Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências
Vol. 9 Nº 3, 2009

Física para uma saúde auditiva

Physics for a health hearing

Patrícia Weishaupt Bastos
Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - USP
weishbastos@bol.com.br

Cristiano Rodrigues de Mattos
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. Ao longo deste trabalho expomos os resultados de uma intervenção, que foi aplicada 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 como um critério para tomada de decisão no sentido de uma vida auditiva saudável. Os resultados indicam uma apropriação de um conhecimento interdisciplinar na representação de problemas ligados à poluição sonora, revelando uma dinâmica do seu perfil conceitual.

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

Abstract

In this work we presented evidences that the knowledge of Physics could be used as criterion for understanding aspects of a healthy life. We used an interdisciplinary approach relating knowledge of Physics, Physiology of hearing and Phonoaudiology to complexify the reading instruments of daily life events. In the course of this work we expose the

results of an intervention, which was applied in a public High School in São Paulo. We developed activities based on Lawson's descriptive learning cycle, using its three phases: exploration, concept introduction and concept application. As result, we showed that students started to include in their utterances the knowledge of Physics as a criterion for decision making for a healthy hearing life. The results indicate the appropriation of interdisciplinary knowledge when representing problems related with sound pollution, revealing its conceptual profile dynamic.

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

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 (*pendrives*, *ipods*, *walkman,* celulares 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 a 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 à 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, antidrogas, 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 *et al*., 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). Desses os 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 *et al*., 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 (SAURA LLAMAS & 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

Para dar conta da representação que os estudantes tinham antes, durante e depois da intervenção, tomamos como referencial teórico à noção de perfil conceitual (MORTIMER, 1995, 2000; RODRIGUES & MATTOS, 2007a, 2007b), ao mesmo tempo, para representar o tipo de conhecimento que organizamos e apresentamos nas atividades foi necessário recorrer aos conceitos de interdisciplinaridade e complexificação. Aqui nos basearemos no trabalho de Fiedler-Ferrara e Mattos (2002) para fundamentar a noção de interdisciplinaridade, enquanto usamos Garcia (1998) para dar suporte à noção de complexificação do conhecimento. A seguir apresentaremos cada um destes referenciais.

O perfil conceitual é a representação cognitiva de um conceito. Um perfil conceitual tem diversas zonas, as quais representam as diversas formas como um determinado conceito é usado por um indivíduo (MORTIMER, 1995). Entretanto usamos a noção de perfil conceitual conforme Rodrigues & Mattos (2007b), na qual 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.

A aprendizagem, neste quadro, pode ser entendida como uma evolução do perfil conceitual. Tratamos o perfil conceitual como uma representação de um sistema complexo, o mundo vivencial. Porém, como recorte de um sistema complexo, o perfil conceitual pode ser considerado um subsistema, também, complexo. Assim, para entender a aprendizagem

como dinâmica do perfil conceitual, é necessário estudar como se formam 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).

Garcia (1998) 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) adota um princípio de complementaridade, 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.

Assim, devemos possibilitar ao aluno que construa por meio 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 com o conhecimento científico (GARCIA, 1998).

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 a ele 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 (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. Cremos 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.

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 aos 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 a 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 em vigor 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.. Dessa forma permite que um número maior de alunos participe e se interesse em função das suas diferentes habilidades e interesses. Diferentemente do que ocorre com ums metodologia monológica. Construímos um total de nove atividades com duração de cinqüenta minutos. Assim, se fez necessário nomeá-las de "atividades de multi-abordagens", desconsiderando "curtas" do seu nome original. No contexto apresentado por Uema (2005), as atividades tinham duração curtas e o total das atividades não ultrapassava quatro horas de duração.

Metodologia de pesquisa

Desenho da pesquisa e descrição da amostra

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. Esta escola atende a demanda de alunos de vários bairros da cidade, com diversas condições financeiras, mas em geral são alunos que possuem baixo poder aquisitivo. Ao mesmo tempo apresentam padrão de consumo suficiente para desfrutar de bens como *pendrives, ipods, walkman*, celulares etc[1].

A escola se localiza em uma avenida a beira da Rodovia Raposo Tavares, que por ser uma rodovia movimentada apresenta ruído intenso, atrapalhando algumas atividades comunicativas na escola. Outro agravante com relação à poluição sonora foi identificado no hábito dos estudantes de ouvir músicas, em seus aparelhos, em alta intensidade no horário do intervalo e durante as aulas. Os alunos abusam na intensidade ao comandar o

[1] Estas informações foram obtidas na condição de professora, por meio de relatos pessoais dos estudantes durante minha convivência com eles ao longo dos últimos 5 anos em que sou professora na escola.

aparelho de som no pátio, e ao invés de conversarem normalmente, precisam gritar para se comunicar.

A amostra foi composta de três turmas em 2005 (dois terceiros anos e um primeiro ano do ensino médio) e seis turmas em 2006 (quatro segundos e dois terceiros). Assim, amostra total é composta por 150 alunos, cujas idades variam entre 15 e 20 anos de idade. Todos os estudantes freqüentavam a escola no período da manhã, das 7h às 12h e 15min.

Na tabela 3.1 apresentamos a numeração atribuída a cada estudante, de modo que pudéssemos identificá-los ao longo de todo período da pesquisa. Optamos por aplicar os questionários em várias turmas para reduzir a margem de erro na classificação dos dados segundo as categorias formuladas.

Ano	Identificação dos alunos	Turma	Questionário
2005	1 ao 21	3ºC	Q_0
2005	22 ao 43	3ºA	D_0, Dd_0
2005	44 ao 77	1ºC (2ºC antes)	Q_1, D_1
2006	185 ao 212	2ºA	Q_3, D_3, Dd_3
2006	157 ao 184	2ºB	Q_3, D_3, Dd_3
2006	(44 ao 77), 213 ao 220, 222	2ºC*	Q_3, D_3, Dd_3
2006	136 ao 156	2ºD	Q_3, D_3, Dd_3
2006	106 ao 135	3ºA	Q_3, D_3, Dd_3
2006	78 ao105	3ºB	Q_3, D_3, Dd_3

*14 alunos mudaram de escola ou período.

Tabela 3.1: Identificação dos alunos para citação no decorrer do trabalho

Conforme a tabela 3.1 o trabalho de pesquisa foi realizado nos anos de 2005 e 2006. Fizemos nosso primeiro levantamento sobre o conceito de poluição sonora no 3º bimestre de 2005, procurando delimitar as representações prévias dos estudantes por meio de um questionário (Q_0) com cinco questões e por meio de uma ilustração (D_0) e sua descrição (Dd_0). No 4º bimestre de 2005, utilizando os dados obtidos no primeiro questionário realizamos outro questionário (Q_1), agora com 18 questões focalizando as percepções subjetivas dos estudantes. Além de Q_1 solicitamos aos estudantes que fizessem uma ilustração (D_1). O questionário (Q_1) tinha questões divididas em 3 categorias, correspondentes aos critérios emocional, estético e fisiológico. Ao fim das atividades fizemos uma avaliação com um questionário (Q_3) com 20 questões, das quais algumas já haviam sido aplicadas em (Q_1). Além de Q_3 foram feitas ilustrações (D_3) e suas respectivas descrições (Dd_3) sobre poluição sonora.

