

# FÍSICA PARA UMA SAÚDE AUDITIVA PHYSICS FOR A HEALTHY HEARING

Patrícia Weishaupt Bastos<sup>1</sup>  
Cristiano Rodrigues de Mattos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>USP/Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências, pwbastos@if.usp.br

<sup>2</sup>USP/Instituto de Física – USP, mattos@if.usp.br

## Resumo

Neste trabalho apresentamos evidências de que os conhecimentos da física podem ser utilizados como critérios para compreensão de aspectos de uma vida saudável. Utilizamos um enfoque interdisciplinar relacionando os conhecimentos da física, da fisiologia da audição e da fonoaudiologia no sentido de complexificar os instrumentos de leitura do cotidiano. Nesse sentido fazemos um recorte sobre o conceito de vida saudável, explicitando aspectos ligados à saúde auditiva dos indivíduos. Neste trabalho apresentamos parte de uma investigação mais ampla. Aqui apresentamos os resultados da avaliação de uma intervenção cuja construção foi baseada nos pressupostos ditos acima. Ao longo deste trabalho expomos os resultados da intervenção, que foram aplicadas em uma Escola Estadual de Ensino Médio no interior do estado de São Paulo. Elaboramos um conjunto de atividades com base no ciclo descritivo de aprendizagem de Lawson em suas três fases: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito. Como resultado, mostramos que os estudantes passam a incluir, em seus enunciados, o conhecimento físico, em contexto interdisciplinar, como um critério para tomada de decisão no sentido de uma vida auditiva saudável. Um dos principais objetivos dessas atividades é possibilitar que os estudantes conheçam e entendam os malefícios proporcionados pelo hábito de escutar música em alta intensidade. Os resultados indicam uma apropriação de um conhecimento interdisciplinar na representação de problemas ligados à poluição sonora.

**Palavras- chave:** Interdisciplinaridade, Saúde auditiva, Complexidade, poluição sonora, ensino de ciências

## Abstract

In this work we presented evidences that the knowledge of Physics could be used as criteria for understanding aspects of a healthy life. We used an interdisciplinary approach relating the knowledge of Physics, Physiology of the audition and, Phonoaudiology to complexify the instruments to interpret every day events. In that sense we make an extraction on the concept of healthy life, pointing out aspects of individuals' hearing health. In this work we presented a part of a broader investigation. Here we presented the results of the evaluation of an intervention whose construction was based on presuppositions presented above. Along this work we expose the results of the intervention, which were applied in a country public High School of São Paulo state. We build a set of activities based on Lawson descriptive learning cycle, using its three phases: exploration, concept introduction and concept application. As result, we showed that students start to include, in their answers, the knowledge of Physics, in interdisciplinary context, as a criterion for decision making in a direction of a healthy hearing life. One of the main objectives of these activities is to allow students to know and to understand the problems derived from the habit of listening music at high intensity. The results indicate an appropriation of an interdisciplinary knowledge in the representation of problems related with sound pollution.

**Key-word:** Interdisciplinarity, healthy hearing, complexity, sound pollution, Science teaching.

## INTRODUÇÃO

Pretendemos mostrar que os conhecimentos da física podem servir como critérios que contribuam para uma vida saudável. Para isso acreditamos que é necessário abordar alguns tópicos da física por meio de um enfoque interdisciplinar como, por exemplo, compreender as relações entre física e a educação para saúde.

São vários tópicos da física que podem ser relacionados com a saúde, mas destacaremos apenas as relações da física com a fonoaudiologia com o objetivo específico de ressaltar a saúde auditiva. Em grande parte, esta escolha se deu pelo fato de que aparelhos de som portáteis (MP3, MP4, *ipod*, walkman, etc.) são freqüentemente manuseados e utilizados por estudantes na sala de aula, os quais costumam expor seus ouvidos a alta intensidade sonora, sem consciência dos malefícios que pode causar a audição.

É preciso apresentar conhecimento aos alunos para que possam ampliar os critérios que os levem a ter uma vida auditiva saudável. Quase todos sabemos que o cigarro pode levar a morte, o que nos dá, de certa forma critério de escolha sobre atitude que podemos tomar com relação a parar de fumar. Entretanto, nem todos sabem que a música em alta intensidade pode levar a perda induzida de audição. Desse ponto de vista, o conhecimento da física da audição pode nos auxiliar na prevenção da surdez.

Para isso é necessário que os estudantes possam evidenciar que os diversos sons, ruídos, ou mesmo a música, que lhes dá tanto prazer, dependendo de como é ouvida pode trazer malefícios fisiológicos no futuro, ou seja, pode ser considerada como poluição sonora. A princípio o prejuízo a audição é reversível, mas sua repetição degrada a discriminação sonora do ouvido. Atualmente não somos educados para uma discriminação auditiva. A preservação auditiva deveria ser tão importante na escola quanto os programas efetivados como: anti-fumo, anti-drogas, doenças transmissíveis (FOMER, 2004).

Muitos adolescentes e jovens se expõem as músicas em volume alto para divertimento, mas não estão conscientes de que a exposição à música alta pode resultar em perda auditiva (CHUNG & EAVEY & MEUNIER & ROCHES, 2005). Hoje em dia muitos jovens utilizam o walkman para escutar música. O uso excessivo desse aparelho pode causar a redução precoce da capacidade auditiva, porque o volume alto das músicas danifica as células responsáveis pelos sons agudos. A lesão é irreversível. É o que se chama de perda em gota, porque acontece progressivamente e o jovem não consegue perceber o problema (GIORGI, 2002). Dos acontecimentos cotidianos buscamos situações que permitam um ensino de física, mais significativo e prazeroso, que tenha utilidade vivencial para o aluno.

