

FÍSICA E POLUIÇÃO SONORA: UMA PROPOSTA DE DINÂMICA DO PERFIL CONCEITUAL

PHYSICS AND SOUND POLLUTION: A PROPOSAL TO CONCEPTUAL PROFILE DYNAMIC

Patrícia Weishaupt Bastos¹

Cristiano Rodrigues de Mattos²

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

²USP/Instituto de Física, mattos@if.usp.br

Neste trabalho apresentamos evidências de que os conhecimentos da física podem ser utilizados como critérios para compreensão de aspectos de uma vida auditiva 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. Do resultado da aplicação de um conjunto de atividades com base no ciclo descritivo de aprendizagem de Lawson em uma Escola Estadual de Ensino Médio no interior do estado de São Paulo, fizemos uma análise para estudar a dinâmica do perfil conceitual. Mostramos que os estudantes passam a incluir em seus enunciados, o conhecimento físico, em contexto interdisciplinar na representação de problemas ligados à poluição sonora, como um critério que abrange as três dimensões: epistemológica, ontológica e axiológica para tomada de decisão no sentido de uma vida auditiva saudável.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, Saúde auditiva, Complexidade, poluição sonora, perfil conceitual.

Abstract

In this work we presented evidences that the knowledge of Physics could be used as criteria for understanding aspects of a healthy hearing life. We used an interdisciplinary approach relating the knowledge of Physics, Physiology of the audition and Phonoaudiology to complexity the instruments to interpret every day events. As result of the application activities based on Lawson descriptive learning cycle in a country public High School of São Paulo state, we did an analysis of the conceptual profile dynamics. Showed that students start to include, in their answers, the knowledge of Physics, in interdisciplinary context, in the representation of problems on the sound pollutions, as a criterion that include the three dimensions: epistemological, ontological and axiological, for decision making in a direction of a healthy hearing life.

Key-word: Interdisciplinarity, healthy hearing, complexity, sound pollution, conceptual profile.

Introdução

Apesar de nos últimos anos ter havido um crescimento vertiginoso do desenvolvimento tecnológico na acústica, houve, ao mesmo tempo, um aumento considerável dos índices de poluição sonora, principalmente nos centros urbanos. As soluções tecnológicas para a minimização da poluição sonora estão longe de superar hábitos arraigados e culturalmente ensinados aos jovens. Por exemplo, o som da música é um dos fenômenos mais importantes para a humanidade, fonte de inquietações, que fazem brotar sentimentos das mais diversas naturezas, revelando expressões profundas dos aspectos emocionais do homem (BLOOD *et al.* 1994, DAVIS, W. B. & THAUT 1997, KRUMHANSL 1997). Ao mesmo tempo estes sons têm revelado, no mundo moderno, sua face trágica. Atualmente podemos testemunhar, seja em escolas, ou mesmo nas ruas o hábito de jovens escutarem certos tipos de músicas em alta intensidade. A princípio o prejuízo à audição é reversível, mas sua repetição degrada a discriminação sonora do ouvido.

Atualmente não somos educados para uma discriminação auditiva. Os sons fazem parte de nossa vida, assim, ao aprendermos física seria adequado que esse conhecimento fosse conectado com nossa vida cotidiana, principalmente quando os problemas que enfrentamos se referem a nossa saúde. Desse ponto de vista os conhecimentos da física podem ser tomados como critério nas tomadas de decisão 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. Queremos verificar se 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. 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.

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. Do nosso ponto de vista atitudes relativas à preservação auditiva deveriam ser implementadas nas escolas assim como os programas anti-fumo, anti-drogas, ou de esclarecimento de doenças transmissíveis (FOMER, 2004).

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 à 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 consequências 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 abordada não é explorada em muitos detalhes na escola. 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). 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, que pode ser considerado com 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 (2006, 2007), na qual o perfil conceitual é composto por dimensões associadas aos aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos, que estão ligadas 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 para 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).

Das quatro hipóteses propostas por Garcia (1998) com relação à integração do conhecimento cotidiano, escolar e científico adotamos 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. Com essa hipótese, segundo Garcia (1998), adotamos um princípio de complementaridade frente à dicotomia conhecimentos cotidianos/científicos. Ele propõe a interação e evolução conjunta de ambas as formas de conhecimento, frente à dicotomia conhecimento gerais/específicos e 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 compreensão mais aguda 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, requerem, 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 (FIEDLER-FERRARA & MATTOS, 2002).