Chamamos de "2ºC antes" a turma "1ºC", pois em alguns momentos comparamos os mesmo alunos em períodos diferentes da pesquisa. Esta turma além de ter passado por

todos os estágios da pesquisa, dando uma noção da dinâmica das representações dos estudantes ao longo da intervenção, foi a única a ser submetida ao questionário prévio Q_1 e a atividade D_1. Esta turma nos dá baliza para realizar, também, algumas comparações com as outras turmas que participaram da pesquisa no ano de 2006. Os resultados corroboram a idéia de que novas zonas de perfil conceitual foram incorporadas ao longo da intervenção realizada.

Construção 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 no 4° bimestre de 2006 em quatro turmas de segunda série (104 alunos) e em duas turmas de terceira série (62 alunos), totalizando uma amostra de 166 alunos (vide tabela 3.1). Na tabela 3.2, a seguir apresentamos um esquema de como construímos as atividades segundo o ciclo de Lawson:

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)
Avaliação		
Atividade 10	Questionário (Q_3)	No quadro geral é o **Q_1** acrescido de algumas modificações, incluindo representação imagética (D_3), mais descrição da representação (Dd_3).

Tabela 3.2: Conteúdo Programático das atividades

Primeiro ciclo de atividades – Exploração do conceito

- Atividade 1: *Respeitando as escolhas musicais* (Exploração do conceito): O objetivo era levantar a discussão sobre os gostos individuais quanto a tipos de música, contrapondo a idéia de que a música que "não gosto" é uma forma de poluição sonora.

- Atividade 2: *O conceito de saúde* (Introdução ao conceito): Buscamos discutir sobre o conceito de saúde, no qual é muito deturpado devido à atenção ser maior a doenças

contagiosas, degenerativas, etc., sem muito comentar sobre a audição. A intenção 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[2].

- Atividade 3: *Tipos de Poluição* (Aplicação do conceito): Teve o intuito de apresentar as conseqüências dos vários tipos de poluição para o meio ambiente, mas sem levar a conclusão pronta para o aluno, mas fazê-lo unir saúde e poluição, claro que ressaltando a poluição sonora, no qual começamos a estabelecer algumas relações com "música alta".

Segundo ciclo de atividades – Introdução ao conceito

- Atividade 4: *Nível sonoro* (Exploração do conceito): Passamos a encarar o tema poluição sonora de frente, explorando formas de medir a poluição sonora e de diagnósticos relacionados a possíveis problemas auditivos, causados pela exposição à poluição sonora ou em casos de nascença. Nesta atividade começamos a estabelecer as relações da física com a música e a poluição sonora, utilizando e analisando o resultado de um teste de audiometria e explorando alguns conceitos físicos básicos de ondas e acústica.

- Atividade 5: *Ondas Sonoras e o aparelho auditivo* (Introdução do conceito): Fornecemos todos os conceitos físicos relacionados às ondas sonoras e interação com o ouvido, utilizando simples experiências. Nesta atividade realizamos demonstrações ilustrando como é o funcionamento da membrana timpânica e como vibra ao receber uma onda sonora utilizando um equipamento simples construído com material reciclável e um mais elaborado com um potenciômetro para visualizar melhor os modos de vibração normal

- Atividade 6: *Fisiologia da audição* (Aplicação do conceito): Levamos os alunos à aplicação da física no funcionamento do aparelho auditivo. Nesta aula foi utilizado o *data-show* para apresentação de uma simulação da onda sonora se propagando no ouvido, enfatizando o mecanismo de alavanca e a relação hidráulica.

Com está atividade fechamos o segundo sub-ciclo, no qual observamos alguns avanços na utilização dos conceitos pelos alunos através de suas indagações e argumentos.

Terceiro ciclo de atividades – Aplicação do conceito

- Atividade 7: *Poluição Sonora* (Exploração): Utilizamos reportagens que mostram várias fontes de poluição sonora, mas que enfatizam a música em alta intensidade como a maior vilã da perda induzida pelo ruído. Durante esta aula a professora se manteve apenas como observadora sem interferir durante a leitura do texto, sendo assim os alunos exploraram o texto e realizam uma síntese dos pontos que mais lhes chamaram atenção.

- Atividade 8: *Sons musicais e ruídos* (Introdução de conceitos): Apresentamos a definição de ruído e as lesões que podem ocorrer no ouvido com a exposição em níveis sonoros inadequados, o que fez os alunos refletirem sobre as possíveis alterações ocorridas no ouvido após sair de um show, balada, escutar com fone de ouvido, causando apreensão e curiosidade em saber mais a respeito.

- Atividade 9: *Como cuidar da sua saúde auditiva?* (Aplicação do conceito): Apresentamos algumas "dicas" de como preservar a audição e aplicar o todo o conteúdo das atividades anteriores no seu cotidiano para que se previnam contra a surdez

[2] Como exemplo da dificuldade de definir "saúde" apresentamos a definição dada pela Organização Mundial da saúde é a seguinte: "Saúde é o estado de complete bem-estar físico, mental e social e não meramente a ausência de doença ou enfermidade. (OMS, 1946)

Avaliação

- Atividade 10: *Avaliação*: Nosso objetivo com esta atividade foi o de avaliar a dinâmica do perfil conceitual. Aplicamos o questionário Q_3, equivalente ao Q_1 com algumas poucas alterações.

Questionários e análise de dados

Nesta seção apresentaremos todos os questionários aplicados e suas respectivas categorizações, que compõem de questionário: preliminar, durante as atividades e após as atividades.

Categorias para os dados escritos

As categorias foram construídas para auxiliar na análise das respostas aos questionários.

Categorias do questionário Q_0

Ao analisar o questionário Q_0, pudemos observar que as respostas podiam ser separadas em duas categorias *poluição* e *poluição sonora*, coincidindo com a categorização inicial proposta na construção do questionário. A partir destas categorias criamos subcategorias para facilitar a análise dos dados, visando incluir o maior número de respostas possível.

Para categoria *Poluição*, referente às questões (Q_0, 1) e (Q_0, 2), notamos que, nas respostas, sempre eram estabelecidas relações que indicavam a poluição como prejudicial para a natureza e o ser humano. Além disso, eram enfatizados os locais em que a poluição é gerada, principalmente a cidade grande. Assim, introduzimos as seguintes subcategorias: *Poluição e o ser humano*, *Poluição e a natureza* e *Poluição produzida pela cidade grande*.