É preciso identificar a poluição sonora não só como produzida por carros, buzinas ou construções; mas na forma inadequada de se apreciar uma música, na intensidade alta da conversa em um recinto fechado como, por exemplo, uma sala de aula. Nas escolas, os ruídos podem causar problemas de interferência na comunicação oral, na atenção e na aprendizagem dos estudantes (MENEZES, 2005). Identificar malefícios que o som pode trazer a audição é a chave para uma educação para uma discriminação auditiva. A maior parte dos alunos desconhece os riscos da poluição sonora para saúde (FERREIRA, 2004). Assim, uma das conseqüências da ausência de uma educação para discriminação auditiva é o esquecimento, na maioria das vezes, de que, como qualquer parte do corpo, o ouvido necessita de cuidados.

Vários conhecimentos da física são deixados de lado no currículo efetivo nas escolas públicas. Um desses conteúdos é o de acústica que, quando tratado, são apresentadas apenas curiosidades sobre a velocidade do som, eco ou efeito Doppler. Quando se trata da intensidade sonora, se limita a apresentar o espectro sonoro sem correlacioná-lo com uma saúde da audição. A acústica, por outro lado, ganhou importância em função das aplicações tecnológicas ligadas ao conforto ambiental, mas sua inclusão nos currículos de ciências para o ensino fundamental e

médio é cada vez mais escassa, sendo que alguns professores desconhecem essa matéria (LLAMAS & OCTAVIO Y DE PRO BUENO, 1999).

Quando abordada, a acústica não é explorada em muitos detalhes na escola. Normalmente são apresentados os temas relacionados a ondas, os quais são tratados de forma matemática, sem o estabelecimento de relações com as percepções sensoriais dos estudantes. Desta forma, surgem dificuldades para a transposição do conteúdo para o cotidiano impedindo um aprendizado significativo (LINDER, 1992).

## REFERENCIAL TEÓRICO

Tomamos como referencial teórico à noção de perfil conceitual (RODRIGUES & MATTOS, 2006, 2007) e de interdisciplinaridade como representação de sistemas complexos (GARCIA, 1998; FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002).

O perfil conceitual é a representação cognitiva de um conceito. Um perfil conceitual tem diversas zonas, as quais representam as diversas formas de como um determinado conceito é usado por um indivíduo (MORTIMER, 1995). Entretanto usamos a noção de perfil conceitual conforme Rodrigues & Mattos (2007), na qual o perfil conceitual é composto por dimensões associadas aos aspectos epistemológicos (relacionada ao “como” conheço um objeto), ontológicos (relacionada à natureza dos objetos) e axiológicos (relacionada aos valores atribuídos a determinados objetos), que estão ligados aos contextos de uso.

Neste quadro, a aprendizagem pode ser entendida como uma evolução do perfil conceitual. Tratamos o perfil conceitual como uma representação de um sistema complexo, o mundo vivencial. Mas, como recorte de um sistema complexo, o perfil conceitual pode ser considerado, também, um sistema complexo, e para entender a aprendizagem como dinâmica do perfil conceitual, é necessário estudar como se forma e se estruturam as zonas dos perfis conceituais nos indivíduos (RODRIGUES & MATTOS, 2007).

A complexidade do perfil conceitual, do ponto de vista sócio-histórico, foi, na verdade, internalizada. Isto implica em concebermos o mundo como um sistema complexo cujas estruturas estão refletidas nas representações cognitivas dos indivíduos. Assim, tomamos a realidade global, como complexa, pandisciplinar, da qual um dos inúmeros recortes possíveis é a interdisciplinaridade (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002). Como sistema complexo esta estrutura do mundo real apresenta diversos níveis hierárquicos em retro-alimentação. Apesar disso a representação desse conhecimento nas instituições escolares foi construída no último século como um conjunto disciplinar, dificultando a representação e resolução de problemas que exigem diferentes cortes epistemológicos para sua resolução. (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002).

Assim, se torna necessário buscar as interdependências entre os conhecimentos para tratar os problemas da realidade sem separá-los do contexto em que surgem, abranger problemas relevantes para os alunos, ajudando-os a enfrentar os problemas complexos do mundo e isto se dá através da complexificação do conhecimento do cotidiano (GARCIA, 1998).

Garcia (1998, 23) propõe quatro hipóteses de integração do conhecimento cotidiano, escolar e científico. São elas: hipótese da compatibilidade, hipótese da substituição, hipótese da independência – coexistência e *hipótese da integração* – enriquecimento do conhecimento cotidiano. Neste trabalho adotaremos a hipótese da integração-enriquecimento do conhecimento cotidiano. Ela se refere à transformação dos conhecimentos que dão suporte ao conhecimento escolar. Assim, o conhecimento cotidiano é enriquecido por meio de sua complexificação, isto é, com a introdução de elementos do conhecimento científico. É este conhecimento complexificado que dá suporte ao conhecimento escolar. Essa hipótese, segundo Garcia (1998, 25) adota um princípio de complementaridade: frente à dicotomia conhecimentos cotidianos – conhecimentos científicos, propõe a interação e evolução conjunta de ambas as formas de conhecimento, frente à dicotomia conhecimento gerais – conhecimento específicos assume que em um sistema de

idéias pode haver subsistemas com diversos graus de coerência e generalidade. Além disso, não se postula a substituição, mas o enriquecimento do conhecimento cotidiano, de forma que a escola propicie uma mudança radical, a substituição de formas de pensamento cotidiano simples por outras complexas, que afete profundamente a forma de interpretar e de atuar no mundo dos sujeitos. O papel do professor deveria ser o de facilitar as conexões entre as disciplinas escolares para possibilitar ao aluno resolver problemas interdisciplinares.

Assim, devemos possibilitar ao aluno que construa através de atividades escolares representações complexas que lhe permitam uma melhor compreensão de seu cotidiano. Para isso, o conhecimento escolar não pode ser a redução ou simplificação de uma disciplina científica, mas sim uma proposta de modelagem dos problemas que afetam a vida dos alunos, mesmo que, por sua complexidade, requererem, em seu tratamento, a participação de outras formas de conhecimento. Para isso, devemos conectar a rede de conteúdos complexos às idéias dos alunos. Este movimento não é o de uma substituição de formas de pensar o senso comum, por formas de pensar científico, nem o de considerá-lo um conhecimento superior ao cotidiano, mas enriquecer o conhecimento cotidiano complexificando-o com o conhecimento científico (GARCIA, 1998).

