

## POLUIÇÃO SONORA NA FÍSICA DO ENSINO MÉDIO: CONSTRUINDO UMA PROPOSTA

### SOUND POLLUTION IN HIGH SCHOOL PHYSICS: BUILDING A PROPOSAL

Demuthey Rodrigues de Sousa<sup>a</sup> [[dmuthie@gmail.com](mailto:dmuthie@gmail.com)]

Henrique César da Silva<sup>b</sup> [[henriquecsiva@gmail.com](mailto:henriquecsiva@gmail.com)]

Sérgio Luiz Garavelli<sup>b</sup> [[sergiol@ucb.br](mailto:sergiol@ucb.br)]

Armando de Mendonça Maroja<sup>b</sup> [[armando@ucb.br](mailto:armando@ucb.br)]

Elio Carlos Ricardo<sup>b</sup> [[elio@ucb.br](mailto:elio@ucb.br)]

<sup>a</sup> Estudante de IC - Licenciando em Física – Universidade Católica de Brasília

<sup>b</sup> Professores do Curso de Física – Universidade Católica de Brasília

#### RESUMO

Apresentamos elementos de uma proposta para desenvolver o tema *Poluição Sonora* em aulas de Física no Ensino Médio, elaborada como parte das atividades desenvolvidas em disciplinas de uma licenciatura em Física, na qual pesquisas na área de Física sobre o tema vêm sendo desenvolvidas, e concomitantemente, como parte das atividades de pesquisa de um projeto de Ensino de Física que enfoca a produção do conhecimento escolar. A proposta se baseou em diversos elementos para sua elaboração: estudos teóricos sobre as temáticas ciência e cotidiano e CTS; estudos de conteúdo; elementos de pesquisa de IC em Poluição Sonora; análise de reportagens de jornais dentro do processo de seleção, elaboração e adaptação de recursos didáticos, e análise de informações obtidas na aplicação de um primeiro ensaio numa escola pública do DF como parte das atividades de estágio docente do licenciando envolvido.

**Palavras-chave:** poluição sonora; CTS; conhecimento escolar

#### ABSTRACT

We present some elements of a proposal to introduce sound pollution the subject in High School Physics classes. The proposal was elaborated as part of the activities developed in disciplines of a preservice training of a Physics teacher, in which researches about that theme has been developed and as part of Physics Teaching research that focus on the school knowledge production. The proposal was based in several elements: studies about science and quotidian and STS issues; content studies; scientific initiation research elements; analysis of newspapers as part of the didactic resources selection, elaboration and adaptation, and analysis of information obtained during a first application test in a public school of DF, as part of the teaching practice activities developed by the undergraduate student involved.

**Keywords:** sound pollution; STS; school knowledge

## 1. INTRODUÇÃO

Neste trabalho apresentamos uma proposta para inclusão na Física do Ensino Médio do tema *Poluição Sonora*. O que motivou a introdução desse assunto foi justamente o fato do primeiro autor trabalhar num projeto de Iniciação Científica sobre Poluição Sonora orientado por professores pesquisadores do Curso de Física da Universidade Católica de Brasília. Esse trabalho tem nos colocado frente a frente com as problemáticas que envolvem esse tema em suas dimensões científica, social, técnica, tecnológica, ambiental, legal e política, associando conhecimentos novos e mais específicos e aprofundados aos conhecimentos físicos gerais sobre ondas e acústica aprendidos nas disciplinas de Física da Licenciatura.

Trabalhos científicos relacionados ao ruído ambiental demonstram que uma pessoa só consegue relaxar totalmente durante o sono, em níveis de ruído abaixo de 39 dB, enquanto a Organização Mundial de Saúde estabelece 55 dB como nível médio de ruído diário para uma pessoa viver bem. Acima de 75 dB começa a acontecer o desconforto acústico, ou seja, para qualquer situação ou atividade, o ruído passa a ser um agente de desconforto. Nessas condições há uma perda da inteligibilidade da linguagem, prejudicando a conversação, passando a ocorrer distrações, irritabilidade e diminuição da produtividade no trabalho. Acima de 80 dB, as pessoas mais sensíveis podem sofrer perda de audição. É importante destacar que a dose diária não é linear, por exemplo, um trabalhador pode trabalhar apenas uma hora diária em um ambiente a 100 dB, mas 8 horas em um ambiente a 85 dB.

A poluição sonora não se restringe apenas a regiões de grande concentração industrial, como a poluição atmosférica; nem a restritas regiões, como a poluição radioativa. O ruído está presente em qualquer ambiente urbano, associado a atividades de lazer, ao trabalho, ao convívio social, a propagandas, ao transporte coletivo e ao próprio ambiente escolar. Geralmente, uma pessoa só percebe que é vítima desse tipo de poluição quando o seu aparelho auditivo está quase totalmente prejudicado. A partir de 1989 a Organização Mundial da Saúde passou a tratar o ruído como problema de saúde pública. Nas cidades médias brasileiras o ruído já tem apresentado níveis preocupantes, fazendo com que várias delas possuam leis que disciplinem a emissão de sons urbanos.