Para categoria *Poluição sonora* referente às questões (Q_0, 3), (Q_0, 4) e (Q_0, 5), observamos que os estudantes também enfatizaram o local onde a poluição sonora é produzida, dando ao mesmo tempo qualidades ao ruído, mencionando várias conseqüências para saúde resultante deste tipo de poluição. Ao estabelecerem relações entre poluição sonora e música também citam a dependência com a qualidade musical, associando ao ritmo musical preferido. Assim, foram elaboradas 4 subcategorias: *Local em que se polui*, *Qualidade de ruído*, *Qualidade de música* e *Conseqüências produzidas*.

Categorias do questionário Q_1

Para complementar a análise iniciada com o questionário Q_0, elaboramos um conjunto de perguntas (questionário Q_1) que se dividem em dados escritos (contendo também questões para analisar o conhecimento prévio) e representação imagética (análise com categorias diferente daquelas dos dados escritos). Construímos o questionário Q_1 com categorias estabelecidas a priori, agrupando as questões em três grupos que obedecem a critérios *estéticos*, *emocionais* e *fisiológicos*.

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: Se a palavra "gosto" se referir à opinião do estudante quanto ao estilo de música, ou seja, ao seu gosto pessoal pelo ritmo musical, classificamos como estético. Mas se a palavra "gosto" for remetida a "curtição",

"agitação", ao humor, ou seja, as sensações despertadas, nós a classificamos como emocional.

Categorias do questionário Q_3

Após a aplicação das atividades, aplicamos o questionário Q_3, cuja estrutura é semelhante à de Q_1. Foram introduzidos alguns ajustes como a reformulação e retirada de algumas perguntas. O questionário Q_3 foi construído baseado nas mesmas categorias de Q_1. Porém, ao iniciarmos a análise dos dados, observamos que era necessário adicionar mais categorias as já existentes.

As novas categorias foram elaboradas para dar conta das respostas que podiam ser classificadas em duas ou mais categorias anteriores. Isto é, uma resposta pode, agora, ser classificada como "estética e emocional", "fisiológica e estética", "fisiológica e emocional" ou, ao mesmo tempo, "estética, emocional e fisiológica".

Para facilitar a análise do grande volume de dados coletados, estabelecemos algumas cores para representar as categorias e melhorar a visualização dos trechos dos enunciados classificados dentro das categorias. A tabela 4.1 traz uma síntese das categorias utilizadas e de suas representações:

Categoria (critérios)		**Cor**	**Explicação**
Estético		Amarelo	Diz respeito às 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	Inconclusiva	Verde Escuro	Diz respeito aos feitos e conseqüências que são praticados e que atingem a terceiros, ou a explicações idênticas a do texto ou ainda a famosa "enrolação".
	Sem expressão	Azul escuro	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.
	Sem resposta	Marrom	Não respondeu.

Tabela 4.1: Explanação das categorias

Categorias para os dados imagéticos

Após o questionário Q_0, aplicamos, em alguns estudantes, uma atividade na qual tinham que representar por meio de uma ilustração a poluição sonora (D_0), além disso, era solicitado que descrevessem sua ilustração (Dd_0). Utilizamos para classificar estes dados, as categorias (local, qualidade de ruído, qualidade de música e conseqüências) relacionadas à categoria Poluição Sonora estabelecida no questionário Q_0.

A mesma atividade foi aplicada dentro do questionário Q_1, ilustrar o que é poluição sonora (D_1), porém sem descrever a ilustração. Excluímos essa tarefa, pois verificamos que as categorias das respostas de D_0 e Dd_0 foram praticamente as mesmas (vide figura 4.4 e 4.7) e como eram questionários anteriores às atividades concluímos ser desnecessária esta comparação. Para finalizar a análise, incluímos no questionário Q_3 a mesma atividade (chamada D_3), mas agora voltando a incluir o pedido de descrição da ilustração (Dd_3) (vide figura 4.11).

Questionários e representações imagéticas preliminares

Questionário (Q_0)

Devemos levar em conta as idéias prévias dos alunos para delimitar os objetivos e para organizar os conteúdos. Nossa hipótese inicial era de que os alunos apresentariam conceitos sobre poluição sonora mais ligados ao senso comum, e como conseqüência não identificariam, por exemplo, música em alta intensidade e outros fatores a sua volta como poluição sonora. Além disso, supúnhamos que isto o mesmo não iria estabelecer relações entre esse conhecimento prévio e os conteúdos específicos de física e muito menos identificariam poluição sonora como agente prejudicial à saúde (especificamente à audição). Afinal o tema, acústica não é um conteúdo regularmente abordado pelos professores da amostra selecionada.

A professora que atuou nas salas em questão é a própria pesquisadora. A superposição de papéis, a nosso ver, não acarretou em deformação da amostragem, dado que a situação de aula era conhecida e o questionário foi aplicado como atividade livre extra. Inicialmente aplicamos um questionário (Q_0) contendo seis questões aos estudantes da 3ª série C do ensino médio, em um total de 21 alunos (identificados numericamente de 1 a 21). O objetivo deste questionário era determinar algumas concepções prévias dos estudantes sobre o tema e se já haviam tido contato (formal ou informal) com o tema.

Questão	Objetivo
1. O que é poluição? Cite exemplos.	Esta questão tinha como objetivo delimitar a noção geral de poluição e verificar se os estudantes incluíam a noção específica de poluição sonora.
2. Onde você aprendeu sobre poluição? (revista, jornal, escola, na sua casa,...).	Pretendíamos determinar os meios pelos quais os estudantes obtinham as informações dadas nas respostas da questão 1.
3. O que é poluição sonora?	Procuramos obter informação direta sobre o conceito de interesse.
4. Onde você aprendeu sobre poluição sonora?	Queríamos determinar os vínculos entre o aprendizado do conceito e a educação formal/informal.
5. Você estabelece alguma	Estávamos interessados em saber se os estudantes faziam

relação entre música e poluição sonora? Explique.	menção à música como fonte de poluição sonora, já que alguns trabalhos mostram que muitos jovens têm deficiência auditiva progressiva por ouvir música em alta intensidade.

Tabela 4.2: Questões de Q_0 e seus respectivos objetivos.

A1: Poluição e o ser humano
"Poluição é algo que não faz bem para o ser humano", (13,Q_0,1).
"Tudo que o homem inventou só traz prejuízo", (10,Q_0,1).

A2: Poluição e a natureza
"Poluição é tudo aquilo que prejudica a natureza", (7,Q_0,1).
"São coisas que destroem a nossa natureza", (18,Q_0,1).

A3: Poluição produzida pela cidade grande
"A cidade de São Paulo tem um ar poluído e rios", (14,Q_0,1).
"Poluição é um dos problemas mais sérios da cidade", (16,Q_0,1).