Na perspectiva complexa os elementos correspondentes da realidade se explicam como partes do sistema ou como sistemas em si mesmos, os quais estão inter-relacionados, de maneira que qualquer ente não poderá ser visto de forma isolada, senão através de sua posição e de sua função na organização do conjunto. O princípio da complementaridade está baseado na recursividade, ou seja, na retroação do efeito sobre a causa, causalidade circular que se gera na própria reorganização dos sistemas. Os sistemas como processos recursivos criam as condições para a manutenção e a regeneração da organização do sistema. Analisando sob a perspectiva da complexidade se pretende construir pontes entre os conhecimentos compartimentados, elaborar conceitos que potencializem a heurística interdisciplinar e integradora (GARCIA, 1998).

Assim, na educação escolar é necessário oferecer aos alunos mecanismos para utilizar os conhecimentos de forma interdisciplinar e possibilitar a atuação sobre um determinado recorte da complexidade do cotidiano. É este argumento que fundamenta nossa proposta de trabalho, onde pretendemos apresentar uma articulação entre conhecimentos da física e fonoaudiologia, não como meras elementos prescritivos ou informativos, mas formativos para uma educação para saúde.

É o professor quem escolhe o tema e define como explicá-lo de modo a atender às expectativas do aluno. A escolha de um tema é baseada na dinâmica entre os conteúdos a serem tratados, no comportamento do professor e do aluno frente ao mesmo, na organização quanto à seleção das áreas de conhecimento, na relação entre os conteúdos e seus vários elementos e no critério que abrange três dimensões: axiológica, epistemológica e ontológica dentre as quais reforçamos mais a axiológica que envolve os valores, que estão diretamente ligados ao professor que escolherá os elementos a serem apresentados aos alunos (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002).

Para construção e aplicação das atividades utilizamos como referência, no desenvolvimento das atividades curtas de multi-abordagem, o trabalho de Uema & Fiedler-Ferrara (2005). Utilizamos Lawson (2001) para dar suporte à noção de ciclo de aprendizagem, focando o ciclo descritivo em suas três fases obrigatoriamente consecutivas: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito.

Creemos que estes ciclos são mais adequados ao objetivo de trabalho, pois são baseados em passos que permitem um processo de ensino-aprendizagem no qual o estudante constrói o conhecimento de forma crítica. Alguns resultados têm dado respaldo a efetivação dos ciclos de aprendizagem em levar os estudantes a pensar criativamente e criticamente, bem como facilitar o entendimento dos conceitos científicos, desenvolvendo atitudes positivas em relação à ciência e,

assim, desenvolvendo habilidades para observar processos científicos e argumentar sobre eles (LAWSON, 1995 *apud* MISHENO & LAWSON, 1999, p.24).

A fase de *exploração* permite aos estudantes investigarem novos fenômenos ou idéias, descobrindo padrões de regularidade, levantando questões, as quais procuram responder. Nesta fase eles descobrem por eles mesmos alguns padrões e conceitos envolvidos (WANKAT & ORIOVICZ, 1996). A fase de *introdução de conceito* permite ao professor introduzir novos conceitos que permitam representar os padrões encontrados e, ao mesmo tempo, articulem explicações os fenômenos tratados na exploração. Na fase de *aplicação do conceito* os estudantes tentam aplicar os novos conceitos em outras situações, adicionando exemplos, desenvolvendo a abstração e técnicas de generalização (LAWSON, 1998 *apud* MISHENO & LAWSON, 1999, p.24).

A inserção do conteúdo ondas e acústica por meio de atividades de multi-abordagens, com uma perspectiva interdisciplinar e complexificadora dos problemas cotidianos ligado à este conteúdo, permitiu que os estudantes construíssem por meio dos conhecimentos da física critérios para uma vida auditiva saudável.

Estas atividades permitem a introdução de temas interdisciplinares, sem afetar o currículo tradicional e sem atrapalhar as grades horárias. Tais atividades podem ser apresentadas em diversas formas, através do uso de multi-abordagens: leituras e discussão de textos, demonstrações, exposição oral, exercícios, filmes, etc., atingindo um número maior de alunos, sendo o inverso da utilização de uma única forma didática que se restringe a poucos.

Construímos um total de nove atividades com duração de cinquenta minutos. Assim, se fez necessário nomeá-las de “atividades de multi-abordagens”, desconsiderando “curtas” do seu nome original. No contexto apresentado por Uema & Fiedler-Ferrara (2005), as atividades tinham duração curtas e o total das atividades não ultrapassava quatro horas de duração.

## DESENHO DE PESQUISA

As amostras selecionadas são compostas de estudantes da Escola Estadual Professor Germano Negrini, na cidade de São Roque, no interior do estado de São Paulo. Assim, amostra total é composta por 236 alunos do período da manhã, cujas idades variam entre 15 e 20 anos de idade

**Tabela 1: Identificação dos alunos para citação no decorrer do trabalho**

Ano	Identificação dos alunos	Turma	Questionário
2005	1 ao 21	3°C	Q <sub>0</sub>
2005	22 ao 43	3°A	D <sub>0</sub> , Dd <sub>0</sub>
2005	44 ao 77	1°C (2°C antes)	Q <sub>1</sub> , D <sub>1</sub>
2006	185 ao 212	2°A	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2006	157 ao 184	2°B	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2006	(44 ao 77), 213 ao 220, 222	2°C*	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2006	136 ao 156	2°D	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2006	106 ao 135	3°A	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2006	78 ao 105	3°B	Q <sub>2,1</sub> , Q <sub>2,2</sub> , Q <sub>2,3</sub> , Q <sub>2,4</sub> , Q <sub>3</sub> , D <sub>3</sub> , Dd <sub>3</sub>
2007	44 ao 236 **	3°A, 3°B, 3°C	Q <sub>4</sub>

\*14 alunos mudaram de escola ou período.