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, as atividades curtas de multi-abordagem (UEMA, 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.

A inserção do conteúdo de ondas e acústica por meio de atividades de multi-abordagens, com uma perspectiva interdisciplinar e complexificadora dos problemas cotidianos ligado a este conteúdo, permitiram 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.

Desenho de pesquisa

A pesquisa foi realizada na Escola Estadual Professor Germano Negrini, na cidade de São Roque, no interior do estado de São Paulo. A amostra selecionada é composta por 236 alunos do ensino médio do período da manhã, cujas idades variam entre 15 e 20 anos de idade. Das turmas, apenas uma foi avaliada durante todos os 3 anos que duraram a pesquisa. Na tabela 1 a seguir resumidamente identificamos numericamente os grupos de estudantes por turma, ano e avaliação (questionários). A metodologia está em detalhes em Bastos (2007).

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

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

*14 alunos mudaram de escola ou período. **86 alunos (alguns mudaram de período ou são novos).

Nas turmas 3°C e 3°A de 2005, realizamos um levantamento das concepções prévias dos estudantes sobre *poluição sonora*. O levantamento se deu por meio de um questionário (Q₀) e um desenho (D₀) seguido de sua respectiva descrição (Dd₀). Como resultado, estabelecemos algumas categorias de análise para investigar o conceito de poluição sonora. Na turma 1°C de 2005, aplicamos um questionário (Q₁) focalizando as percepções subjetivas com relação à poluição sonora. Dividimos o questionário em grupos: um de questões categorizadas por 3 critérios: *emocional*, *estético* e *fisiológico* e outro grupo de questões para levantar os conhecimentos prévios e a representação imagética do conceito (D₁) agora sem descrição. As repostas à D₁ foram categorizadas com base nas categorias levantadas em D₀, sendo esta análise essencial para construção das atividades (BASTOS & MATTOS, 2006).

Estrutura da intervenção

As atividades foram construídas visando não abranger muitas aulas. As atividades 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 em quatro turmas de segunda série (104 alunos) e em duas turmas de terceira série (62 alunos), totalizando uma amostra total de 166 alunos. Todos os estudantes freqüentavam a escola no período da manhã. As atividades foram aplicadas no 4º bimestre de 2006 (vide tabela 1). A professora que aplicou as atividades foi à própria pesquisadora.

Tabela 2: Atividades por ciclos de ciclos e as respectivas tomadas de dado.

Ciclo: Exploração

Atividade	Título	Sub-ciclo	Questionário
1	Respeitando as escolhas musicais	Exploração	(Q _{2,1})
2	O conceito de saúde	Introdução do Conceito	(Q _{2,2})
3	Tipos de Poluição	Aplicação do conceito	(Q _{2,3})

Ciclo: Introdução do Conceito

Atividade	Título	Sub-ciclo	Questionário
4	Nível sonoro	Exploração	(Q _{2,4})
5	Ondas Sonoras e o aparelho auditivo	Introdução do Conceito	
6	Fisiologia da audição	Aplicação do conceito	

Ciclo: Aplicação do conceito

Atividade	Título	Sub-ciclo	Questionário
7	Poluição Sonora	Exploração	
8	Sons musicais e ruídos	Introdução do C onceito	
9	Como cuidar da sua saúde auditiva	Aplicação do conceito	
10	Avaliação		(Q ₃)

Conforme a tabela 2, na atividade 1 foi aplicado o questionário de Q_{2,1}, que se refere ao questionário 2 aplicado na atividade 1. Na atividade 2 chamamos o questionário de Q_{2,2}, na atividade 3 foi aplicado o questionário Q_{2,3} e na atividade 4, o questionário Q_{2,4}. O objetivo do questionário Q_{2,1} era levantar a discussão sobre os gostos individuais quanto aos tipos de música, contrapondo a idéia, já levantada, de que a música que “não gosto” é uma forma de poluição sonora. As respostas indicam 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 um *critério estético* para responder as questões, sem consciência dos malefícios da “música alta” (BASTOS & MATTOS, 2007). O objetivo do questionário Q_{2,2} não foi de aprofundar e analisar os vários conceitos de saúde encontrados na literatura, mas apenas mostrar ao aluno a complexidade que permeia a definição de saúde. O objetivo do questionário Q_{2,3} era analisar se o aluno começa estabelecer algumas relações entre poluição sonora e “música alta”. O objetivo do questionário Q_{2,4} era analisar se o aluno começa estabelecer algumas entre física, música e a poluição sonora. As atividades estão descritas em detalhes em Bastose Mattos (2007).