Tabela 4.3: Sub-categorias A1, A2 e A3, ligadas a categoria A (*Poluição*), com exemplos de respostas ao questionário Q_0. As respostas estão identificadas pelo número do estudante, questionário e a questão.

No caso das representações imagéticas e descrições (seção 4.3.2 e 4.3.4), acabamos por obter as mesmas categorias obtidas pelo questionário. A análise foi feita pelas figuras que apareciam nas representações imagéticas e pela descrição feita pelo próprio autor do desenho. Apenas a categoria B.3 (qualidade de música) não foi encontrada dentre as descrições, mas podemos identificar, pelos desenhos, que era uma categoria existente.

Exemplo de respostas
B1: Local em que se polui
"Barulho intenso que pode existir em grandes indústrias..." (19).
"Quando eu vou ao centro de S.R. e ouço o barulho de buzinas..." (21).
B2: Qualidade de ruído
"Poluição através de sons, por exemplo, da buzina dos carros, motor, mistura de vários sons ao mesmo tempo" (5).
"Poluição sonora são barulhos que perturbam a nossa cabeça como: buzina de automóveis, construções e shows..." (4).
B3: Qualidade de música
"Há várias músicas que poluem nossos ouvidos com suas letras e melodias desastrosas" (5).
"Poluição sonora faz barulho e nem todos tipos de música podem ser comparados, só o pagode, carnaval..." (17).
B4: Conseqüências produzidas
"...tira a concentração, nos causa stress e até dá dor de cabeça" (5).
"...esses barulhos que te deixam bravo e com dor de cabeça" (12).

Tabela 4.4: Sub-categorias B1, B2, B3 e B4, ligadas a categoria B (*Poluição Sonora*), com exemplos de respostas à solicitação de descrição do desenho (Dd_0). Os excertos da descrição estão identificados pelo número do estudante

Nas categorias do grupo A (poluição) é possível identificar que a maioria dos alunos afirma que a poluição somente traz riscos a natureza e não ao ser humano, além de não citar a poluição sonora em nenhum momento. Nas categorias do grupo B (poluição sonora) a origem da poluição sonora está mais relacionada a ruídos urbanos (carros, aviões, sirenes, etc.). Nas respostas, os estudantes costumam correlacionar ruído e música "ruim" ouvida em alta intensidade. Ao mesmo tempo, começam a aparecer algumas conseqüências diretamente relacionadas à saúde do ser humano (surdez, dor de cabeça, etc.).

Representações imagéticas (D_0)

Em outra turma da 3ª série A do ensino médio foi desenvolvida uma atividade de representação imagética (D_0) da poluição sonora. Esta atividade teve como objetivo levantar as concepções prévias baseadas em representações imagéticas, além de estimular o imaginário dos alunos através da proposição da composição de um desenho que a representasse a poluição sonora, o qual deveria, em seguida, ser descrito (Dd_0). Este grupo era formado por 22 alunos (identificação numérica dos alunos 22 ao 43) da mesma faixa etária do grupo anterior. Para representação imagética e descrição da representação entregamos uma folha com duas questões:

1. Represente em um desenho a poluição sonora. (D_0)

2. Descreva o seu desenho. Coloque as razões que te levaram a representar desta forma poluição sonora? (Dd_0)

O critério utilizado para análise das representações imagéticas é simplificado, apenas queremos observar se há uma similaridade com os dados escritos e se de alguma forma podem contribuir para análise do perfil conceitual dos estudantes. Buscamos a complementaridade dos dados escritos para refinar a análise dos dados. Analisamos as características gerais dos desenhos sem nos aprofundarmos em abordagens teóricas de estudos de imagens de caráter: funcional, semiótico e cognitivo (SANTAELLA, 1998; BELMIRO, 1998). A leitura destes desenhos tem um item facilitador que é a descrição da representação feita pelo próprio autor, o que colabora para nossa análise e construção das categorias.

Figura 4.1: Ilustração do estudante 27 (D_0), cuja descrição (Dd_0) foi: “Poluição sonora no meu entendimento tudo que é de som alto demais, ou seja, de carros, som alto barulhos caminhões com alto falante, escapamento de carros, ruído de pessoas falando ao mesmo tempo. È poluição sonora, por isso que eu desenhei essas pessoas se arrancando si mesmo da vontade de fazer isso”.

Em particular, no desenho da figura 4.1, se verifica a representação de algumas conseqüências para a saúde devido à alta intensidade som.

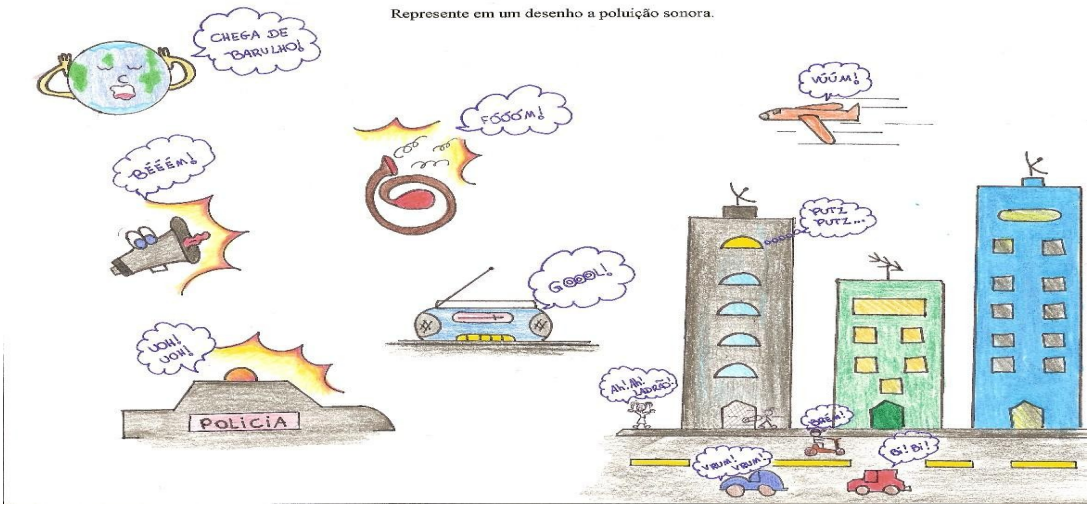

Figura 4.2: Ilustração do estudante 29, (D_0), cuja descrição (Dd_0) foi: “Por mais que o planeta esteja em difíceis situações, temos que ser nós a tomar atitude para amenizar este problema. Seria muito se a paz mundial começasse com um minuto de silêncio para colocarmos ordem no planeta? Ou então usarmos essa poluição sonora para um bem mundial? Acabar com barulho excessivo é nosso primeiro passo para um futuro de paz! A Terra agradece...”