Nosso objetivo foi, essencialmente, produzir uma reflexão que desse significado a esse trabalho de transformar conhecimentos aprendidos pela inserção como aluno de IC em pesquisa, para levar para a sala de aula, ou seja, em conhecimentos escolares. A análise de materiais didáticos diferenciados, que buscam relacionar o conhecimento científico com outros conhecimentos e saberes, principalmente saberes cotidianos, como o GREF<sup>1</sup> (1991) e o PEC<sup>2</sup>-Física (2002), ajudou-nos a ter uma concepção de didatização diferenciada em relação aos livros didáticos mais usuais. Também ajudou-nos a dar significação a esse trabalho o estudo de artigos que tratam da temática Ciência, Tecnologia & Sociedade (CTS). Como um primeiro ensaio de inserção do tema “Poluição Sonora” no ensino médio foi desenvolvido um conjunto de dez aulas e utilizado na primeira aula um questionário aberto com sete questões, ou seja, uma atividade que possibilitasse ao professor, através de questões que relacionam tanto o conhecimento físico quanto o cotidiano, conhecer o público com que está trabalhando e quais conhecimentos o mesmo possui a respeito do tema. Para

---

<sup>1</sup> Grupo de Reelaboração para o Ensino de Física.

<sup>2</sup> Projeto Educação e Cidadania.

refletirmos sobre as possibilidades e possíveis caminhos para introduzir e trabalhar esse tema no ensino médio, baseamo-nos nos estudos realizados durante a iniciação científica, refletindo sobre as diferentes dimensões desse assunto, que consideramos importante serem trabalhadas na escola, em análises de informações obtidas em sala de aula durante o desenvolvimento de um primeiro ensaio, como parte das atividades de estágio supervisionado desenvolvidas pelo licenciando, e no modo como esse tema tem circulado na mídia, analisando notícias de jornais. Esses elementos orientaram-nos na reorganização do conjunto de aulas proposto que apresentamos nos resultados (tabela 1).

## **2. ALGUNS ASPECTOS DOS REFERENCIAIS TEÓRICOS**

### **2.1. Ciência, tecnologia e sociedade**

A tarefa de dominar e explorar a natureza, aliado ao emergente processo de industrialização que se deu com o crescimento científico e tecnológico do século XIX, passou a ser visto como sinônimo de progresso. À medida que o uso abusivo de aparatos tecnológicos tornava-se mais evidente, com os problemas ambientais cada vez mais visíveis, a tão aceita concepção de ciência e tecnologia, com a finalidade de facilitar ao homem explorar a natureza para o seu bem-estar começou a ser questionada por muitos. Os problemas se evidenciaram de tal forma que os intelectuais da época retomaram questões como a ética, a qualidade de vida da sociedade industrializada, a necessidade da participação popular nas decisões públicas além do medo e frustração dos excessos tecnológicos. Surge então, em meados do século XX o movimento, CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade – com o objetivo de formar cidadãos em ciência e tecnologia, destacando o desenvolvimento de valores que estão vinculados aos interesses coletivos sendo eles relacionados às necessidades humanas, onde os valores econômicos tradicionalmente se impõem aos demais. Trata-se de mostrar a ciência como uma atividade humana de grande impacto social e político, e contribui para o desenvolvimento e a consolidação das atitudes práticas democráticas em questões de importância social relacionada à inovação tecnológica ou intervenção ambiental e proporciona o compromisso com respeito à integração das majorias e minorias, assim como estímulo para um desenvolvimento respeitoso com o meio ambiente e equitativo com relação a gerações futuras. Este campo, de forma geral, se trata de entender os aspectos sociais do fenômeno científico – tecnológico, tanto no que diz respeito a seus condicionadores sociais quanto as suas conseqüências sociais e ambientais.

O enfoque geral é de natureza interdisciplinar, concorrendo nele disciplinas de ciências sociais e da investigação acadêmica em humanidades como a filosofia, história da ciência e tecnologia, sociologia do conhecimento científico, teoria da educação e da mudança técnica da economia, em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e sócio-econômicos (González García, López Cerezo e Luján, 1996). Com os currículos, as metodologias e os processos político-pedagógicos priorizados no espaço escolar formal, o entendimento de problemáticas como a ambiental tende ainda a se restringir a uma visão naturalista, quase romântica da relação homem, conhecimento e natureza.

Flikinger (1994) se refere à necessidade de uma percepção mais global sobre temas relevantes como a problemática ambiental,

*“o consenso mínimo, até hoje estabelecido, não passa da opinião segundo a qual algo de novo deveria ser elaborado, já que as várias disciplinas envolvidas nas questões ambientais, demonstram cada vez mais abertamente sua impotência referente à necessária abordagem da estrutura complexa do meio ambiente.”(idem, p.198)*

O entendimento da dinâmica homem/ambiente pode ser explorado didático-pedagógicamente em contraposição à “estaticidade” ainda predominante em grande parte dos sistemas de ensino. Uma vez que a escola tem um papel significativo na formação dos indivíduos, na sua cultura, nas suas relações sociais, ela necessita repensar seu papel. Conforme Zanetic (1981, p.2), não se pode considerar como neutras, ou como naturais, as estruturas curriculares ditadas tradicionalmente. Elas representam a reprodução de certos valores historicamente determinados como, por exemplo, a cultura da passividade. Considerá-las como neutras e naturais – desprovidas de caráter sócio-político -, é reforçar a concepção de uma sociedade com nítidas relações de exploração/exclusão.