Questionário pós-atividades e categorias

Ao final da intervenção coletamos alguns dados para avaliar se houve uma apropriação significativa dos conceitos abordados por meio de um questionário (Q₃),

em parte já utilizado em 2005 no questionário Q₁ (BASTOS & MATTOS, 2006). Foram inseridas algumas perguntas, porém a estrutura do questionário seguia agora as categorias previamente formuladas.

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 (Q₁), e esperávamos que as respostas obtidas após as atividades se encaixassem nas mesmas. Mas verificamos, por meio da análise, que as questões foram interpretadas de outras formas, distintas da realizada em 2005. Percebemos que nas respostas de algumas questões eram usadas, simultaneamente, dois ou mais critérios. Portanto decidimos ampliar a categorização dando voz a essa superposição (tabela 3). A nomeação das categorias com cores se deveu ao fato de que colorir os trechos das respostas transcritas dos estudantes facilitava a identificação da categoria na grande quantidade de dados obtidos.

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, se confundiam com as expressões utilizadas. Por exemplo, um das palavras mais citadas nos dados é “gosto”, a qual era usada de maneira polissêmica. Assim, adotamos algumas regras: se a palavra “gosto” se referisse a opinião do estudante quanto ao estilo de música, ou seja, ao seu gosto pessoal pelo ritmo musical, classificamos 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, classificamos como estética e emocional (cinza).

Tabela 3: Explicação das categorias

Categoria (critérios)	Cor	Explicação
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	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 (s/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 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, englobando os três critérios básicos ao mesmo tempo (branco). Nessa categoria fica claro que o aluno sabe diferenciar e utilizar os três critérios de acordo com o contexto, inclusive mostrar o seu entendimento com relação à importância da saúde auditiva. Identificamos 5 questões síntese (1, 9, 10, 12 e 13), mas, nesse trabalho, em função da limitação de espaço, apresentaremos em um gráfico apenas duas delas (10 e 12).

Tabela 4: Questões síntese do questionário Q₃ e seus respectivos objetivos.

Questão	Objetivo
(Q ₃ ,1): Quando a música alta é boa?	Esperávamos que os alunos respondessem que música alta nunca é boa, mas tivemos ambigüidade quanto à interpretação da pergunta, resultando em respostas diversas.
(Q ₃ ,9): 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?	Queríamos verificar se os alunos compreenderam que mesmo que a música seja preferida ela é uma poluição sonora se escutada em alta intensidade.
(Q ₃ ,10): A música pode ser classificada como poluição sonora? Em que situações? Explique.	O objetivo é analisar se o aluno entendeu que música alta mesmo sendo a preferida, prejudica a audição e por consequência é poluição sonora.
(Q ₃ ,12): Você estabelece alguma relação entre música e poluição sonora? Explique.	Tem o mesmo objetivo da questão 10, é apenas uma forma de cercar o problema e obter respostas mais conclusiva.
(Q ₃ ,13): Você estabelece relações entre física – audição – música – poluição sonora? Explique.	Queremos analisar se a ponte realizada entre física, audição e poluição sonora foi apropriada pelos alunos.

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 realizado (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. Várias questões deixam o contexto aberto, permitindo aos estudantes definir o contexto de sua resposta. Essa característica se manifesta na diversidade de respostas, dificultando a análise do critério utilizado pelo estudante no contexto que ele escolheu na sua interpretação da questão. Observe alguns exemplos de análise segundo as dimensões do perfil conceitual:

138, Q ₃ , 1	“A música alta pode ser até boa para o gosto, mas não para o ouvido, quando alta demais pode causar danos irreversíveis ao ouvido”.	Est+Em+Fis
-------------------------	---	------------

A novidade nesta resposta é o destaque na dimensão epistemológica quando enuncia que a “música alta” (ontológica) não é boa para o ouvido, pois causa “danos irreversíveis” (epistemológica). Apesar disso, expressa claramente a qualidade de música que, apesar das ressalvas epistemológicas, pode ser “boa” (axiológico).

143, Q ₃ , 1	“Não é saudável, mas se a música for do meu gosto eu escuto”.	Fis + Est
-------------------------	---	-----------

Notamos a presença da dimensão epistemológica, pois o aluno se posiciona quanto à saúde (“não é saudável”), mas não abandona a dimensão ontológica, levando em consideração o gosto pessoal. Entretanto, aqui, o critério estético pode cumprir duas funções, a ontológica (“se a música for” de tal natureza) e axiológica (“do meu gosto”).