Aqui fica mais clara a inclusão da música como poluição sonora, representada pelo rádio. Neste desenho, em particular, o planeta é representado como um ente a parte, que sofre com a poluição sonora, mostrando uma superposição de uma concepção ecológica de poluição e aquela que afeta comunidades específicas, como a comunidade humana urbana (29, Dd_0).

Figura 4.3: Ilustração do estudante 43, (D_0), cuja descrição (Dd_0) foi: "Em primeiro lugar queria preencher a folha toda então precisei deixar os desenhos espalhados. Em pensar poluição sonora não me vem uma coisa a mente, mas sim muito mais do que representei".

Tanto em forma de desenho ou na sua descrição, a poluição sonora é definida como os ruídos que se destacam mais em ambientes abertos. O gráfico da figura 4.4 apresenta a síntese das categorias obtidas nas duas primeiras atividades (questionário, desenhos e descrição dos desenhos). A leitura do gráfico é bem simplificada, mas nos auxilia na leitura do perfil conceitual do estudante com relação à poluição sonora, dando indícios do contexto e das diversas categorias que compõem esta noção na representação que os estudantes fazem.

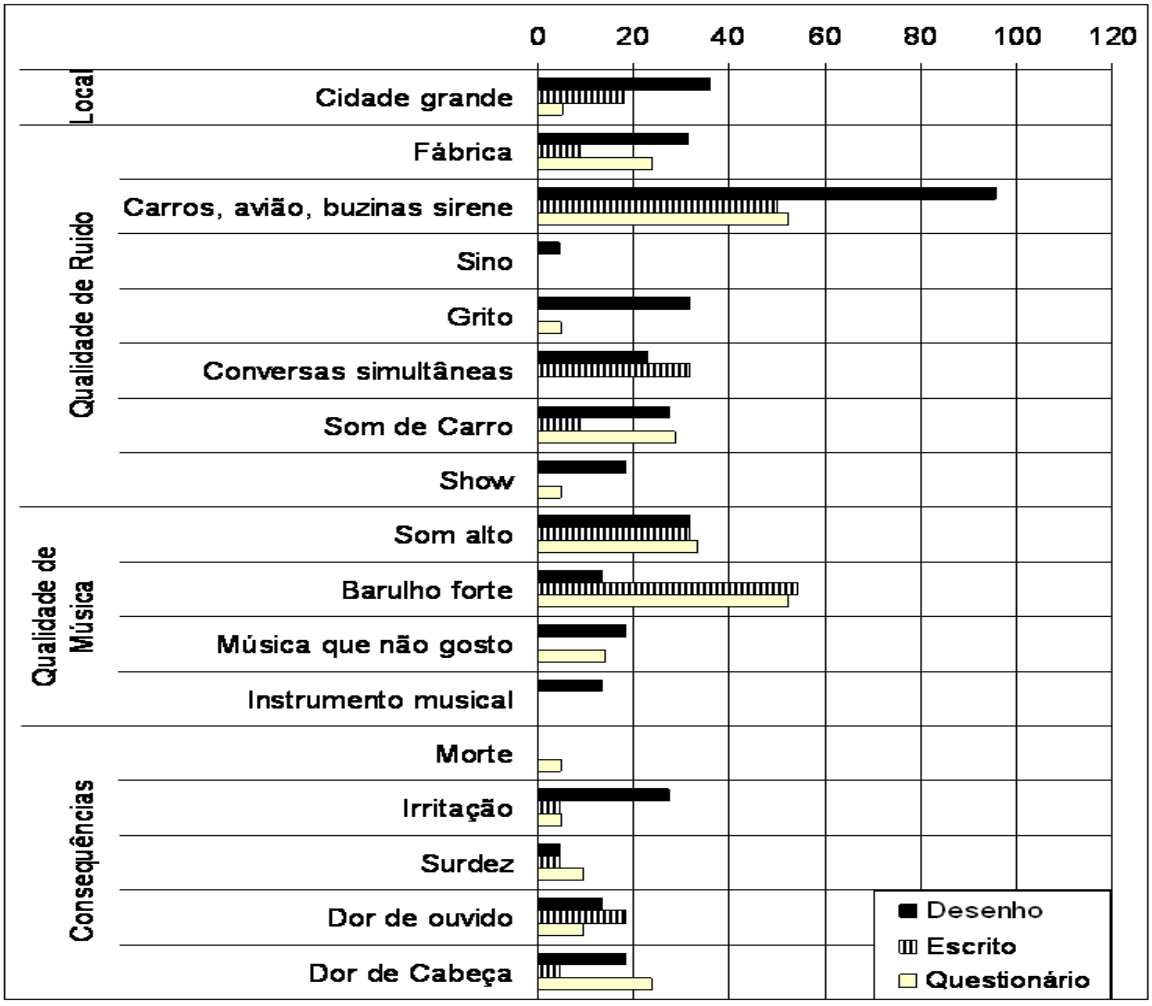

Figura 4.4: Gráfico da classificação, por categorias, das respostas recolhidas no primeiro questionário (Q_0), nos desenhos (D_0) e descrições dos desenhos (Dd_0).

Questionário Q_1

Em um terceiro grupo da 1ª série C do ensino médio foi aplicado outro questionário (Q_1) com o objetivo de validar algumas categorias já desenvolvidas nas atividades anteriores. Essa parte da amostra era composta por 33 alunos entre 15 e 18 anos de idade (identificação numérica dos alunos 44 ao 77). Depois de aplicado o questionário (Q_0), estabelecemos um conjunto de categorias que nos norteou posteriormente na construção do questionário aplicado à em um terceiro grupo. A partir da análise realizada nos dados prévios, decidimos refinar o instrumento para determinar as relações que os estudantes fazem entre os elementos das suas percepções subjetivas para considerá-los poluição sonora.

Assim, decidimos formular outras categorias em termos dos seguintes critérios: emocional, fisiológico e estético, além de continuar avaliando o conhecimento prévio do aluno. Os critérios utilizados para a construção do questionário e a explicação sobre as categorias utilizadas serão apresentadas na seção 4.1 (“Categorias”). O foco principal deste questionário (Q_1) é o de verificar se os alunos relacionavam música, física, poluição sonora e saúde. A seguir apresentamos as categorias e as perguntas que compuseram o questionário Q_1:

Com respeito às questões relacionadas ao critério emocional, as duas primeiras questões permitiram determinar, que os estudantes não relacionam a alta intensidade da "música boa" (que lhes agrada) com poluição sonora:

Questão	**Exemplo de resposta**
1. Quando a música alta é boa?	"Quando eu gosto da música ou estou em uma festa", (50, Q_1, 1).
2. Sua música favorita, você gosta de ouvir em que intensidade?	"Quanto mais alto melhor", (64, Q_1, 2).