\*\* total 86 alunos (alguns mudaram de período e outros são alunos novos)

Nas turmas 3°C e 3°A de 2005, levantamos o conceito prévio de Poluição sonora para delimitar os objetivos da pesquisa através de um questionário (5 questões - Q<sub>0</sub>) e uma representação imagética (D<sub>0</sub>) composta de sua respectiva descrição (Dd<sub>0</sub>) para investigar o conceito de poluição sonora, no qual as categorias foram elaboradas posteriormente a análise. Na turma 1°C de 2005, aplicamos um questionário (18 questões - Q<sub>1</sub>) focalizando as percepções

subjetivas. Dividimos o questionário em grupos de questões categorizadas em: *critério emocional*, *critério estético*, *critério fisiológico* (enfoque interdisciplinar), *conhecimento prévio e representação imagética* (sem descrição - D<sub>0</sub>), categorizado a priori com base no anterior (D<sub>0</sub>), sendo esta análise essencial para construção das atividades (BASTOS & MATTOS, 2006).

### Construção e aplicação das atividades

As atividades foram construídas visando não abranger muitas aulas. As atividades, de uma forma geral, foram diversificadas com aulas práticas, discussões, aulas expositivas, aplicação de cálculos e conceitos, além de trabalho de campo. Em sua maioria podem ser adaptadas à realidade da escola em que o professor leciona, já que os materiais utilizados são de fácil acesso e de baixo custo.

As atividades foram aplicadas, na Escola Estadual Professor Germano Negrini de ensino médio, na cidade de São Roque, em quatro turmas de segunda série, em um total de 104 alunos, e em duas turmas de terceira série, em um total de 62 alunos. Assim, amostra total é composta por 166 alunos, cujas idades variam entre 16 e 20 anos de idade. Todos os estudantes frequentavam a escola no período da manhã, sendo que as atividades foram aplicadas no 4º bimestre de 2006 (vide tabela 1). A professora que aplicou as atividades foi a própria pesquisadora. Esta superposição não trouxe, aparentemente, distorções nos dados coletados e, ao mesmo tempo, facilitou na aplicação das atividades.

Conteúdo Programático das atividades:

#### *Exploração*

Atividade 1	Respeitando as escolhas musicais	(Exploração)
Atividade 2	O conceito de saúde	(Introdução do Conceito)
Atividade 3	Tipos de Poluição	(Aplicação do conceito)

#### *Introdução do Conceito*

Atividade 4	Nível sonoro	(Exploração)
Atividade 5	Ondas Sonoras e o aparelho auditivo	(Introdução do Conceito)
Atividade 6	Fisiologia da audição	(Aplicação do conceito)

#### *Aplicação do conceito*

Atividade 7	Poluição Sonora	(Exploração)
Atividade 8	Sons musicais e ruídos	(Introdução do Conceito)
Atividade 9	Como cuidar da sua saúde auditiva	(Aplicação do conceito)
Atividade 10	Questionário Q <sub>3</sub>	(Avaliação)

No quadro geral o questionário Q<sub>3</sub> é o Q<sub>1</sub> acrescido de algumas modificações, incluindo representação imagética (D<sub>3</sub>), mais descrição da representação (Dd<sub>3</sub>). As atividades estão descritas em detalhes no artigo BASTOS *et al.*, 2007.

No início da aplicação das atividades foram coletados alguns dados prévios que serviram para compararmos com os resultados finais. Na atividade 1 foram feitas algumas questões, chamamos esse questionário de Q<sub>2,1</sub>, que se refere ao questionário 2 aplicado na atividade 1. Na atividade 2 chamamos o questionário de Q<sub>2,2</sub>, na atividade 3 foi aplicado o questionário Q<sub>2,3</sub> e na atividade 4 o questionário Q<sub>2,4</sub>. Apresentaremos apenas o questionário Q<sub>2,1</sub>, em função da limitação de espaço.

Atividade 1 (Q<sub>2,1</sub>) – Respeitando as escolhas musicais

O objetivo era levantar a discussão sobre os gostos individuais quanto aos tipos de música, contrapondo a idéia de que a música que “não gosto” é uma forma de poluição sonora. A seguir apresentamos as questões com exemplos de respostas:

Tabela 2: Questionário Q<sub>2,1</sub>, com exemplos de resposta por questão.

<b>1. Quando a música é ruim?</b>	<b>Ident*</b>
“Quando a letra não expressa nada”	(78, Q <sub>2,1</sub> , 1)
“Acho que não existe música ruim, depende do gosto de cada um”	(80, Q <sub>2,1</sub> , 1)
“A música é ruim quando eu não gosto do estilo”	(148, Q <sub>2,1</sub> , 1)
“É algo complexo de se dizer, pois gosto é algo realmente indiscutível”	(114, Q <sub>2,1</sub> , 1)
<b>2. Como gosto é pessoal, será que existe outra forma que possibilite dizer que a música é ruim?</b>	
“Não, não há música ruim, e sim gostos diferentes sobre a música”	(189, Q <sub>2,1</sub> , 2)
“Não o gosto é realmente pessoal”	(189, Q <sub>2,1</sub> , 2)
“Não porque cada tipo de música tem quem gosta”	(146, Q <sub>2,1</sub> , 2)
“Sim quando gosto da música não me incomoda como o som esta saindo, se esta alto ou baixo para mim sempre é bom”	(84, Q <sub>2,1</sub> , 2)
<b>3. Ao escutar o ritmo musical que te agrada em casa ou, em um show ou, na balada, em algum momento ele te incomoda ou, se torna ruim?</b>	
“Não porque quando eu gosto da música, nunca vai me incomodar. Pode ser alto ou baixo eu sempre vou achar bom, só se eu estiver enjoada da musica.”	(199, Q <sub>2,1</sub> , 3)
“Não pois quando eu gosto do ritmo da música eu posso ouvi-la em qualquer situação e ela vai me agradar da mesma forma. Sim, mas quando é alto é bem melhor”	(147, Q <sub>2,1</sub> , 3)
“Em momento nenhum me incomoda pelo contrario quanto mais eu ouvir mais eu gosto e cada vez mais alto”	(117, Q <sub>2,1</sub> , 3)
<b>4. Ser “ruim” interfere na sua saúde?</b>	
“Não porque cada um gosta de um estilo de música, se eu não gostar eu saio de perto”	(204, Q <sub>2,1</sub> , 4)
“Não sei, se isto é possível. É claro que se a música é ruim, alegre não irei ficar”	(150, Q <sub>2,1</sub> , 4)
“Sim porque causa stress”	(158, Q <sub>2,1</sub> , 4)
“Acho que sim, interfere muito na parte emocional das pessoas”	(218, Q <sub>2,1</sub> , 4)

