares e atividades experimentais e se apresentavam indicação sobre leis e programas curriculares da época. Essas informações podem caracterizar a “forma de seleção e transformação” do saber de ondas sonoras presentes nos livros e também identificar, em sua apresentação, “finalidades oriundas dos fatores sociais e culturais” (WUO, 2000).

Os resultados obtidos, nessa análise, subsidiarão futuras investigações desenvolvidas por membros do Grupo Interdisciplinar de Pesquisa em Ensino de Ciências – GINPEC<sup>2</sup> sobre questões relativas a natureza, a estrutura, e a função dos saberes da física, em particular o de ondas sonoras, assim como, a proximidade entre o saber produzido pela academia e os saberes presentes na escola. Tais questões de pesquisa estão relacionadas a estudos que serão realizados sobre a transposição didática desses conteúdos, ou seja, investigar o processo de transformação desses saberes científicos, dos processos históricos de produção desses conhecimentos à adaptação destes ao contexto escolar. Compreender essas transformações pode ajudar a identificar e caracterizar variáveis passíveis de interferir no processo de elaboração dos saberes escolares nas diferentes etapas de uma transposição didática.

Pretendemos ampliar nossos estudos para além do recorte utilizado neste artigo, realizando investigações semelhantes para assim obter informações sobre os livros didáticos até os dias atuais.

---

<sup>2</sup> Constituído por professores da rede pública de ensino do município de Campo Grande – MS, que atuam no nível médio, professores dos departamentos de física e de química, alunos das respectivas graduações, alunos da pós-graduação em educação e da pós-graduação em ensino de ciências, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul – UFMS.

### **Contextualizando o período da proclamação da república até o decreto lei 4024/61.**

O processo de transformação de um conhecimento científico em saber a ensinar é complexo e para efetuar a análise do mesmo é preciso conhecer fatores fundamentais que podem influenciar esse processo. Para estudar as transformações observadas no ensino do conteúdo de ondas sonoras, realizamos um estudo sobre esse assunto nos livros didáticos de física do ensino secundário e sobre as leis que regiam a educação no que diz respeito ao ensino de Física no período da publicação do livro.

A quantidade de pesquisas enfocando o processo histórico vivido pela ciência física e pelo ensino de física no Brasil é muito pequena. Algumas destas pesquisas como a de Klajn (2002) relata como o momento histórico influenciou as mudanças que ocorreram no período estudado neste trabalho.

Segundo Klajn, com a instauração da República (1889), a organização escolar

[...] passou a receber a influência liberal e positivista, que acabou por provocar a reforma da educação<sup>3</sup>, tendo por princípios a liberdade, a laicidade do ensino e a gratuidade da escola primária. O ensino rompeu com a tradição humanista clássica, acrescentando-se matérias científicas às tradicionais, o que o tornou enciclopédico (2002, p. 55 – 56).

Nessa reforma, realizada por Benjamin Constant em 1890, o currículo enciclopédico propunha um curso secundário de sete anos em que além do estudo clássico realizava-se o estudo das ciências fundamentais<sup>4</sup>: Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia. Nesse estudo científico o ensino de física era a base do 4º e 5º ano do ensino secundário e “limitava-se a noções gerais com grande superveniência de cálculos matemáticos sem nenhuma implicação experimental” (JUNIOR, 1979, p.55).

Na visão de Junior (1979) e Klajn (2002) a educação ilusoriamente científica de inspiração positivista não contribuiu com a formação de legítimos cientistas. Eles destacam o fato de esse estudo ser realizado de forma enciclopédica com prejuízo da parte experimental.