Para o estudo/compreensão de questões complexas como a ambiental, busca-se desenvolver trabalhos interdisciplinares, em torno de temáticas nas quais os conhecimentos são estudados enquanto necessários para a compreensão dessas (e outras afins). É a dimensão contextual reconhecida na orientação dos PCNs (2000) para o ensino médio, que considera também a necessidade do trabalho interdisciplinar. Para trabalhar conteúdos de forma a estabelecer a perspectiva da unidade temática em que os diversos conceitos estivessem relacionados entre si, encontra-se respaldo na idéia dos *conceitos unificadores* propostos por Angotti (1991). Diante da negociação, estruturação e desenvolvimento de atividades colaborativas, o trabalho de ensino apoiado em investigações de fundo epistêmico e histórico de temáticas de ciência e tecnologia, bem como nas dimensões problematizadoras, dialógicas e colaborativas dos processos educativos e das trocas de saber, contribui para redirecionar o eixo prevalente da veiculação/ transmissão da informação com algum conhecimento, em favor de uma alfabetização mais crítica em ciência e tecnologia, comprometida e de relevância social.

A poluição sonora é um tema fértil para uma abordagem CTS focalizando as relações aluno(sujeito)-sociedade, ciência-sociedade e aluno(sujeito)-ciência. Esse tema, o qual faz parte do convívio de uma sociedade urbana, é de fundamental relevância e ao tratá-lo no ensino médio é necessário que haja uma reflexão sobre a natureza dos conhecimentos e saberes escolares, pois a abordagem não deve somente contribuir na formação dos alunos com posicionamentos físicos, mas pessoas que, além dos conhecimentos físicos, saibam se posicionar sobre a temática frente à sociedade, ou seja, como cidadãos.

## **2.2. Noção de Transposição didática e a produção do conhecimento escolar**

Na prática educativa é necessário estabelecer prioridades na condução de procedimentos pedagógicos. A seleção de conteúdos que constituem os programas escolares é apenas uma das prioridades estabelecidas e, o conjunto desses conteúdos ou saberes escolares são originados de outros saberes científicos ou não, através dos efeitos de todo um processo ocorrem transformações que acabam determinando características bem particulares ao saber escolar. A noção de transposição didática visa estudar esse processo evolutivo que ocorre através de uma longa rede de influencias envolvendo diversos segmentos do sistema educacional.

Chervallad (1991) apresenta uma primeira definição de transposição didática como sendo,

*“Um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os “objetos de ensino”. O ‘trabalho’ que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamando de transposição didática.” (p.39).*

É importante que o futuro professor (aluno-estagiário) tenha consciência de que trabalha na transposição, ou seja, que é um elemento, dentro de um complexo de elementos, no processo de produção do conhecimento escolar. Esse trabalho é complexo e nós professores temos autonomia relativa dentro dele. O resultado do trabalho seletivo de cientistas, professores, especialistas, políticos, autores de livros e outros da educação se resumem não só na determinação dos conteúdos escolares, como também acaba exercendo uma influência considerável na estruturação dos valores, objetivos e métodos que conduzem o processo de ensino. A escolha dos conteúdos se manifesta principalmente através dos programas escolares e às suas publicações, é possível perceber que alguns dos conteúdos são, na realidade, verdadeiras criações didáticas incorporadas aos programas. São criações motivadas por supostas necessidades de ensino, para servirem como recursos para outras aprendizagens. A princípio, tais criações têm, portanto uma finalidade educacional plenamente justificável. Todavia, o problema surge quando o seu uso acaba sendo processado de uma forma puramente automatizada e desvinculada de qualquer relação com um contexto social, histórico e político mais amplo. Outro aspecto que é importante destacar reside no fato de que, no trabalho de professor na transposição didática, ele saiba se apoiar em pesquisas e reflexões produzidas no âmbito da pesquisa em ensino de ciências.

### 3. PROCEDIMENTO E ANÁLISE

#### 3.1. Desenvolvimento do projeto

O trabalho foi desenvolvido dentro das disciplinas “Estratégias de Ensino de Física e Produção de Materiais Didáticos I” e “Prática de Ensino II”, do curso de licenciatura em Física da Universidade Católica de Brasília. E pode ser dividido em três partes.

Na primeira parte, desenvolvida na primeira disciplina, foi realizado um estudo teórico em torno da questão “ciência & cotidiano” e da temática “Ciência, Tecnologia e Sociedade”. Paralelamente foram analisados materiais e projetos como GREF (1991) e PEC (2002), e realizada uma reflexão sobre que conhecimentos sobre o assunto poderiam se transformar em conhecimentos escolares e como, didático-metodologicamente, isso poderia ser feito. No caso do tema poluição sonora, foi importante a participação do aluno professor-estagiário num projeto de Iniciação Científica sobre Poluição Sonora desenvolvido no Curso de Física da [omitido para não identificação].<sup>3</sup> Ainda nesta fase foram produzidas atividades introdutórias sobre o tema com a busca, seleção, produção e adaptação de recursos pedagógicos. Para tal foram consultados diversos sites<sup>4</sup>, apostilas como a de Fernandes (2002), livros como de Alexandry (1982), Nepomuceno, 1994, Chemello e Lussatto (1983), Normas Técnicas como ABNT (1990), leis e recomendações,

<sup>3</sup> Núcleo de Pesquisa em Qualidade de Vida Urbana e Poluição Sonora orientado pelo Prof. Dr. Sérgio Luiz Garavelli e Prof. Dr. Armando de Mendonça Maroja.