Tabela 4.5: Exemplos de respostas às questões 1 e 2, classificadas com o critério *emocional* ("azul claro"). As respostas estão identificadas pelo número do estudante, o questionário e a questão.

Com as questões 3, 4 e 5, procuramos explorar o critério emocional do estudante com relação ao tipo de música que lhe agrada. Nas respostas observamos uma dependência do volume da música (intensidade do som) com sua satisfação em ouví-la. Ao mesmo tempo, na quinta questão aparecem as primeiras respostas que condicionam a audição de músicas às atividades que exigem concentração.

Questão	**Exemplo de resposta**
3. Ao escutar uma música, quais sensações despertam em você?	"Tranqüilidade, pois me sinto bem ouvindo música", (62,Q_1,3)
4. A emoção que a música traz aumenta proporcionalmente com o volume?	"Sim quanto mais alto o volume mais emoções são despertadas", (61,Q_1,4)
5. Em suas atividades diárias a música atrapalha sua concentração? Em que momento?	"Sim nos momentos em que é preciso prestar atenção em alguma coisa", (47,Q_1,5)

Tabela 4.6: Exemplos de respostas às questões 3, 4 e 5, classificadas com o critério *emocional* ("azul claro"). As respostas estão identificadas pelo número do estudante, o questionário e a questão.

Com as questões 6, 7 e 8, procuramos obter informações sobre o critério fisiológico que os estudantes têm com relação aos possíveis incômodos e suas conseqüências na audição de sons. Apesar dos estudantes ainda dissociarem a intensidade da música que agrada do prejuízo a sua saúde auditiva, pode-se verificar que, ao mesmo tempo, experimentaram situações de perda de audição por exposição a sons em alta intensidade.

Questão	**Exemplo de resposta**
6. Escutar música por várias horas incomoda?	"Sim acho que depois de um certo tempo tem que dar uma pausa no som", (47,Q_1,6)
7. O ouvido faz parte de você e merece atenção! Descreva algumas situações em que você percebeu que prejudicou seu ouvido?	"Uma vez eu estava andando de carro em SP, o carro tinha um som de 8000 W, eu aumentei no 60 e fiquei surdo por vários minutos", (67,Q_1,7)
8. Em quais situações você não agüenta o barulho?	"Quando eu quero dormir, me concentrar para estudar, fazer cálculos", (62,Q_1,8)

Tabela 4.7: Exemplos de respostas às questões 3, 4 e 5, classificadas com o critério *fisiológico* ("verde claro"). As respostas estão identificadas pelo número do estudante, o questionário e a questão.

Com as questões 9, 10, 11, 12, e 13, procuramos obter informações relacionadas à percepção dos estudantes através do critério estético com relação às diferentes qualidades

de som (ruídos e música). Nas questões 9, 11 e 13 pudemos verificar que cresce a independência entre intensidade do som e "tipo de música", surge à noção de "incômodo por qualidade", a qual se refere à audição de uma música cujo gosto não coincide com o do estudante. Daí, na questão 10, uma possível explicação para a resistência à associação de música e poluição sonora. Os ruídos das fábricas são claramente vistos como sons que incomodam, mas não a música em alta intensidade emitida por um alto falante de um carro. Na questão 12, podemos verificar que o som em sala de aula gera um incomodo ligado á concentração, quando é um valor, caso contrário não chega a atrapalhar o estudante.

Questão	**Exemplo de resposta**
9. Como você se sente ao escutar uma música que não coincide com seu gosto musical?	"Me sinto estranha e me afeta, pois fico irritada e saio o mais longe possível do lugar", (63,Q_1,9)
10. Como você classifica o som produzido por carros, fábricas, etc.? Esses sons podem ser comparados com a música em alta intensidade?	"Esses sons são horríveis de ouvir, não consigo comparar é totalmente diferente", (60,Q_1,10)
11. A música pode ser classificada como poluição sonora? Em que situações?	"Sim quando não é do meu gosto musical e ainda com alto volume", (62,Q_1,11)
12. Você classifica o barulho na sala de aula como poluição sonora?	"Sim às vezes quando quero estudar não consigo por causa do barulho", (44,Q_1,12)
13. Você estabelece alguma relação entre música e poluição sonora?Explique	"Não porque a música de alguma forma passa um sentimento, já um carro e uma fábrica não", (50,Q_1,13)

Tabela 4.8: Exemplos de respostas às questões 9, 10, 11, 12, e 13, classificadas com o critério *estético* ("amarelo"). As respostas estão identificadas pelo número do estudante, o questionário e a questão.

Nas questões 14, 15, 16 e 17 procuramos obter informações sobre o conhecimento prévio dos estudantes da relação entre física (acústica) com poluição sonora (som, audição, música). Como era esperado, muitos estudantes não aprenderam acústica formalmente, o que dificulta o estabelecimento de relações com os fenômenos sonoros ou com os problemas de audição que a poluição sonora pode causar.

Questão	**Exemplo de resposta**
14. Você já estudou acústica na disciplina de física? Em que série?	"Não, nunca estudei", (51,Q_1,14)
15. Você estabelece relações entre física – audição – música – poluição sonora? Explique	"Não, Acho que a física e a música não tem nada a ver", (51,Q_1,15)
16. Ao mencionar som, em que disciplinas ou áreas de estudo esta palavra pode ser diretamente relacionada?	"Em algumas que dá pra trabalhar por cima da música. Acho que todas menos matemática e física", (51,Q_1,16)
17. Você conhece alguém que tenha problemas auditivos? Qual foi o motivo que o (a) levou a esse problema?	"Sim algumas já nasceram com essa deficiência", (63,Q_1,17)
18. Segundo os ambientes que você costuma freqüentar, cite três que produzem poluição sonora?	"Cidade, muitas pessoas, barulhos de automóveis", (77,Q_1,18)

Tabela 4.9: Exemplos de respostas às questões 14, 15, 16, 17 e 18, indicando alguns conhecimentos prévios dos estudantes. As respostas estão identificadas pelo número do estudante, o questionário e a questão.

Com o questionário é possível identificar que a música para os alunos só é considerada poluição sonora se não fizer parte do repertório de músicas preferido. A noção de "música alta" é incerta, pois se confunde àquela que é ruim. Alguns indícios de intensidade podem ser inferidos quando se referem ao som em um *show* ou festa ("balada"), cuja intensidade, normalmente, está acima dos decibéis permitidos. Muitos se referem às conseqüências para audição da submissão a sons de intensidade muita elevada como um zumbido ou apito nos ouvidos. Tais conseqüências são típicas e acabam, quando experimentadas repetidas vezes, em surdez.

Estes dados iniciais obtidos serviram para nos nortear no desenvolvimento atividades de multi-abordagens (UEMA, 2005), tendo como objetivo professores e suprir alunos com conhecimentos da física, na área de acústica, e com suas relações interdisciplinares com a fonoaudiologia, de modo que os conhecimentos da física possam ser utilizados como critérios para uma vida saudável.