Mas o interesse político em tornar o ensino de física experimental, para atender as expectativas do processo de industrialização e do fortalecimento da tecnologia nacional, pode ser percebido nas diretrizes da lei nº. 1750, promulgada em 1920 que “[...] determinava a aplicação do método experimental no ensino das ciências físicas”. Isso não se concretizou efetivamente, principalmente,

[...] pela carência de recursos nas escolas, baixo nível do professorado, inexistência de faculdades de licenciatura, fiscalização deficiente (omissa ou cúmplice) e, sobretudo, pela mentalidade vigente de intelectuais orientadores de ensino que, formados na tradição escolástica, acadêmica e sem vida, se opunham a quaisquer transformações mais profundas no sistema de ensino (KLAJN, 2002, p.59).

Os últimos anos da década de 1920 representam um divisor de águas entre o “Brasil agrário e o Brasil da indústria emergente”. Esse momento histórico

---

<sup>3</sup> Reforma Benjamin Constant – decreto nº. 891/ 1890.

<sup>4</sup> Classificadas de acordo com a ordem lógica de Augusto Comte.

direcionava as demandas do governo brasileiro que tinha como objetivo levar o país ao desenvolvimento. A reforma Francisco Campos (1931) refletia esse clima ao propor para o ensino secundário o “papel eminentemente formador” cuja função seria de “adaptação dos estudantes às futuras especializações escolhidas e contando esta parte com a instrução científica” (JUNIOR, 1979, p. 61). A função formadora de preparar os estudantes para exercerem essas especialidades não foi alcançada.

O processo de industrialização que se iniciava na década de 1930 contribuiu para a institucionalização da pesquisa em física no Brasil, mas sua efetiva inserção como ciência só ocorreu após a criação de centros ativos de ensino e pesquisa. Esses centros tinham por objetivo preparar pesquisadores e formar pessoal qualificado para atuar como professor principalmente no ensino secundário. No entanto, a introdução na matriz curricular da disciplina de física, assim como de outras disciplinas consideradas científicas se deparou com a falta de professores habilitados para atuarem nesses níveis (KLAJN, 2002).

O ensino de ciências assim como toda a educação brasileira, que até a segunda guerra mundial refletiam influências Europeias, principalmente da França, passa a sofrer influências também dos Estados Unidos, após o conflito. Essa influência se deve ao fato de muitos educadores brasileiros terem realizado seus estudos na forma de intercâmbio cultural nos EUA.

Além das influências externas – Europa e Estados Unidos – fatores econômicos e políticos, vividos pela sociedade, foram responsáveis por mudanças na educação. A crise do setor agrícola diminuiu o trabalho no campo e a população rural migrou para as cidades. As indústrias necessitavam de trabalhadores com mão de obra especializada para operar suas máquinas, o que provocou um aumento no número de escolas e mudanças no ensino secundário. O ensino secundário passa a ter como objetivo a formação do jovem para o trabalho na indústria, pois a expansão desse processo exigia a preparação de mão de obra em larga escala, o mais rápido e prático possível (ZOTTI, 2004).

Nesse contexto político-social, o Ministro Gustavo Capanema promulga, em 1942, um conjunto de decretos para regulamentar os ensinos primário, secundário e superior. O ponto principal da Reforma Capanema foi o decreto lei n. 4244 de 9 de abril de 1942 que estabeleceu uma divisão do curso secundário em dois ciclos denominados curso ginásial (1º ciclo) e colegial (2º ciclo). O primeiro compreendia quatro séries e o segundo subdividido em “curso clássico” e “curso científico”, estendia-se por três séries, voltados para a preparação para o vestibular ou “exame de habilitação” (NICIOLI JUNIOR, 2005).

Com esta reforma, o ensino de ciências, passou a apresentar claramente a função “de formar o espírito científico” do aluno possibilitando compreender a utilidade dos conhecimentos científicos e metodologia centrada “na atividade do aluno cabendo ao professor a orientação do trabalho num clima de cooperação, com vistas à reconstrução da experiência” (ZOTTI, 2004, p. 110).

A lei orgânica da Reforma Capanema (1946) ainda estava em vigor quando foi aprovada a lei n. 4024 que regulamentava as Diretrizes e Bases da Educação Nacional. A elaboração da primeira Lei de Diretrizes e Bases – LDB teve início com a constituição de 1946 e durante treze anos passou por disputas e debates até sua promulgação em 1961.