<sup>4</sup> Por exemplo: <http://www.geocities.com/NapaValley/1925/polu.html>.

notícias de jornais e sites de órgãos públicos. Dentre os diversos aspectos que caracterizam essas atividades do ponto de vista didático-metodológico esteve a preocupação de relacionar o conhecimento físico com situações cotidianas, de produzir materiais e estratégias que não se restringissem aos conhecimentos físicos propriamente ditos, mas que os contextualizasse junto a saberes e práticas de natureza política, social, ambiental e legal. Se a contextualização e os conhecimentos cotidianos são importantes, foi considerado, metodologicamente, a importância de dar espaço à significação pelos alunos, a importância da consideração de suas idéias, sua “voz”, suas ações, seus saberes, sua cultura vivencial urbana. Daí destacarmos neste trabalho a análise de um instrumento que utilizado para fornecer indícios a esse respeito e, metodologicamente, desencadear o processo pedagógico partindo de representações e saberes dos estudantes.

Na segunda etapa, o primeiro autor apresentou e discutiu a proposta junto a seus colegas da disciplina Prática de Ensino II (Estágio Supervisionado), e junto a professores de uma escola pública do DF. Inserido num trabalho coletivo e cooperativo, a proposta original foi reelaborada incorporando sugestões e conhecimentos trazidos pelos outros membros do grupo, assim como derivados de uma reflexão das condições concretas da escola em que seria efetivamente trabalhada. Após a reelaboração e a produção dos respectivos recursos e estratégias, essas atividades, ainda de natureza introdutória, foram aplicadas em dez aulas de Física numa escola pública do Distrito Federal no período vespertino, em uma classe de 2ª série do Ensino Médio, onde o conteúdo de ondulatória iria ser desenvolvido pela professora responsável. Um dos suportes teórico-metodológicos desta segunda etapa residiu em leituras relacionadas aos temas “professor-pesquisador”, “professor-reflexivo” (André, 2001).

Numa terceira etapa, informações coletadas com registros escritos e trabalhos dos alunos foram analisadas resultando numa avaliação do desenvolvimento da proposta e na reformulação de algumas de suas características, cujo produto apresentamos na Tabela 1.

### 3.2. Desenvolvimento das aulas

Optou-se por iniciar este projeto, na visão CTS – Ciência, Tecnologia e Sociedade, com a aplicação de um questionário na primeira aula, ou seja, uma atividade constituída de sete questões (Anexo I) com enunciados abertos, os quais permitiram aos alunos responderem não apenas com os conhecimentos relacionados à física, mas com os conhecimentos e saberes adquiridos no cotidiano até aquele presente momento. Essa estratégia não pode ser confundida com as mesmas utilizadas em concepções espontâneas, pois as questões abordadas aqui, além de possuírem os conteúdos de física, estão diretamente ligadas às questões ambientais ou fatores de desenvolvimento político, tecnológico, cultural e urbano da sociedade.

Para o desenvolvimento da atividade foi sugerida à turma que se organizasse em duplas de forma que, antes de responderem diretamente cada questão, houvesse uma discussão e reflexão entre as duplas sobre o tema. Durante o desenvolvimento das questões pudemos perceber que vários alunos demonstravam interesse pelo tema abordado, pois surgiam vários questionamentos como, por exemplo, um aluno disse que a poluição do ar é fácil de percebê-la, pois basta olhar para uma fumaça preta, assim como a poluição da água que também é visível, *“agora, como é que eu faço para saber se um lugar está sonoricamente poluído, será que existe um tipo de ‘termômetro’ desses que encontramos nas ruas da cidade que mostra ou apita quando o lugar está poluído?”*<sup>5</sup> Com o

<sup>5</sup> Registro em caderno de campo, da fala de um aluno em sala de aula, durante o ensaio realizado na escola pública.

cuidado de não lhe fornecer uma resposta direta, pois o objetivo dessa atividade era justamente saber que tipo de conhecimento o aluno possuía antes de prosseguir as aulas, o professor-estagiário tentou responder-lhe com outra pergunta: “será que existe algum equipamento com essa função? Se existe você poderia imaginá-lo? Como se pode ‘medir’ a poluição sonora?”. A fala desse aluno indica a fala de um sujeito imerso na cultura vivencial de um grande centro urbano. Chama a atenção e menção ao indicador de poluição do ar, que não existe em Brasília, mas em outros grandes centros urbanos, como São Paulo, localizados em grandes vias públicas, o que pode ser um indício de que essa cultura cotidiana passa pela mídia, principalmente pela televisão.