Representações imagéticas (D_1)

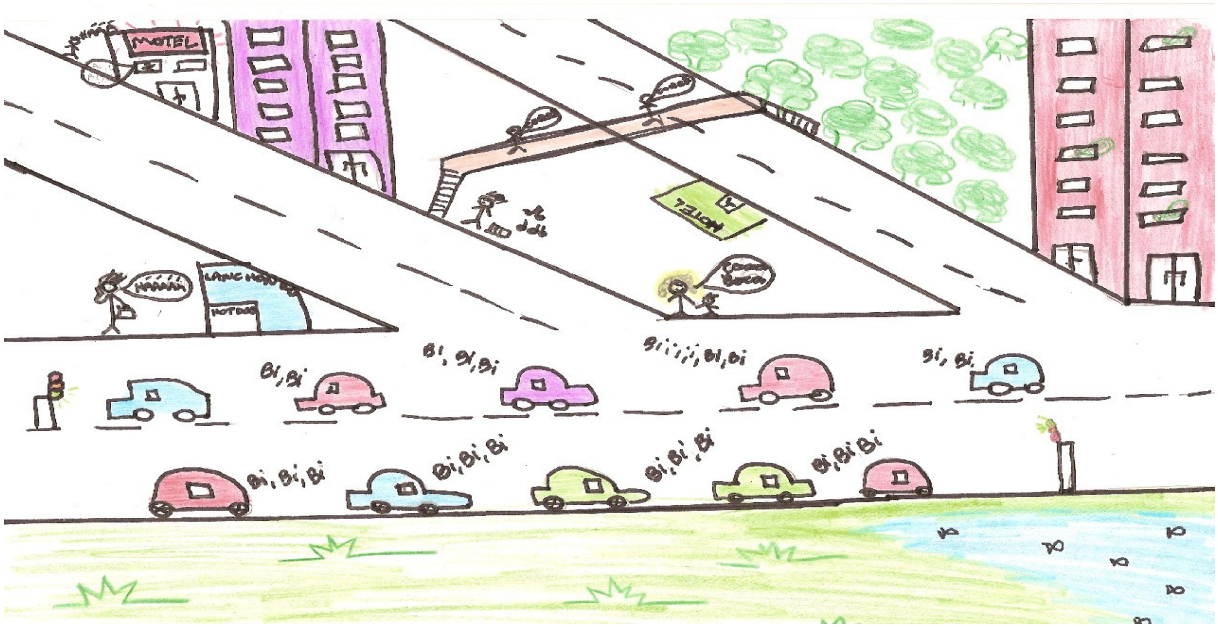

Figura 4.5: Ilustração do estudante 44, (D_1)

Figura 4.6: Ilustração do estudante 58, (D_1)

De acordo com a análise dos desenhos construímos um gráfico de D_1, sendo nítido que a poluição sonora é definida como os ruídos que se destacam mais em cidades grandes e produzidos por motores automotivos. Embora apareça com bastante incidência o som alto, sendo que o mesmo não é visto como prejudicial à saúde auditiva.

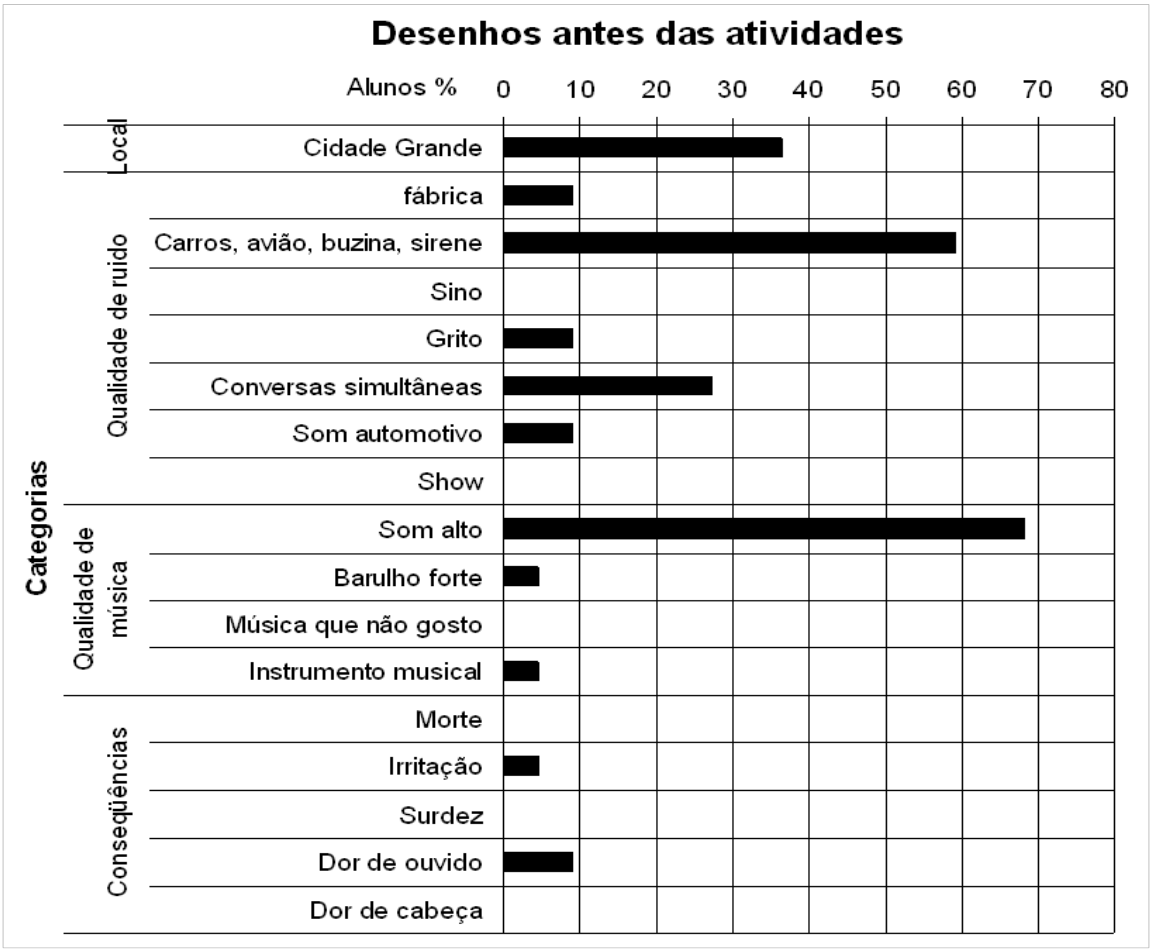

Figura 4.7: Gráfico após análise das representações imagéticas (D_1).