O ensino secundário e os ramos de ensino técnico – profissional, passaram a ser designados como ensino médio e a ter como finalidade a formação do indivíduo voltada para o domínio da técnica, da utilização dos recursos científicos e tecnológicos. Sua estrutura apresentava dois projetos para atender a “divisão técnica e social do trabalho respectivamente: o ensino secundário propedêutico e o ensino técnico – profissionalizante” (ZOTTI, 2004, p. 120).

Segundo Zotti (2004), com a implantação da LDB a ciência passou a ser considerada como disciplina intelectual obrigatória podendo se desdobrar em física, química e biologia no ciclo colegial. O estudo destas ciências tinha como objetivo principal desenvolver a capacidade de iniciativa e invenção. No ensino da física os métodos passam a ter a mesma importância dos conhecimentos e foram incentivadas as atividades de experimentação e observação de fenômenos físicos.

### **Crítérios de análise e resultados**

O presente estudo, conforme mencionado anteriormente, apresenta uma análise do conteúdo de ondas sonoras de quatro livros didáticos utilizados no ensino secundário brasileiro no período da proclamação da república até a implantação do decreto lei 4024/61. Esses livros foram selecionados para compor o corpus de nossa investigação por terem sido considerados por Wu (2000) e Ncioli Junior e Mattos (2005; 2008), em um estudo semelhante ao que nos propomos a realizar, como sendo os mais representativos do início do século XX. Esses autores investigaram a abordagem de conceitos de mecânica em alguns livros didáticos. Também com base nesses estudos, principalmente no realizado por Wu (2000), elaboramos os critérios de análise, mencionados anteriormente.

Iniciamos o estudo fazendo uma caracterização de cada obra levando em consideração aspectos gerais e os relacionados aos conteúdos de ondas sonoras. Os resultados da análise empreendida serão apresentados em separado para cada um dos quatro livros.

#### ***Livro 01: Physica e Chimica – Curso médio [1927].***

A obra é um volume não-seriado que compreende as disciplinas de física e química. Inicialmente traz informações básicas sobre outros livros que fazem parte da mesma coleção FTD<sup>5</sup> e a indicação que é um produto do trabalho de um grupo de professores. Em sua introdução caracterizam a física como

[...] a sciencia que estuda os phenómenos que produzem modificações passageiras sobre os corpos e não alteram a sua substancia. [...] As principaes divisões da physica são: Barologia para os factos da gravidade, a Thermologia para os do calor, a Electrologia para os da electricidade, o Magnetismo para os dos imans, a Acústica para os do som e a Óptica para os da luz (op cit, p.2).

Não encontramos na publicação referências a decretos ou leis que vigoravam no Brasil no período de sua publicação.

---

<sup>5</sup>As iniciais da Editora FTD são em homenagem a Frère Théophane Durant, Superior Geral da Congregação Marista de 1883 a 1907.

### **Análise do conteúdo de ondas sonoras (acústica)**

O livro inicia a exposição da acústica definindo-a como sendo “a parte da physica que estuda os sons e as leis segundo as quaes se produzem e se propagam”. Segundo os autores, o “som é resultado do movimento vibratorio dos corpos sonoros” e são produzidos por esses corpos quando “suas moléculas estão animadas por um movimento vibratório muito rápido. Impedindo esse movimento o som cessa imediatamente” (op. cit., p. 181).

O capítulo dedicado ao estudo do som mostra-se totalmente teórico e descritivo. O texto não traz equações ou qualquer tipo de descrição matemática dos fenômenos físicos relacionados com a produção e propagação de um som. Além disso, as descrições são sucintas, o que contrasta com o tratamento dos demais fenômenos físicos abordados nos outros capítulos. Aborda assuntos relacionados a produção, propagação, os modos de propagação no ar e velocidade do som; as qualidades do som: intensidade, altura e timbre; os tubos acústicos e o eco.