\*Identificação (aluno, questionário, questão)

Observe que as respostas levam sempre a ligação de poluição sonora com gosto musical, não aparecendo de forma nenhuma o alto nível sonoro da música como prejudicial à saúde auditiva e muito menos ao ouvido. A maioria dos estudantes utiliza apenas o *critério estético* para responder as questões e não tem consciência que a “música alta” prejudica sua saúde auditiva.

### Questionário pós-atividades e categorias

Ao final da aplicação das atividades coletamos alguns dados para avaliar se houve uma apropriação de conceitos significativa, modificações de atitudes, etc, através de um questionário (Q<sub>3</sub>) já utilizado em 2005 (BASTOS & MATTOS, 2006), com inserção de algumas perguntas (em letras maiúsculas, inseridas dentro do questionário), mas seguindo as categorias formuladas previamente baseadas nas percepções subjetivas, segundo os critérios: *estético*, *emocional* e *fisiológico*.

Ao analisar a parte escrita tínhamos a priori categorias que levam em conta o subjetivo em termos das percepções, segundo critérios: *estéticos*, *emocionais* e *fisiológicos*, elaborados antes da primeira aplicação do questionário em 2005 (Q<sub>1</sub>), e esperávamos que as respostas obtidas após as atividades se encaixassem nas mesmas. Mas verificamos através da análise que as questões adquiriram nova interpretação, que na maioria se distinguiram das obtidas em 2005, mesmo após segunda análise desses mesmos dados. Percebemos que nas respostas de algumas questões constavam características de dois critérios ao mesmo tempo, portanto decidimos

ampliar a categorização unindo as já existentes que estão explicitadas em detalhes na tabela 3. Na classificação das respostas, devido ao grande número, utilizamos cores para facilitar a identificação dos trechos das respostas em cada categoria.

Ao analisar as respostas foi necessário adotar alguns critérios de classificação, para entender a diferença de categorização entre os critérios estético ou emocional que, muitas vezes, nos remetem a algumas confusões. A palavra que mais é citada nos dados é “gosto”, portanto adotamos algumas regras, como por exemplo: Se a palavra “gosto” se referir a opinião do estudante quanto ao estilo de música, ou seja, ao seu gosto pessoal pelo ritmo musical, classificaremos como estético (amarelo). Mas se a palavra “gosto” for remetida a “curtição”, “agitação”, ao humor, ou seja, as sensações despertadas, classificamos como emocional (azul claro). Quando a palavra “gosto” vem seguida da citação valorativa do ambiente ou da ocasião a qual está se referindo, relacionando-o com sentimentos que o lugar ou a ocasião lhe proporciona, classificaremos como estética e emocional (cinza).

**Tabela 3: Explicação das categorias**

<b>Categoria (critérios)</b>	<b>Cor</b>	<b>Explicação</b>
Estético	Amarelo	Diz respeito as opiniões pessoais.
Emocional	Azul Claro	Diz respeito aos sentimentos, ao psicológico.
Fisiológico	Verde Claro	Diz respeito aos conhecimentos científicos relacionados à fisiologia.
Estético+Emocional	Cinza	Une as opiniões pessoais com os sentimentos
Estético+Fisiológico	Rosa	Utiliza os conhecimentos fisiológicos sem deixar de lado a opinião pessoal.
Emocional+Fisiológico	Vermelho	Utiliza os conhecimentos fisiológicos com os aspectos emocionais.
Emocional+Estético+Fisiológico (simultâneo)	Branco	Significa que os estudantes conseguem utilizar todos os critérios emocionais, fisiológicos e estéticos (sintetizar o conteúdo das atividades corretamente), de tal forma que sabem aplicá-los segundo o contexto.
Sem Categoria	Verde Escuro (Inconclusiva)	Diz respeito aos feitos e conseqüências que são praticados e que atingem a terceiros, ou a explicações idênticas a do texto.
	Azul escuro (Sem expressão)	Diz respeito às respostas incompletas, que não fornecem dados suficientes para classificá-los com base nos critérios adotados e demonstram o não entendimento do aluno.
	Marrom	Sem resposta

## **ANÁLISE DE DADOS**

Com essas novas categorias verificamos que algumas respostas demonstravam formato de síntese, ficando evidente o entendimento e a apropriação de conceitos mediante a aplicação das atividades. Portanto selecionamos dentre o questionário, algumas questões que levam ao aluno sintetizar o conteúdo visto nas atividades, gerando uma nova categoria, que é o patamar

máximo, pois engloba os três critérios ao mesmo tempo (branco), deixando claro que o aluno sabe diferenciar e utilizar os três critérios de acordo com o contexto, além de mostrar o seu entendimento quanto a importância da saúde auditiva. Portanto a categoria de cor branca só aparecerá nas questões 1, 9, 10, 12, 13 e 16, no qual neste artigo apenas estas serão explicitadas.