A primeira questão dessa atividade pede ao aluno para citar duas situações, que na opinião dele, expõem as pessoas a ruídos excessivos e posteriormente esse pede para elaborar uma lista de coisas que poderiam ser feitas para diminuir a “quantidade” de sons produzidos e para diminuir a intensidade dos sons transmitidos aos ouvidos. Essa questão permite ao aluno, além de sair da rotina que o ensino tradicional de física tem imposto ao longo dos anos com atividades de onde o aluno utiliza apenas uma relação matemática para chegar à solução, refletir sobre a problemática da poluição sonora tanto no seu contexto social e na cidade em que vive quanto nos problemas apresentados nos meios de comunicação ou até mesmo em conversas entre pessoas dentro do transporte coletivo e através disso, ainda possa fazer uma ponte que o faça enxergar que a física tem um papel de fundamental importância na sua formação como cidadão. Uma outra questão dessa atividade pergunta aos alunos o que os sons provocam em nosso corpo e em nossos ouvidos. Esse tipo de questionamento é muito importante, pois possibilita ao professor mostrar aos alunos que os problemas causados pela poluição sonora vão muito além do prejuízo do aparelho auditivo e permite também discutir a questão do nível de intensidade sonora dada por uma escala logarítmica. As demais questões dessa atividade possuíam as mesmas características que possibilitam ao professor abordar tanto as questões sociais quanto a física envolvida em cada situação.

No ensino existem várias formas de avaliar a aplicação do conteúdo, as quais estão inseridas na cultura escolar, também como formas de controle e cobrança relacionadas ao que se diz/pode-se dizer em sala de aula (Silva, 2004). O sistema de avaliação pode criar uma barreira para a inserção de novos projetos como esse, é preciso que o professor explique de forma clara para a turma quais serão as atividades que eles serão avaliados e, na aplicação do questionário inicial é necessário que os alunos sintam-se mais livres, sem preocupação, para se expressarem, possibilitando assim a verbalização de concepções e representações. Essa estratégia adotada para a primeira aula se trata de uma poderosa ferramenta de ensino, pois possibilita ao professor saber qual o grau de conhecimento que a turma possui e quais fenômenos físicos eles conseguem relacionar com a poluição sonora, permitindo, após uma análise do professor, realizar um redirecionamento do projeto ou até mesmo do foco caso seja necessário.

Com uma prévia análise do questionário inicial pôde-se perceber que a maioria do conhecimento adquirido pelos alunos a respeito do tema está relacionada aos meios de comunicação, bem como diversos elementos específicos de seu cotidiano local e regional. Observamos também que, de dezesseis duplas, apenas duas utilizaram termos relacionados à física como intensidade e frequência de som que, provavelmente já devem ter ouvido esses termos em algum lugar e apesar da utilização na sua resposta notamos problemas com esses conceitos.

Numa análise detalhada dessas respostas pôde-se observar que a grande maioria dos alunos relaciona o som ou ruído de modo geral, a sintomas que provavelmente vivenciaram no seu dia-a-dia como é o caso de dores de cabeça, dores de ouvido. Outros vêem o lado prejudicial do som

como o de ser agradável ou não, ou seja, se a música que está sendo tocada num aparelho de som for de uma banda a qual eles gostam não causará prejuízo nenhum mesmo que esteja a uma intensidade muito alta. Esse conceito dos efeitos do som relacionados aos sintomas citados pelos alunos e a questão do som ser agradável podem ser explicados devido ao fato de certas experiências vivenciadas no cotidiano dos alunos.

#### 4. RESULTADOS

A tabela 1 mostra uma síntese do conjunto de aulas proposto.

**Tabela 1: Plano de Aula**

AULAS <sup>6</sup>	CONHECIMENTOS E SABERES, ATIVIDADES, ESTRATÉGIAS E RECURSOS	COMENTÁRIOS
01	Atividade em dupla: questionário inicial (vide Anexo II).	Essa atividade poderá gerar várias discussões e curiosidades sobre a problemática poluição sonora, permitir que eles pensem sobre a questão antes de ser trabalhada sistematicamente e fornecer informações para o professor preparar aulas posteriores;
02	Leitura em classe, em duplas, da reportagem do jornal local Correio Brasiliense (vide Anexo I). Discussão das leituras.	Contribuir para desenvolver o hábito da leitura de jornais. Dar espaço para as múltiplas leituras. Explicitar as múltiplas dimensões da problemática da poluição sonora.
03	Aula expositiva sobre os fenômenos ondulatórios (o conceito de onda mecânica, as ondas sonoras, características e propriedades). Entregue uma atividade com três questões.	Os conceitos são abordados sempre com associação a exemplos conhecidos dos alunos, situações cotidianas (derivadas do questionário inicial).
04	Aula expositiva utilizando quadro, giz e o retro-projetor para projetar a figura das teclas de um piano onde na sua explicação será relacionado à poluição sonora. Discussão da atividade anterior com três questões. Noções abordadas: frequência, comprimento de onda, espectro de frequência, amplitude, ruído.	A utilização de um teclado eletrônico verdadeiro acoplado a um osciloscópio permite associar sons reais, representações gráficas e representações conceituais, contribuindo para, posteriormente, se compreender a noção de ruído.
05	Será iniciada nessa aula a abordagem de intensidade sonora: os limiares de intensidade sonora, nível de intensidade sonora, o decibel. Será trabalhado também o conceito de nível de pressão sonora.	Aqui é importante a retomada da leitura do jornal, propiciando a re-interpretação de determinados trechos.
06	Aplicação de uma lista de questões para discussão em pequenos grupos.	Retomada da reportagem do jornal.
07	Discussão da lista de exercício aplicada na aula anterior.	
08	Nesta aula será abordado o funcionamento do aparelho auditivo do ser humano utilizando uma transparência de uma figura do ouvido com os principais órgãos; Efeitos do ruído sobre a saúde e o bem estar das pessoas e sobre o aparelho auditivo.	Esta abordagem permitirá ao aluno fazer uma relação do conteúdo de sala de aula com o social e com as novas tecnologias lançadas no mercado, possibilitando que se torne uma pessoa mais crítica e com argumentos para se posicionar diante de temática como a poluição sonora. Fazer referência à reportagem do jornal.
09	Nesta aula serão realizadas medidas de níveis de pressão sonora no ambiente escolar, apresentados resultados de pesquisas realizadas em escolas do DF, e discutidas eventuais	Esta atividade vai mostrar aos alunos alguns procedimentos práticos, técnicos e metodológicos envolvidos em várias pesquisas científicas na área, fazendo com que o foco não se restrinja aos produtos