Apenas onze páginas são destinadas ao estudo da acústica, enquanto que para a óptica e para a electrologia [sic], por exemplo, são destinadas para a abordagem desses conteúdos respectivamente 231 e 100 páginas.

O processo histórico de construção do conhecimento sobre ondas sonoras pode ser evidenciado apenas no tópico dedicado a velocidade do som, onde há um relato detalhado de como Gay-Lussac e Arago, determinaram a velocidade da luz realizando um experimento usando um canhão na collina de Montlhéry, perto de Paris, e outro, no planalto de Villejuif (op. cit., p. 188).

A aproximação do conhecimento com o cotidiano do aluno pode ser percebida na exposição de vários assuntos como, por exemplo, ao discutirem os conceitos das qualidades fisiológicas do som relacionadas com instrumentos e escalas musicais ou quando explicam o fenômeno de ressonância a partir de observações cotidianas em ambientes sociais.

Ao finalizar o estudo da acústica encontramos um resumo de todos os tópicos abordados, o que é comum em todos os capítulos. Ao contrário do encontrado nos outros capítulos, não evidenciamos proposição de exercícios nem sugestões de experimentos para serem realizados pelos estudantes ou professores no final deste, entretanto, encontramos algumas descrições de fatos experimentais.

### ***Livro 02: Curso de Física 5ª. Série – Acústica – Óptica – Eletricidade (FREITAS, 1941).***

Essa obra seriada trata exclusivamente dos conteúdos de Acústica, Ótica e eletricidade, fenômenos estes que eram estudados na 5ª. Série do curso colegial, equiva lente ao primeiro ano do ensino médio atual.

No prefácio, datado de novembro de 1937, o autor afirma que estabelece uma ordem de exposição dos conteúdos diferente da proposta no programa oficial, por considerar sua seqüência mais lógica. Declara oferecer uma abordagem elementar de “todas as modernas conquistas da Física, tendo em vista a clareza na exposição dos vários assuntos” (op. cit., p. 5).

Os assuntos abordados no “Curso de Física” estão divididos em livros onde os tópicos estudados são apresentados por capítulos. Dois livros versam sobre conteúdos relacionados com ondas sonoras.

### **Análise do conteúdo de ondas sonoras (acústica)**

O livro I apresenta apenas um capítulo dedicado à definição de grandezas físicas, equações matemáticas e representação gráfica do movimento vibratório. Aborda movimentos periódicos, simples e compostos; propagação longitudinal e transversal; o conceito de onda, comprimento de onda, período, frequência e amplitude. Define fenômenos de interferência, reflexão de ondas estacionárias e ressonância e faz referência ao efeito Doppler - Fizeau.

O livro II dedicado ao estudo da acústica contém oito capítulos onde são abordadas respectivamente a natureza, produção e propagação do som; a velocidade do som, reflexão e refração do som; as qualidades fisiológicas do som, intensidade e altura; intervalos musicais e escalas musicais; cordas sonoras; tubos sonoros, ondas estacionárias nos tubos, leis e fórmulas dos tubos, vibrações das varas e placas; timbre dos sons, ressoadores, análise e síntese dos sons; e por último, fonação e audição.

Esses dois capítulos que abordam os conteúdos relacionados com ondas sonoras estão distribuídos em 118 páginas enquanto que a ótica e a eletricidade são abordadas em respectivamente 209 e 331 páginas.

O autor definiu som como:

[...] o resultado de um movimento vibratório suficientemente rápido, produzido pelos corpos e transmitido por uma série ininterrupta de meios materiais elásticos. Este movimento pode impressionar o órgão auditivo e provocar uma sensação particular – a sensação sonora (op. cit., p. 41).