O questionário como instrumento de medida de perfis conceituais precisa ser construído tendo a perspectiva de remeter quem responde a um contexto específico no qual possamos avaliar o sentido do enunciado feito (VIGGIANO & MATTOS, 2007). Cada pergunta pode induzir o aluno a um determinado contexto, assim, buscamos, com as perguntas sínteses, saber se houve alguma mudança no perfil conceitual de poluição sonora dos estudantes, verificando se incluiu a dimensão epistemológica nas suas repostas.

**Tabela 4: Questionário Q3 com exemplos de resposta da questão 1, 9, 10, 12, 13 e 16.**

<b>(Q<sub>3,1</sub>): Quando a música alta é boa?</b>		
Esperávamos que os alunos respondessem que música alta nunca é boa, mas tivemos ambigüidade quanto a interpretação da pergunta, resultando em respostas diversas.		
Identificação*	Classificação	Resposta
95, Q <sub>3</sub> , 1	Est+Em+Fis	“Pra mim música alta nunca é boa, apesar se eu gostar da música alta, musica alta não é boa, porque faz mal a audição”.
170, Q <sub>3</sub> , 1	Est+Em+Fis	“Eu acho que a música alta nunca é uma boa opção, pois acaba sendo prejudicial a saúde”.
183, Q <sub>3</sub> , 1	Est+Fis	“A música alta é boa quando não incomoda o ouvido e você gosta da música”.
<b>(Q<sub>3,9</sub>): Como você classifica o som produzido por motor de carros, fábricas, etc? Esses sons podem ser comparados com a música QUE VOCÊ GOSTA em alta intensidade?</b>		
Queríamos verificar se os alunos compreenderam que mesmo que a música seja preferida ela é uma poluição sonora se escutada em alta intensidade.		
Identificação*	Classificação	Resposta
82, Q <sub>3</sub> , 9	Est+Em+Fis	“Sim porque ambos são poluição sonora, mesmo preferindo a música por ter ritmo e os carros e fábricas serem totalmente desalinhado, ambos fazem mal ao aparelho auditivos”.
187, Q <sub>3</sub> , 9	Est+Fis	“Estressante. Com certeza, porque mesmo sendo a música que gosto, me estressa ouvi-la muito alta”.
195, Q <sub>3</sub> , 9	Est+Em+Fis	“Sim porque tudo isso é uma poluição sonora e faz mal a saúde”.
<b>(Q<sub>3,10</sub>): A música pode ser classificada como poluição sonora? Em que situações? EXPLIQUE.</b>		
O objetivo é analisar se o aluno entendeu que música alta mesmo sendo a preferida, prejudica a audição e por consequência é poluição sonora.		
Identificação*	Classificação	Resposta
82, Q <sub>3</sub> , 10	Est+Em+Fis	“Sim quando ultrapassa o limite estabelecido pela organização da saúde de 65dB ou maior, e estando a essa intensidade por horas. Isso também é crime perante a lei do silêncio, mais conhecida como PSIU”.
196, Q <sub>3</sub> , 10	Est+Em+Fis	“Sim quando estão em um volume muito alto, em baladas,

		por exemplo, estamos prejudicando nossos ouvidos sem saber”.
58, Q <sub>3</sub> , 10	Est+Em+Fis	“Sim em situações em que ela é escutada com muito exagero”.
<b>(Q<sub>3</sub>,12): Você estabelece alguma relação entre música e poluição sonora? EXPLIQUE.</b>		
Tem o mesmo objetivo da questão 10, é apenas uma forma de cercar o problema e obter respostas mais conclusiva.		
Identificação*	Classificação	Resposta
203, Q <sub>3</sub> , 12	Est+Em+Fis	“Sim Uma música muito alta é uma poluição sonora”.
181, Q <sub>3</sub> , 12	Est+Em+Fis	“Sim porque a música com intensidade muito alta sabemos não faz bem o mesmo com a poluição sonora”.
118, Q <sub>3</sub> , 12	Est+Em+Fis	“A música quando colocada em volume muito alto é uma poluição sonora”.
<b>(Q<sub>3</sub>,13): Você estabelece relações entre física – audição – música – poluição sonora? EXPLIQUE.</b>		
Queremos analisar se a ponte realizada entre física, audição e poluição sonora foi apropriado pelos alunos.		
Identificação*	Classificação	Resposta
204, Q <sub>3</sub> , 13	Est+Em+Fis	“Sim porque musica em alto volume é poluição sonora e prejudica a audição e na física calcula a intensidade”.
169, Q <sub>3</sub> , 13	S/ expressão	“Sim só não sei explicar muito bem”.
150, Q <sub>3</sub> , 13	Inconclusiva	“Sim estão todos relacionados”.
<b>(Q<sub>3</sub>,16): OUVIR MÚSICA É SAUDÁVEL? – questão nova</b>		
Queremos verificar se o aluno utiliza os conceitos já vistos como critério para uma vida saudável.		
Identificação*	Classificação	Resposta
101, Q <sub>3</sub> , 16	Est+Em+Fis	“Depende da altura da música se ela estiver muito alta poderá prejudicar a sua saúde”.
154, Q <sub>3</sub> , 16	Em+Fis	“Depende da intensidade que for ouvida se for baixa, mentaliza, relaxa e influencia. Alta, irrita e prejudica a audição”.
198, Q <sub>3</sub> , 16	S/ expressão	“Sim em algumas ocasiões ela ajuda a acalmar, relaxar, a distrair, animar e esquecer as coisas”.

\*(aluno, questionário, questão / classificação)

Para categorizar algumas questões tivemos que analisar as posteriores e anteriores, pois em muitos casos as respostas eram curtas, sendo impossível classificar só com base na mesma. Devido, algumas questões apresentarem ambigüidades, tivemos muitas respostas diferentes, mas em alguma delas o aluno expressou entender o objetivo das atividades, possibilitando analisar se novas zonas do perfil foram criadas, além da dinâmica do perfil conceitual dos estudantes quanto ao conceito de poluição sonora. Em função da limitação de espaço optamos por não incluir os desenhos feitos pelos estudantes e dar apenas exemplos das descrições feitas.