93, Q ₃ , 9	“Chato incomoda e podem ser comparados com a música que gosto de ouvir pois ambos em volume alto prejudicam meu ouvido”.	Est+Em+Fis
------------------------	--	------------

Neste caso, podem ser identificadas as três dimensões: a epistemológica (“prejudicam meu ouvido”), ontológica (“Chato incomoda”) e axiológica (“Chato incomoda” e “gosto de ouvir”).

96, Q ₃ , 12	“Sim a música em um volume alto se torna poluição sonora”.	Est+Em+Fis
-------------------------	--	------------

Se analisarmos suas respostas nas questões anteriores, podemos identificar que, dependendo do contexto, as dimensões utilizadas variam, mas de modo geral, o aluno acaba por se utilizar de todas as dimensões. Assim, contabilizamos as repostas da amostra e fizemos uma comparação com um estado inicial típico. Ou seja, para construção dos gráficos, adotamos a classe “2°C antes” (que na verdade é a turma 1°C em 2005) como padrão de comparação, tendo como hipótese que, muito provavelmente, que todos os estudantes estavam em estado semelhante aos da turma “2°C(a)” antes da intervenção. Assim, nos permitimos fazer essa comparação. Nos gráficos a seguir comparamos as categorias utilizadas pela turma “2°C antes” (“2°C(a)”) com a porcentagem média de todas as outras turmas (“Total” - que inclui a turma 2°C depois da intervenção). Isto nos permite ter um indício da dinâmica do perfil conceitual após a aplicação das atividades.

Nas questões 10 e 12, restringimos a escolha de contexto do aluno, e o levamos a ter que utilizar não somente os critérios estéticos e emocionais, mas os critérios fisiológicos vistos nas atividades, resultando em um número maior de alunos classificados na união dos três critérios (vide figura 1 e 2). Estas perguntas enfocam diretamente o conteúdo das atividades e remetem o aluno ao contexto que desejamos para avaliar se houve a criação de novas zonas o perfil conceitual do aluno. 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.

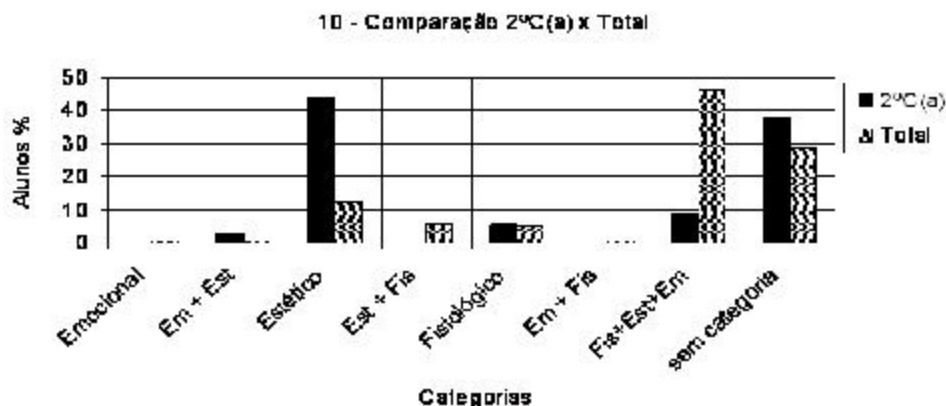


Figura 1: Gráfico das categorias encontradas nas respostas da questão 10. Comparação entre a turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades).