<sup>6</sup> Trata-se de aulas simples de 50 minutos.



	soluções para o problema. Apresentam-se aspectos essenciais das pesquisas realizadas na área.	das pesquisas, mas à suas condições de produção.
10	Avaliação escrita	Verificar se as idéias que os alunos tinham anteriormente foram modificadas. Analisar também, se as estratégias utilizadas como os recursos utilizados contribuíram para o ensino em poluição sonora.

Destacamos como resultados os seguintes elementos que se revelaram importantes para desenvolver esse tema na Física do Ensino Médio:

a) **Saberes e conhecimentos envolvidos.** O tema da poluição sonora envolve um conjunto de saberes e conhecimentos diversificados e intimamente relacionados entre si. Essas inter-relações implicam rever uma didatização linear, como normalmente acontece nas aulas de Física. A compreensão de um dos aspectos é dependente da compreensão de outros, o que exige retomadas e o estabelecimento de conexões, sejam diretamente por parte do professor, sejam como componente das atividades desenvolvidas, de modo que as significações vão sendo revistas, reelaboradas ao longo das aulas. Vejamos alguns desses saberes e conhecimentos:

1. Que há legislação e normas técnicas sobre o tema: isso vincula o plano político ao plano técnico-científico, na medida em que são os modelos teórico-matemáticos, as pesquisas e ensaios empíricos e os processos e tecnologias de medição e as pesquisas no campo da saúde, que vão fornecer elementos para as normatizações, regulamentações etc.
2. Que há pesquisas científicas sendo desenvolvidas sobre isso: mostrando um aspecto importante das relações entre ciência, tecnologia e sociedade; essas pesquisas envolvem Físicos, Engenheiros, Médicos, Psicólogos, entre outros.
3. Que há conceitos físicos que permitem compreender os fenômenos mais aprofundadamente, modificar as nossas concepções mais intuitivas e vivenciais do problema; conceitos que podem ser divididos em duas categorias: os mais gerais (dentro do campo dos estudos sobre ondas) e os mais específicos, em que os conceitos de ondas se encontram particularizados e “remodelados” para situações mais específicas envolvidas no tema poluição sonora. Neste aspecto é importante destacar que esse segundo nível de conhecimentos não é encontrado nos manuais típicos de um curso de Física, exigindo um estudo complementar do professor.<sup>7</sup>
4. Que há prejuízos à saúde devidos, principalmente, ao nível de pressão sonora a que o sujeito é exposto, ao tempo de exposição, a fatores subjetivos relacionados à percepção auditiva que podem implicar em estresse, problemas do sono, etc.
5. Que especialidades médicas tratam dos problemas de saúde relacionados à poluição sonora como a otologia e a otorrinolaringologia, além da própria psicologia e psiquiatria.
6. Que se trata de um problema social relacionado ao espaço urbano, ao trabalho, envolvendo responsabilidades pessoais, mas principalmente dos órgãos públicos e que órgãos têm sido responsáveis por isso no caso local.

b) **Necessidade de trabalhar deslocamentos de sentidos.** Notamos que alguns alunos acreditam que sons maléficos à saúde são apenas os sons desagradáveis, o que está relacionado a um dos possíveis sentidos comuns da palavra ruído/barulho, quando na verdade sons agradáveis (como os musicais) também podem ser prejudiciais dependendo da intensidade e do tempo de

<sup>7</sup> Uma fonte de bom nível introdutório é a apostila de Fernandes (2002).

exposição, como exemplificamos na resposta dada por um grupo de alunos quando questionado sobre o que poderia ser feito para diminuir a intensidade dos sons transmitidos aos ouvidos quando se está exposto a ruídos excessivos:

*“Colocando-se um fone no ouvido, passando a música que você gosta no som alto os ruídos maléficis não incomodam mais.”*