Percebe-se a preocupação do autor em estabelecer relações com o processo histórico da construção do conhecimento em inúmeros pontos do texto, como por exemplo, ao descrever as experiências realizadas para medir a velocidade do som no ar e nos líquidos. Modos de contextualização do conteúdo podem ser observados, também, no tópico que expõe o processo evolutivo de gravação e reprodução do som que tem início na descrição do fonógrafo de Tomaz Edison atingindo a telefonia sem fio e os processos de galvanoplastia.

O cuidado em estabelecer relações entre o conteúdo e o cotidiano do aluno pode ser observado no capítulo dedicado aos intervalos e escalas musicais. Ao explicar a relação entre o caráter musical dos sons e o número de vibrações que o produz (frequência) afirma que

[...] a voz humana produz sons que podem ir do  $fa_1$  (1ª. escala) ao  $sol_4$  (4ª. escala). As vozes podem classificar-se em três para os homens e três para as mulheres. As primeiras são: baixo, barítono e tenor, e as das mulheres: contralto, meio – soprano e soprano (op. cit., p. 88 – 89).

Os aspectos teóricos podem ser considerados abrangentes, com um grande detalhamento do assunto estudado sem a preocupação com a descrição matemática que aparece de forma concisa em todo o livro.

Não são evidenciadas proposições de atividades experimentais para estudantes ou professores nem sugestões de exercícios.

***Livro 03: Física na escola secundária (BLACKWOOD et al, 1958).***

Ao contrário dos livros até aqui analisados, este traz uma extensa introdução onde são apresentados aspectos relativos aos autores e a obra, à legislação da educação brasileira vigente, indicações didáticas aos professores e orientações de estudo para os alunos.

Já nas primeiras páginas, temos a informação que o livro é a primeira edição brasileira de uma tradução inteiramente reformulada de acordo com a última edição norte-americana. Essa tradução foi realizada pelos professores José Leite Lopes e Jayme Tiomno ambos, na época, do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas e da Faculdade Nacional de Filosofia.

Na nota apresentada pela direção editorial existem referências de sua relação com os programas do ensino secundário e o vestibular. Segundo essa nota este livro didático inclui

[...] toda a matéria exigida pelos programas, dos últimos anos do Ensino Secundário (Série Colegial) e dos vestibulares.[...]. Recomenda-se também, aos autodidatas que desejam uma iniciação atraente, mas séria e completa, aos diversos ramos do conhecimento humano (BLACKWOOD et al., 1958).

No prefácio da edição americana os autores afirmam que o livro é completo, pois apresenta todos os assuntos necessários para a preparação para o curso superior. Segundo eles, esses assuntos são tratados com uma linguagem simples e muito acessível, os exemplos utilizados são claros e concisos e são tirados da vida cotidiana. Também afirmam que o texto conduz os alunos por passos, com grau de dificuldade crescente para proporcionar ao aluno a impressão e a satisfação de ser dono do curso de física. Argumentam que a maior dificuldade que o aluno pode encontrar é a falta de domínio na matemática e que para ajudar o aluno serão apresentados exercícios como exemplo, muito bem detalhados, e outros semelhantes para o aluno resolver. Indicam que ao final de cada capítulo será apresentado um resumo da matéria apresentada.

Ainda no prefácio, salientam que o estudo da Física não é importante apenas para os estudantes que pretendem seguir uma carreira com formação científica, mas para todos que

[...] interessam-se também pela aplicação dos princípios da Física neste mundo moderno e complexo dos nossos dias. [...]. Numa civilização que cada vez mais vive dos dados que a ciência lhe fornece podemos dizer que a aprendizagem dos assuntos tratados na Física é de grande utilidade para os futuros cidadãos (BLACKWOOD et al., 1958).

O objetivo primordial do livro, conforme os tradutores, é fornecer aos professores do ensino secundário uma física com assuntos relacionados ao mundo em que se vive. Por esse motivo fizeram modificações em alguns capítulos referências ao nosso petróleo e aos nossos minérios atômicos, por exemplo, para adaptá-los ao Brasil, mas afirmam que mantiveram o espírito do texto original evidenciando a preocupação em contextualizar os conhecimentos apresentados.