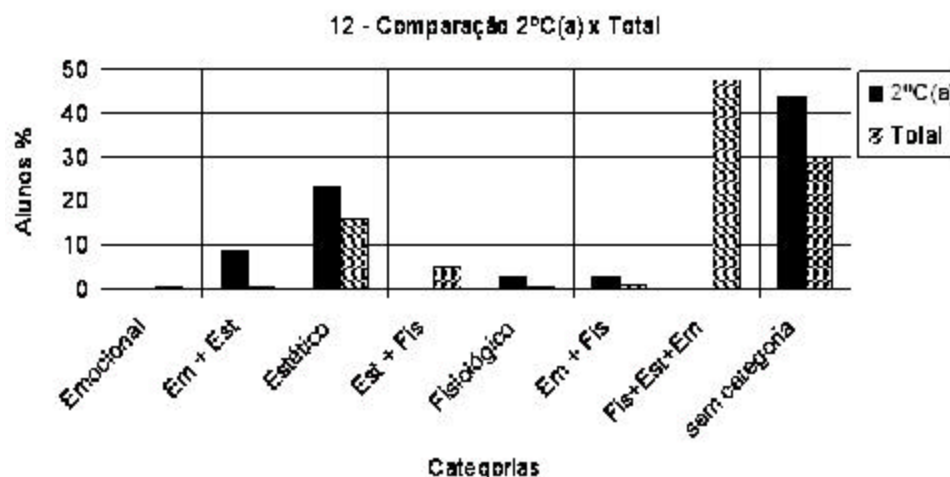


Figura 2: Gráfico das categorias encontradas nas respostas da questão 12. Comparação entre a turma 2^oC (antes) com o total de alunos (após as atividades).

Questionário de validação da pesquisa

Para validar e confirmar o resultado favorável na análise de dados, elaboramos outro questionário (Q₄). 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 2^o ano do ensino médio incluindo apenas nove alunos que não tiveram contato com as atividades. O objetivo deste questionário Q₄ composto de 8 questões foi de verificar se houve um amadurecimento dos estudantes com relação ao conteúdo desenvolvido nas atividades. Neste trabalho mostraremos apenas a análise da última questão, no qual pedia ao estudante para completar uma história que começava com a seguinte sentença: "Complete a história utilizando: audição, nível sonoro, física, música, poluição sonora e saúde. Um indivíduo foi a uma balada..."

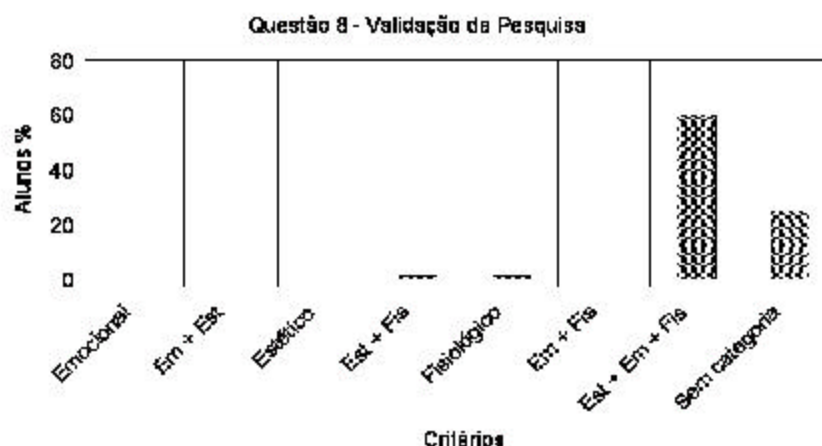


Figura 3: Gráfico obtido pela questão 8 referente ao questionário 4.

Observamos durante a análise que as expressões relativas às questões da relação entre poluição sonora, física e saúde amadureceram com o tempo. As sentenças foram construídas com mais propriedade utilizando os conceitos vistos nas atividades. O gráfico da figura 3 mostra uma grande concentração de alunos

enquadrados na categoria “branco”, significando que o mesmo consegue aplicar critérios *emocionais*, *estéticos* e *fisiológicos* adequadamente, dependendo do contexto de uso, de certa forma o aluno toma consciência de suas novas zonas do perfil.

Conclusão

Durante a análise dos dados, criamos algumas categorias envolvendo critérios: *estético*, *emocional* e *fisiológico* elaborados posteriormente ao questionário 1, no qual se adequaram às 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 novas zonas 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 sua vida cotidiana. 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, que saiba selecionar o critério condizente com a situação, ou seja, chegar à terceira ordem de aprendizado (RODRIGUES & MATTOS, 2006).

Esta perspectiva engatilha novos trabalhos de pesquisa, cujos objetivos são o de estudar como se dá a dinâmica do perfil conceitual, considerando as relações entre as zonas do perfil conceitual e seu contexto de uso. Além disso, é necessário compreender como as dimensões: epistemológica, ontológica e axiológica compõem o perfil conceitual e quais são os seus papéis no aprendizado dos conceitos, em particular, dos conceitos científicos.

Com este trabalho de pesquisa tivemos alguns indícios de como se dá o processo dinâmico de inclusão de novas zonas do perfil conceitual. Pretendemos, posteriormente, analisar esta dinâmica não somente por meio de critérios estéticos, emocionais ou fisiológicos, mas relacioná-los com categorias mais amplas que possam ser representadas pelas dimensões axiológicas, epistemológicas e ontológicas, as quais pertencem ao modelo de perfil conceitual que utilizamos.