c) **O uso de notícias de jornais.** Notícias de jornais podem ser utilizadas como recursos importantes na abordagem desse tema. O jornal é um texto que pertence justamente ao espaço público e sua leitura faz parte de uma formação para a cidadania em ciência e tecnologia, além de poder contribuir para a formação de leitores de ciência numa sociedade como a nossa (Almeida e Ricon, 1993; Silva, 2004). No entanto, propomos uma leitura crítica junto aos alunos. Na análise da notícia que propusemos incluir na proposta apresentada<sup>8</sup> notamos vários aspectos importantes serem destacados: 1) a notícia apresenta vários aspectos relacionados a saberes e conhecimento a serem trabalhados nas aulas, que foram destacados anteriormente; 2) a necessidade de trabalhar as diferenças semânticas entre as palavras *ruído* e *barulho*; 3) a presença de concepções equivocadas do senso comum que podem reforçar concepções alternativas que detectamos nos trabalhos dos alunos (como discutimos no item anterior); 4) informações relevantes apresentadas e informações não apresentadas relacionadas ao exercício de direitos e responsabilidades; 5) a observância das fontes utilizadas pelo próprio jornal, citadas direta ou indiretamente, evidenciando referências para aprofundamento e também sobre como a notícia é construída (que vozes apóiam a voz do jornalista); 6) as referências indiretas aos vários aspectos do problema da poluição sonora (aspectos técnico-científicos, legais, médicos, sócio-ambientais, políticos etc.); 6) conceitos técnico-científicos equivocados como a confusão entre o conceito de frequência e o de nível de pressão sonora (“A FREQUÊNCIA. As ondas sonoras possuem uma medida própria os decibéis (dB), que determinam o mínimo e o máximo suportável pelo ouvido humano”<sup>9</sup>).

d) **A cultura vivencial dos alunos sobre o tema.** A análise das respostas ao questionário inicial aplicado aos alunos (anexo II) revelou a existência de aspectos gerais de uma certa cultura sobre a poluição em geral e sobre a poluição sonora, com fortes indícios da influência de meios de comunicação como a televisão, e de aspectos locais. O conhecimento desses aspectos foi importante na construção das aulas pelo professor, pois este os utilizava para compor suas explicações, dar exemplos de situações, estabelecendo um vínculo com a cultura cotidiana dos alunos.

e) **A problematização do próprio ambiente escolar.** Pesquisas como as de Eniz e Garavelli (2003; 2005), entre outras, vêm avaliando a poluição sonora em escolas e apontando que se trata de um problema bastante sério. Essa problematização pode ser incluída no conjunto das aulas (vide aula 09 da Tabela 1) ou mesmo, eventualmente, se transformar numa problematização mais ampla, envolvendo toda a comunidade escolar, inclusive com a participação de pais de alunos. No sistema de ensino público do DF, as grades curriculares reservam espaço de uma aula semanal para o desenvolvimento de projetos da parte diversificada do currículo. Esse tema poderia se transformar num desses projetos, envolvendo medidas com decibélmetros, construção e análise de gráficos, busca de assessoria com físicos e engenheiros sobre conforto acústico, análise detalhada da problemática no local e busca coletiva de soluções.

<sup>8</sup> LIBLELON, Raquel. “O som que adoce. Segunda maior causa de surdez, poluição sonora altera saúde de quem fica nos centros da cidade.”. *Correio Brasiliense*, 24 de julho de 2005, p. 28-29.

<sup>9</sup> Idem.

f) **O conceito de ruído.** É importante destacar que esse tema envolve conceitos com um grau de estabilização lógica e epistemológica diferente dos conceitos físicos comumente trabalhados na escola. Isso implica repensar a questão da relação entre conceitos científicos e concepções alternativos. Mesma a literatura técnico-científica, apresenta múltiplas definições para o conceito de ruído, por exemplo.

## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Transformar um saber científico o qual está associado à vida acadêmica e suas possíveis implicações tecnológicas e sociais em um saber a ser ensinado é uma tarefa muito difícil. Portanto, no que se refere ao aspecto educativo, é evidente que o saber científico deveria contribuir para o desenvolvimento crítico do aluno. A finalidade educacional do saber científico deve também estar voltada para questões mais essenciais dos problemas humanos e sociais, como, por exemplo, a poluição sonora nas sociedades urbanas. Porém, para que o aluno possa ter acesso ao conhecimento, consideramos importante, no processo de produção do conhecimento escolar, criar estratégias que relacionem, de formas múltiplas, conhecimentos e saberes técnicos e científicos a outros saberes e conhecimentos bem como a saberes cotidianos, relacionados à cultura vivencial dos estudantes. Para isso é preciso criar estratégias que valorizem a voz dos estudantes no espaço discursivo de sala de aula e valorizar outros conhecimentos e saberes que não apenas os científicos, para o que demanda estudo e uma ampliação do próprio conhecimento cultural do professor sobre o assunto. Isso foi possibilitado nesse trabalho pela participação do primeiro autor e sujeito central desse processo, enquanto aluno-estagiário, futuro professor, numa iniciação científica que envolveu nas problemáticas sobre o tema. No entanto, notamos que apenas o conhecimento técnico e científico sobre o assunto não é suficiente para a produção das estratégias de ensino, para o que foram fundamentais as análises e reflexões sobre o processo de didatização, com elementos coletados de sala de aula, inclusive elementos subjetivos como a própria experiências do aluno-estagiário como professor. A poluição sonora é um tema bastante discutido quando se trata de qualidade de vida urbana, pois traz prejuízos em longo prazo ao ser humano, quando exposto em locais sonoramente poluídos. Assim, a cultura vivencial dos estudantes é um dos aspectos importantes para se pensar a transposição didática desse tema. Neste caso, há ainda uma particularidade importante: o problema da poluição sonora está nas próprias escolas como o têm demonstrado várias pesquisas (desenvolvidas, aliás, pelo grupo de pesquisa do qual o próprio primeiro e seus respectivos orientadores fazem parte).