**Análise do conteúdo de ondas sonoras (acústica)**

O livro Física na escola secundária é volume não-seriado de 750 páginas das quais 44 correspondem aos três capítulos dedicados ao estudo de ondas sonoras enquanto que aos capítulos dedicados ao estudo da óptica e da eletricidade são dedicadas respectivamente 111 e 157 páginas.



No capítulo intitulado *Vibrações e ondas* os autores apresentam a definição de vibração, frequência, onda, comprimento de onda, ondas transversais e longitudinais e velocidade de propagação. Já no capítulo denominado *Som*, conceitua o som como sendo “uma onda longitudinal que você pode ouvir” e discorrem sobre a produção e propagação de ondas sonoras. Nele também encontramos um tópico que aborda o eco como resultado da reflexão do som e como ele pode ser utilizado por animais e pessoas no deslocamento ou na construção de auditórios e outro dedicado funcionamento do aparelho auditivo.

Além dos conceitos relacionados à música, como por exemplo, notas e instrumentos musicais, o capítulo intitulado *Música e instrumentos musicais* definem intensidade, altura e timbre de um som; as leis das cordas vibrantes; fenômenos de interferência e batimento e o funcionamento da voz humana.

Quanto aos aspectos teóricos, os assuntos são introduzidos com uma provocação ou um chamamento ao estudante para supor uma situação, resolver um desafio e até mesmo realizar uma experiência simples que possibilite estabelecer relações entre o conhecimento abordado e o seu cotidiano. Essa característica predominante em todos os capítulos torna a abordagem mais interessante e mais simples para o aluno.

O tratamento matemático dado a alguns tópicos pode ser considerado relativamente simples. As fórmulas aparecem no corpo texto sem passar por uma dedução ou mesmo uma explicação teórica que a justifique e não são acompanhadas de sua representação gráfica.

Percebe-se uma preocupação em aproximar a obra ao contexto brasileiro quando utilizam o samba como exemplo. Em outros momentos há referências a contextos distantes da realidade nacional como, por exemplo, ao descreverem o funcionamento de uma sirene de alarme aéreo ou como soldados cegos se deslocam em uma guerra (op. cit., p.514).

Os exercícios propostos em cada capítulo são em sua maioria de natureza teórica e aqueles que exigem resolução matemática estão acompanhados de um modelo resolvido limitando-se a simples aplicação de fórmulas.

Ao final de cada capítulo existe um resumo dos assuntos apresentados e sugestões de leituras complementares e atividades experimentais.

#### ***Livro 04: Física Segunda Série (MARISTAS, 1959).***

O livro Física Segunda Série foi produzido por religiosos de origem francesa, para ser utilizado no ensino secundário brasileiro principalmente nos colégios Maristas mantidos pela ordem religiosa Irmãos Maristas.

No início da 8ª. Edição (1959) um conjunto de orientações é destinado a professores e estudantes que utilizaram a obra. Os autores argumentam que, apesar do programa oficial iniciar os estudos do 2º científico por movimento vibratório e acústica, eles acreditam que os estudantes ainda não possuem domínio de trigonometria e aconselham iniciar por terminologia.

Baseado no programa oficial o autor apresenta um programa de física para a segunda série do curso científico e outro para o curso clássico. O conteúdo de ondas sonoras é objeto de estudo apenas dos alunos que cursam o curso científico.

Segundo os autores, a complexidade e abrangência dada aos assuntos explorados no conteúdo de ondas sonoras, assim como em todos os outros, possibilitariam seu uso no ensino superior.

### **Análise do conteúdo de ondas sonoras (acústica)**

O livro Física Segunda Série (MARISTAS, 1959) aborda apenas os conteúdos de termologia, mecânica ondulatória e acústica. O conteúdo de termologia está distribuído em 264 páginas enquanto que os conteúdos relacionados com ondas sonoras 183 páginas.