Avançamos um pouco nesta tentativa de representar o perfil conceitual relacionando suas dimensões com os critérios aqui utilizados. Para melhor compreensão decidimos elaborar uma representação geométrica das dimensões do perfil conceitual, seguindo as cores utilizadas para classificação do questionário 1, mas que permita visualizar de maneira simplificada as relações entre os critérios e as dimensões (figura 4).

É claro, que as transições entre os critérios/dimensões não são delimitadas precisamente como no desenho da figura 4 Sabemos que uma representação que

exibisse a transição de cores como um degrade contínuo, representaria de forma mais geral os contínuos níveis hierárquicos das zonas do perfil conceitual dos indivíduos. Nossa intenção não é apenas trocar o nome estético por ontológico, fisiológico por epistemológico e emocional por axiológico, mas de certa forma mostrar que a toda tomada de decisão feita por um indivíduo, é feita mediante um contexto, que pode, também, ser relacionado às três dimensões do perfil conceitual.



Figura 4 : Representação Geométrica das Dimensões do Perfil Conceitual.

Ou seja, pretendemos que o modelo de perfil conceitual, composto por suas 3 dimensões, represente de alguma forma a complexidade do mundo. E, tal mundo, como sistema complexo nos é apresentado, sempre, como uma composição destas dimensões. Não nos interessa, simplesmente, apontar em que momento um indivíduo faz um enunciado ou toma uma decisão baseado apenas em um dos eixos, seja ele axiológico ou ontológico.

Em determinada situação, as ações comunicativas dos indivíduos podem estar mais carregadas de uma das dimensões. As ordens de aprendizado nos permitem compreender como um enunciado pode ser feito sem consciência de sua ressonância com o contexto no qual o enunciador está inserido. Entretanto, mesmo que atinja a terceira ordem de aprendizado, na qual o enunciador tem plena noção das zonas do perfil que está usando, não entendemos que este enunciado possa estar projetado em apenas uma das dimensões que compõe o perfil conceitual do indivíduo.

Referência bibliográfica

- BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. **Educação para uma discriminação auditiva**. In: X EPEF, Londrina – S.P., 2006.
- BASTOS, P. W.; MATTOS, C. R. **Física para uma saúde auditiva**. In: VI ENPEC, Florianópolis – S.C., 2007.
- BASTOS, P. W.; CAVALIERE, F. S.; MATTOS, C. R. **Interdisciplinaridade no Ensino de Física**. In: XVII SNEF, São Luis – M.A., 2007.
- BASTOS, P. W., MATTOS, C. R., **Física para uma discriminação auditiva**. Dissertação de Mestrado, IFUSP/FEUSP; São Paulo, 2007.
- BLOOD, A.J., ZATORRE, R.J., BERMUDEZ P. and EVANS A.C. Emotional responses to pleasant and unpleasant music correlate with activity in paralimbic brain regions. **Nature Neuroscience**, v. 2, n.4, p.382-287, april, 1999.

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.

DAVIS, W. B.; THAUT, M. H. The influence of preferred relaxing music on measures of state anxiety, relaxation, and physiological responses. **Journal Music Ther**, v.26, p.168–187, 1989.

FERREIRA, M. S. **Triagem auditiva nas escolas**. <<http://www.pedagobrasil.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**. Díada Editora S. L., 1998.

GIORGI, S. Jovens correm o risco de ficar surdos. **Jornal Saúde**, 13 fev. 2002.

KRUMHANS, C. L. An exploratory study of musical emotions and psychophysiology. **Can. J. Exp. Psychol**, n. 51, p.336–352, 1997.

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.

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. **Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade**, p. 119. In: VIII Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física, 2002, Águas de Lindóia. São Paulo: SBF, 2002.

MENEZES, P. L., NETO, S. C., MOTTA, A. M., **Biofísica da Audição**. Ed. Lovise, 2005.

MORTIMER, E. F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science & Education**, 4, 267-285, 1995.

RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Reflexões sobre a noção de significado em contexto**. Submetido ao V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa. Madri, 2006.

RODRIGUES, A. M.; MATTOS, C. R. **Theoretical considerations about conceptual profile dynamic**. European Science Education Research Association Congress. Malmö – 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 de um instrumento para o levantamento do perfil conceitual de ensinar e aprender**. In: XVII SNEF – São Luís –MA, 2007.