**Tabela 5: Questionário Q3 com exemplos das descrições dos desenhos.**

19. Represente em um desenho a poluição sonora? (D <sub>3</sub> )
---

20. Descreva o seu desenho. Coloque as razões que te levaram a representar desta forma poluição sonora? (Dd <sub>3</sub> )	
Identificação*	Resposta
140, Dd <sub>3</sub>	“Bom, o meu desenho quer dizer que ouvindo música alta e principalmente com fones de ouvido causa danos a audição.”
82, Dd <sub>3</sub>	"Eu quis mostrar nesse desenho que não é os carros ou as fábricas que causam a poluição sonora, o carro, por exemplo, só faz barulho se o homem ligar, porque sozinho ele não produz ruídos, e nesse desenho quero mostrar, que até nosso planeta não agüenta mais os barulhos causado pelos homens, assim como nossos vizinhos os ET's”.

\*(aluno, descrição o desenho elaborado no questionário 3)

### Questionário de validação da pesquisa

Para validar e confirmar o resultado favorável na análise de dados, elaboramos um novo questionário (Q<sub>4</sub>). Este questionário foi aplicado no início do ano letivo de 2007, no período da manhã da Escola Estadual Germano Negrini em três turmas de terceiro ano, em um total de 86 alunos que faziam parte das quatro turmas do 2ºano do ensino médio incluindo apenas nove alunos que não tiveram contato com as atividades. O objetivo deste questionário Q<sub>4</sub> composto de 8 questões, foi de verificar se houve um amadurecimento dos estudantes com relação ao conteúdo desenvolvido nas atividades, e se realmente fez sentido, adquirindo um significado na sua vida. Neste trabalho apenas mostaremos a análise da última questão, seguindo também as categorias que se encontram na tabela 3.

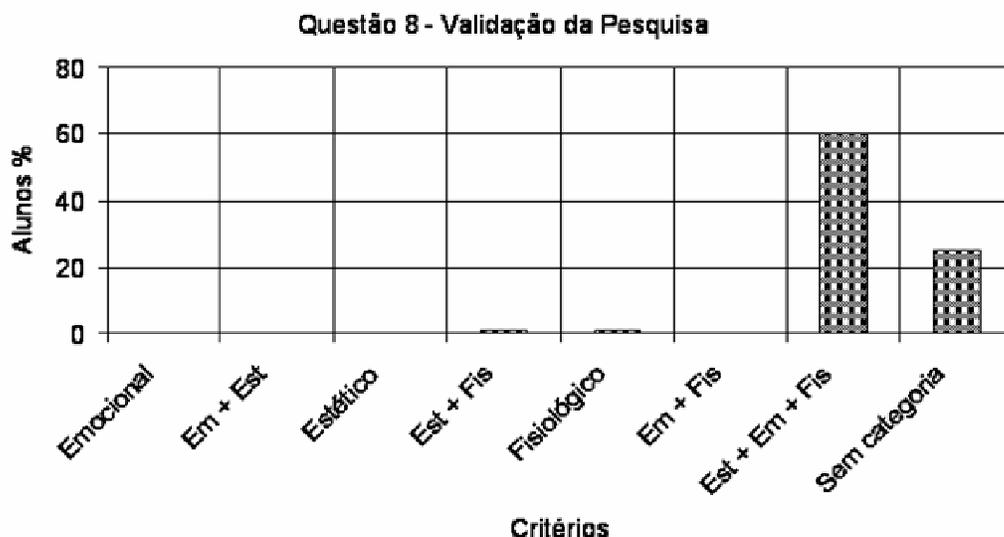
**Tabela 6: Questionário Q4 com exemplos de resposta da questão 8.**

Q <sub>4</sub> ,8. Complete a história utilizando: audição, nível sonoro, física, música, poluição sonora e saúde. Um indivíduo foi a uma balada...		
Identificação*	Classificação	Resposta
73, Q <sub>4</sub> , 8	Est+Em+Fis	“E a música estava muito alta. Depois de muito tempo na balada e de uma grande exposição a níveis sonoros elevados, ele foi para sua casa. Quando deitou para dormir percebeu que seu ouvido fazia um barulho estranho. Talvez ele não tivesse estudado física e não soubesse que exposto a música alta prejudicaria sua audição e sua saúde. Ou talvez pensasse que só porque a música o agradava, não fosse uma poluição sonora.”
158 Q <sub>4</sub> , 8	Est+Em+Fis	“No São Roque clube percebeu que o nível sonoro estava muito alto e que seria uma poluição sonora que era prejudicial a saúde chegando em casa percebeu que sua audição estava com um barulho estranho, parecia um zumbido por causa do som muito alto, lembrou da aula de física e disse a física ensina e previne”

\*(aluno, questionário, questão / classificação)

Observe que as idéias amadureceram com o tempo e os alunos falam com mais propriedade utilizando os conceitos vistos nas atividades e apresentam mudanças de atitude. A física fez diferença, fornecendo subsídios para que os alunos tenham critérios para levar uma vida auditiva saudável, É notável que a física pode através de seus conhecimentos unidos a outras áreas contribuir para prevenção a surdez.

Com as respostas dadas neste questionário posterior, percebemos resultados positivos na aplicação e condução das atividades na sala de aula. O gráfico abaixo (figura 1) mostra uma grande concentração de alunos enquadrados na categoria branco, significando que o mesmo consegue aplicar critérios emocionais, estéticos e fisiológicos dependendo do contexto de uso, de certa forma o aluno toma consciência de suas novas zonas do perfil.



**Figura 1:** Gráfico obtido pela questão 8 referente ao questionário 4.

## CONCLUSÃO

Durante a análise dos dados, criamos algumas categorias envolvendo critérios: estético, emocional e fisiológico elaborados posteriormente ao questionário 1, no qual se adequaram as respostas obtidas, mas ao analisar as respostas após a aplicação das atividades através do questionário 3, foi necessário adicionar novas categorias a partir da união dos critérios. Os alunos passaram a transitar entre os critérios incluindo o critério fisiológico, que foi mais enfatizado nas aulas, o que não causou abandono dos outros critérios, mas apenas originou uma nova zona do perfil conceitual. Do ponto de vista do modelo proposto, os estudantes alteraram o perfil conceitual anterior, enriquecendo seus critérios de julgamento com relação à poluição sonora.