Na unidade denominada mecânica ondulatória são discutidos assuntos referentes ao movimento vibratório, à composição das vibrações, a propagação ondulatória e a superposição de ondas. A unidade intitulada Acústica apresenta os tópicos relacionados a natureza, produção e propagação e velocidade do som; os fenômenos de reflexão e interferência do som; as qualidades fisiológicas do som; as escalas musicais e as fontes sonoras.

O som é definido como “a impressão fisiológica produzida por vibrações dos corpos, transmitidos ao ouvido por uma série ininterrupta de meios elásticos [sendo] a acústica [...] a parte da física que estuda os sons” (op cit, p. 365).

O livro expõe uma densa abordagem teórica permeada pela descrição e aplicação de aparelhos como, por exemplo, a descrição do gramofone.

A descrição matemática é amplamente utilizada na apresentação dos conteúdos de mecânica ondulatória. Equações posição, velocidade e aceleração de um movimento harmônico simples são deduzidas detalhadamente e outras, como a que determina o valor de um nível sonoro, exigem domínio de funções logarítmicas, derivadas e integrais. Geralmente encontra-se a associação da equação matemática com sua correspondente função gráfica.

A aplicação das fórmulas é o objetivo principal dos exercícios propostos ao final de cada capítulo. Não existem questões com abordagem puramente teórica assim como sugestões de leituras complementares ou resumos dos assuntos tratados.

Distribuídas entre a abordagem teórica dos conteúdos encontra-se a descrição de algumas experiências relacionadas aos mesmos. Os relatos aparecem para tornar mais fácil a compreensão do assunto abordado. Não existem indícios de que são propostas para possível reprodução dos alunos.

A apresentação dos conteúdos, em praticamente todos os capítulos, é precedida de uma contextualização histórica como a informação do ano e do cientista responsável pela produção do conhecimento que estava sendo abordado naquele tópico.

Percebe-se em alguns tópicos a preocupação em aproximar os conceitos físicos do cotidiano do aluno como, por exemplo, quando trata da reprodução do som e do processo de gravação do som em um filme que segundo o texto é feito “simultaneamente, porém em filmes diferentes. Sobre o filme de imagens visuais, uma faixa não impressionada está reservada ao som: sobre ela se aplica, no momento da tiragem, a impressão positiva do filme fotofônico” (op. cit., p. 428).

## Comparando os resultados

Quanto aos aspectos teóricos, os quatro livros analisados apresentam uma explanação aprofundada dos assuntos abordados sobre o conteúdo de ondas sonoras, utilizando muitas vezes a descrição de atividades experimentais para complementar a explicação. No entanto, o detalhamento das explicações difere de livro para livro. Enquanto o “Physica e Chimica” [1927] faz a apresentação de forma condensada, os outros três o fazem de forma detalhada. A quantidade de assuntos abordados é outro fator que os diferenciam. O número de páginas, destinadas ao conteúdo de ondas sonoras, apresenta uma grande disparidade entre os livros. Verificamos que há um número crescente de folhas dedicado a este assunto, no decorrer dos anos de publicação.

Os livros Physica e Chimica [1927] e Blackwood et al. (1958) não fazem referências às leis educacionais vigentes no período de sua publicação. O primeiro foi publicado antes da Reforma Francisco Campos (1931), período em que a adequação a lei vigente não era obrigatória e o segundo, provavelmente, por ser uma tradução de uma obra norte - americana. Nestas obras, também evidenciamos que, os aspectos relacionados ao contexto histórico da construção do conhecimento de ondas sonoras são pouco frequentes; Blackwood et al. (1958) menciona apenas a experiência realizada por Galileu para identificar a relação entre o comprimento de um pêndulo e sua frequência.

Buscando facilitar a visualização e comparação dos livros analisados, apresentamos no quadro 1 os critérios evidenciados na análise para cada livro. Utilizamos algumas siglas para sintetizar a presença ou não desses critérios nos textos analisados.