O trabalho indiretamente revela como uma licenciatura em Física pode envolver os futuros professores em processos complexos de produção de conhecimento escolar, o que é fundamental para a construção de sua autonomia, associando pesquisa e ensino, e revelando, principalmente, a necessidade e o complexo desafio de articular o mais estreitamente possível as diferentes disciplinas do curso, teoria e prática pedagógica, iniciação científica e atividades de ensino, maximizando o caráter reflexivo, investigativo e propositivo do trabalho de um professor. O licenciando (primeiro autor) chegou a utilizar, por conta própria, referenciais teóricos trabalhados em outras disciplinas. O trabalho continua em andamento, numa nova etapa, em que uma nova versão do conjunto de aulas será desenvolvida junto a professores e outros alunos estagiários numa outra escola da rede pública do DF, como parte das atividades desenvolvidas na disciplina Prática de Ensino em Física III (Estágio Supervisionado).

## 6. BIBLIOGRAFIA

- ALMEIDA, M. J. P. M. e RICON, A. E. Divulgação científica e texto literário: uma perspectiva cultural em aulas de física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 10, n. 1, p. 7-13, 1993.
- ALEXANDRY, F. G. *O problema do ruído industrial e seu controle*. Fundacentro Ministério do Trabalho, São Paulo, 1982.
- ANDRÉ, M. Pesquisa, formação e prática docente. In: \_\_\_\_\_ (org.). *O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores*. Campinas, SP: Papirus, 2001.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT - Norma NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico (NB 95) - 1990.
- BRASIL, SEMETEC. Parâmetros Curriculares Nacionais: ensino médio. Brasília: MEC. SEMETC, 2002.
- CHEMELLO, A. e LUSSATTO, D. *Acústica*. Editora e Distribuidora Sagra S.A. São Paulo, 1983.
- CHEVALLARD, Y. *La transposition didactica: del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aique Editor S.A., 1991.
- DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. *Física*. São Paulo: Cortez Editora, 1992.
- ENIZ, A. O. e GARAVELLI, S. L. Acústica de Salas de Aulas: Estudo de Caso em Duas Escolas da Rede Privada do DF. *Acústica e Vibração*, Brasil, v. 31, p. 2-7, 2003.
- ENIZ, A. O. e GARAVELLI, S. L. . Acoustic Conditions of School Classrooms in the Federal District: Background Noise and Reverberation Time. In: *34 International Congress an Exposition on Noise Control Engineering, Environmental Noise Control*, 2005, Rio de Janeiro. Inter Noise, 2005.
- FERNANDES, J. C. *Acústica e Ruídos* – Bauru, SP: UNESP, 2002. Arquivo eletrônico disponível em < <http://www.feb.unesp.br/jcandido/acustica/index.htm> > Acesso em 27/08/04.
- FLIKINGER, H. G. O ambiente epistemológico da educação ambiental. Porto Alegre: *Educação e Realidade*, v.19, n.2, 1994.
- GONZÁLEZ GARCÍA, M.; LÓPEZ CERREZO, J. A. e LUJÁN, J. L. *Ciencia, Tecnología y Sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid: Tecnos, 1996.
- GRF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física. Física. Vol. 2 (Física Térmica e Ótica). São Paulo: Edusp, 1991.
- LIBLELON, R. O som que adocece. Segunda maior causa de surdez, poluição sonora altera saúde de quem fica nos centros da cidade. *Correio Brasiliense*. Brasília, DF, 24 de julho de 2005, p. 28-29.
- NEPOMUCENO, L. A. *Elementos de Acústica Física e Psicoacústica*. Ed. Edgard Blucher Ltda, 1994.
- SILVA, J. A., PINTO, A. C. e LEITE, C. *PEC – Física – Projeto Escola e Cidadania*. São Paulo: Editora do Brasil, 2000.
- SILVA, H. C. *Discurso e leituras da física na escola*. Brasília: Universa, 2004.

## 7. ANEXOS

### Anexo I: notícia recente de um jornal local



LIBLELON, Raquel. “O som que adoecer. Segunda maior causa de surdez, poluição sonora altera saúde de quem fica nos centros da cidade.”. *Correio Brasiliense*, 24 de julho de 2005, p. 28-29.

## Anexo II: Questionário aplicado aos alunos na primeira aula do desenvolvimento do primeiro esboço

Responda às questões seguintes, em dupla:

1- Escolha duas situações que, em sua opinião, expõem as pessoas a ruídos excessivos. Em cada situação escolhida, faça uma lista das coisas que poderiam ser feitas para:

a) diminuir a "quantidade de" sons produzidos e b) diminuir a intensidade dos sons transmitidos aos ouvidos.

2- O "volume" dos sons e dos ruídos pode ser medido? Você conhece ou é capaz de conceber alguma maneira de realizar esse tipo de medida?

3- O que os sons provocam em nosso corpo e em nossos ouvidos?

4- Como identificar situações em que estamos expostos a sons muito intensos e corremos o risco de prejudicar nossa audição?

5- O que podemos fazer para evitar a produção de sons indesejáveis?

6- O que podemos fazer para combater a transmissão de sons indesejáveis?

7- Faça um desenho para representar o que você imagina existir no interior do seu ouvido. Procure identificar ou atribuir um nome (ainda que provisório) aos elementos que você desenhar.