Essa tomada de consciência trouxe aos alunos a possibilidade de discernir o que é “audiologicamente” saudável, aplicando os conteúdos escolares sem deixar de lado os critérios estéticos e emocionais, que já faziam parte da vida cotidiana dos indivíduos. Assim pudemos representar a dinâmica do perfil conceitual dos estudantes, a qual incluiu o trânsito entre as três dimensões do perfil: epistemológico, axiológico e ontológico. Certamente, em seu uso cotidiano, priorizam mais, uma ou outra dimensão, dependendo do contexto.

Com as atividades pudemos notar a dinâmica do perfil conceitual e a ativação das zonas que compõem o perfil de acordo com o contexto. Isto permite afirmar a necessidade do reconhecimento destas três dimensões no aprendizado do aluno. O ideal seria fazer com que o aluno tenha habilidade para transitar conscientemente entre essas dimensões, ou seja, que saiba selecionar o critério condizente com a situação, ou seja, chegar na terceira ordem de aprendizado (RODRIGUES & MATTOS, 2006).

Isto se dá quando os perfis conceituais referentes ao problema ligado a uma saúde auditiva se complexificam incluindo novas zonas hierarquicamente relacionadas com os perfis conceituais ligados ao conhecimento da física. É com essa malha conceitual intrincada que podemos “ver” com ajuda da física, aspectos do contexto que até então eram “invisíveis”. Essa integração mental surge quando apresentamos um conhecimento cotidiano complexificado, que serve de referência para o estudante compreender os diversos níveis hierárquicos com que pode ser representada a complexidade dos fenômenos do mundo. Assim, é através do enriquecimento do conhecimento cotidiano, através da introdução de elementos do conhecimento científico que percebemos novas ordens hierárquicas, novas representações, mais complexas. Isto não é, como

dissemos, considerar um conhecimento superior ao outro, mas a construção de um conhecimento escolar que ajude a compreender aspectos mais complexos do cotidiano. Por fim, nossa expectativa é a de que cada um destes conhecimentos esteja inserido no conhecimento escolar, para que o indivíduo consiga fazer a leitura do mundo de forma mais ampla e complexa.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. **Educação para uma discriminação auditiva**. In: X EPEF, Londrina - SP, 2006.
- BASTOS, P. W.; CAVALIERE, F. S.; MATTOS, C. R. **Interdisciplinaridade no Ensino de Física**. In: XVII SNEF, São Luis - MA, 2007.
- CHUNG, J.H ;EAVEY, R.D; MEUNIER, J; ROCHES, C.M. Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique, **Pediatrics**, v. 115, n.4, abr 2005.
- FERREIRA, M.S. **Triagem auditiva nas escolas**. <<http://www.pedagogobrasil.com.br/fonoaudiologia/triagemauditiva.htm>> [Acesso em 18 abr 2005].
- FOMER, R, L; **Why Aren't Hearing Conservation Practices Taught in Schools?** Oregon Hearing Research Center, Oregon Health & Science University, Portland, OR, nov 2004.
- GARCIA, J. E. **Hacia una teoria alternativa sobre los contenidos escolares**, 1998.
- GIORGI, S. Jovens correm o risco de ficar surdos. **Jornal Saúde**, 13 fev 2002.
- LAWSON, A. E. A better way to teach biology. **Am. Biology Teacher**, v.29, p. 266-278, 1988
- LAWSON, A.E. **Science teaching and development of thinking**. Belmont, CA: Wadsworth, 1995
- LAWSON, A. E., Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning pattern. **Journal of Biological Education**, v. 35,4), p.165-169, 2001, <http://www.IOB.ORG>
- LINDER, J. C. Understanding sound: so what is the problem? **Phys. Educ.**, 27, 258-264, 1992.
- LLAMAS, S.; OCTAVIO Y DE PRO BUENO, A. ?Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? **Enseñanza de las ciencias**, v.17 (2), p. 193-210, 1999
- MATTOS, C.R; FIEDLER-FERRARA, N. An epistemological framework for selections and organizations of school contents. Submitted to **Journal of Curriculum Studies**, 2006.
- MATTOS, C.R; FIEDLER-FERRARA, N. **Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade**, p. 119. In: VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. Atas .... São Paulo: SBF, 2002.
- MENEZES, P.L., NETO, S.C., MOTTA, A.M., **Biofísica da Audição**, p.77, 2005.
- MERINO, J.M. Some difficulties in teaching the properties of sounds. **Phys.Educ.**, 33, 101-104, 1998.
- MORTIMER, E.F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science & Education**, 4, 267-285, 1995.
- MUSHENO, B. V.; LAWSON, E. L. Effects of learning cycle and traditional on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels, **Journal of research in science teaching**, v.36, n.1, p. 23-37, 1999.
- RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Reflexões sobre a noção de significado em contexto**. Submetido ao V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo. Madri, 2006.
- RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Theoretical considerations about conceptual profile dinamic**. European Science Education Research Association Congress. Malmo – Suécia, 2007.
- UEMA, S.; FIEDLER-FERRARA, N. **Atividades curtas multi-abordagem no Ensino Médio: a dependência sensível às condições iniciais da Teoria do Caos determinístico**. Dissertação de mestrado, IFUSP/FEUSP. São Paulo, 2005.
- VIGGIANO, E; MATTOS, C.R. **A construção d um instrumento para o levamento do perfil conceitual de ensinar e aprender**. In: XVII SNEF – São Luís –MA, 2007.
- WANKAT, P; ORIOVICZ, F. Learning theories. **Teaching Engineering**; McGraw Hill, Inc.; 1996.