Quadro 1 – Critérios evidenciados nos livros didáticos analisados

Critérios de análise	Livros			
	Physica e Chimica (1927)	Curso de Física (1941)	Física na escola secundária (1958)	Física – Curso Colegial (1959)
Aspectos teóricos	AF	AF	AF	AF
Tratamento matemático	NA	AS	AA	AF
Contextualização histórica	AA	AA	AS	AA
Relação com o cotidiano	AA	AA	AA	AA
Proposta de exercícios	NA	NA	AS	AF
Resumo	AA	NA	AA	AA
Leitura complementar	NA	NA	AS	AS
Atividades experimentais	DAE	DAE	DAE	DAE
Indicação da lei vigente	NA	AS	NA	AF

AF=Apresenta fortemente; AA = Apresenta adequadamente; AS=Apresenta sucintamente; NA= Não apresenta, DAE – apresenta descrição de atividade experimental.

## Considerações finais

Os estudos mostram que as características encontradas nos livros, no que diz respeito ao conteúdo de ondas sonoras (acústica), estão em consonância com as observadas por Wu (2000) e Nicioli Junior e Mattos (2005, 2008) quando analisaram assuntos relacionados à mecânica, presente em livros do mesmo período. Os livros até a década de 1950 enfatizam os aspectos qualitativos dos

assuntos, apresentam uma abordagem teórica concentrada, são carentes na apresentação de exercícios para os alunos resolverem e observa-se a ausência de atividades experimentais propostas para os alunos.

Destacamos a ocorrência de descrição de experimentos e do funcionamento de aparelhos tecnológicos, que são características que buscam relacionar o assunto abordado com o cotidiano do aluno e que sugerem uma relação entre instrução científica e formação dos estudantes para exercerem determinadas funções na sociedade. Tais características serão investigadas futuramente pelo GINPEC, em estudos relacionados com a transposição didática do conhecimento de ondas sonoras.

O número de páginas destinadas ao estudo de ondas sonoras e a crescente diversidade de assuntos abordados, evidenciam que ao longo dos anos (1927 – 1959) o estudo desse conteúdo ganhou em importância.

### Referências

- ALMEIDA JÚNIOR, João Baptista de. A evolução do ensino de Física no Brasil – 2ª. parte. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Carlos, v. 1, n. 2, p.45-58, 1979. Bimestral. Disponível em: < <http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/vol01a17.pdf> >. Acesso em: 05 abr. 2008.
- BLACKWOOD, Oswald H. et al. **Física na Escola Secundária**. Rio de Janeiro: Companhia Editora Nacional, 1958.
- FREITAS, Anibal. **Curso de Física**: 5ª. Série Acústica - Ótica- Eletricidade. 4. ed. São Paulo: Melhoramentos, 1941. 690 p.
- KLAJN, Susana. **Física**: a vilã da escola. Passo Fundo, RS: Upf, 2002. 192 p. (Educação).
- MARISTAS, Irmãos. **Física**: Segunda Série curso colegial. 8. ed. São Paulo: Ftd, 1959. 497 p.
- NICIOLI JUNIOR, Roberto B.; MATTOS, Cristiano Rodrigues de. As diferentes abordagens do conteúdo de Cinemática. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 1, n. 7, p.199-225, 2008. Disponível em: <[http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART10\\_Vol7\\_N1.pdf](http://saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen7/ART10_Vol7_N1.pdf) >. Acesso em: 15 abr. 2008.
- REUNIÃO DE PROFESSORES. **Physica e Chimica**: curso médio. Rio de Janeiro: F.T.D., [1927]. 628 p.
- WUO, Wagner. **A Física e os Livros**: uma análise do saber físico nos livros didáticos adotados para o ensino médio. São Paulo, SP: Educ, 2000. 180 p. (Hipótese).
- ZOTTI, Solange Aparecida. **Sociedade, Educação e Currículo no Brasil**: dos jesuítas aos anos 1980. Campinas, Sp: Plano, 2004. 240 p.