Questionário Pós-atividades

Questionário (Q_3)

Para estabelecer alguns parâmetros de comparação entre as turmas antes e depois das atividades utilizamos uma versão modificada do questionário (Q_1), que foi aplicado na Atividade 10. Algumas questões de análise de conhecimento prévio e outras que não tiveram aproveitamento mediante as respostas analisadas do questionário Q_1, aplicado em 2005, foram retiradas, sendo que algumas palavras foram acrescidas para completar a questão, como, por exemplo, "explique", "comente", etc. Introduzimos, também, duas questões: "A exposição em níveis sonoros inadequados pode alterar a discriminação auditiva e até levar a surdez. Qual é o limite estabelecido pela Organização Mundial da Saúde como um som confortável?" e "Ouvir música é saudável?"

Continuamos com as questões relacionadas à representação imagética, analisando os desenhos (referente à questão 19 e 20)[3], que ajudaram a analisar o questionário e a compreender melhor o raciocínio elaborado pelo aluno. Selecionamos dentre o questionário, algumas questões que levam ao aluno a sintetizar o conteúdo visto nas

[3](Q_3,19) "Represente em um desenho a poluição sonora?" e (Q_3,20) "Descreva o seu desenho. Coloque as razões que te levaram a representar desta forma poluição sonora?"

atividades, gerando uma nova categoria, que é o patamar máximo, pois engloba os três critérios ao mesmo tempo (Est+Em+Fis), deixando claro que o aluno sabe diferenciar e utilizar os três critérios de acordo com o contexto, além de mostrar o seu entendimento quanto à importância da saúde auditiva, portanto a categoria "Est+Em+Fis" só aparecerá nas questões 1, 9, 10, 12, 13 e 16.

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.

1) Quando a música alta é boa?	
Esperávamos que os alunos respondessem que música alta nunca é boa, mas tivemos ambigüidade quanto a interpretação da pergunta, resultando em respostas diversas.	
Resposta	**Classificação**
"Pra mim música alta nunca é boa, apesar se eu gostar da música alta, musica alta não é boa, porque faz mal a audição", (95)	Est+Em+Fis
"Eu acho que a música alta nunca é uma boa opção, pois acaba sendo prejudicial a saúde", (170)	Est+Em+Fis

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.	
Resposta	**Classificação**
"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", (82)	Est+Em+Fis
"Sim porque tudo isso é uma poluição sonora e faz mal a saúde", (195)	Est+Em+Fis

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 conseqüência é poluição sonora.	
Resposta	**Classificação**
"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", (82)	Est+Em+Fis
"Sim quando estão em um volume muito alto, em baladas, por exemplo, estamos prejudicando nossos ouvidos sem saber", (196)	Est+Em+Fis

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.	
Resposta	**Classificação**
"Sim Uma música muito alta é uma poluição sonora", (203)	Est+Em+Fis
"A música quando colocada em volume muito alto é uma poluição	Est+Em+Fis

sonora", (118)	

13) Você estabelece relações entre física – audição – música – poluição sonora? Explique.	
Queremos analisar se a ponte realizada entre física, audição e poluição sonora foi apropriado pelos alunos.	
Resposta	**Classificação**
"Sim porque musica em alto volume é poluição sonora e prejudica a audição e na física calcula a intensidade", (204)	Est+Em+Fis
"Sim estão todos relacionados", (150)	Inconclusiva

16) Ouvir música é saudável? – questão nova	
Queremos verificar se o aluno utiliza os conceitos já vistos como critério para uma vida saudável.	
Resposta	**Classificação**
"Depende da altura da música se ela estiver muito alta poderá prejudicar a sua saúde", (101)	Est+Em+Fis
"Depende da intensidade que for ouvida se for baixa, mentaliza, relaxa e influencia. Alta, irrita e prejudica a audição", (154)	Em+Fis

Tabela 4.10: São apresentadas questões 14, 15, 16, 17 e 18 do questionário Q_3, seus objetivos, exemplo de respostas e de sua classificação. As respostas estão identificadas pelo número do estudante.

Para categorizar algumas respostas tivemos que analisar as das questões posteriores e anteriores, pois em muitos casos as respostas eram curtas, sendo impossível classificá-la só com base na mesma. Devido a algumas questões apresentarem ambigüidades, tivemos muitas respostas diferentes, mas em alguma delas o aluno expressou entender o objetivo.

Representação imagética (D_3) e descrição (Dd_3)

Ao analisar a representação imagética, decidimos por continuar com a categorização utilizada anteriormente para os desenhos feitor em 2005, além de acrescentar novas sub-categorias como: 1 – balada, festas, discotecas, etc., 2 – *walkmann*, *ipod*, celular, 3 – mal a audição, e também trocar algumas de acordo com os desenhos e a sua respectiva explicação (vide figura 4.11), que será explicado abaixo em detalhes. Lembramos, mais uma vez, que o objetivo deste trabalho não é realizar análise detalhada da representação imagética, em termos teóricos das características funcionais, semióticas e cognitivas (SANTAELLA, 1998; BELMIRO, 1998), apenas procuramos refinar os dados escritos.

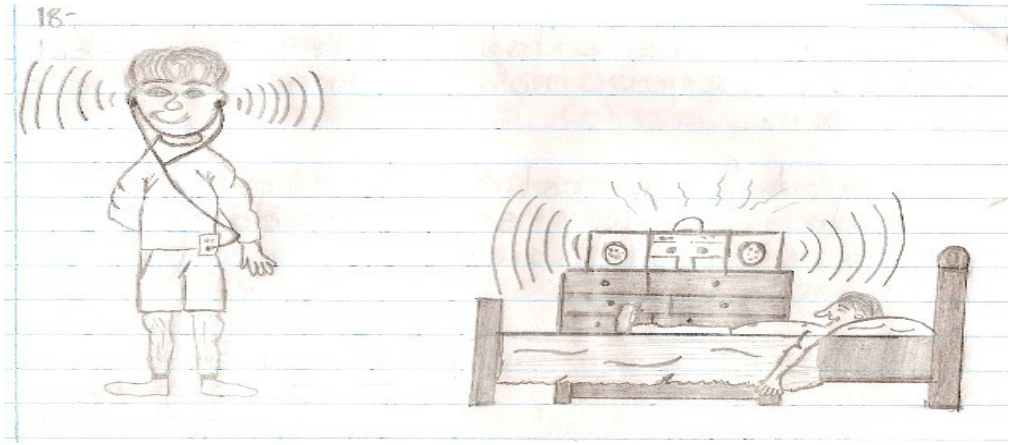

Figura 4.8: Ilustração do estudante 140 (D_3), cuja descrição (Dd_3) foi: "Bom, o meu desenho quer dizer que ouvindo música alta e principalmente com fones de ouvido causa danos a audição".

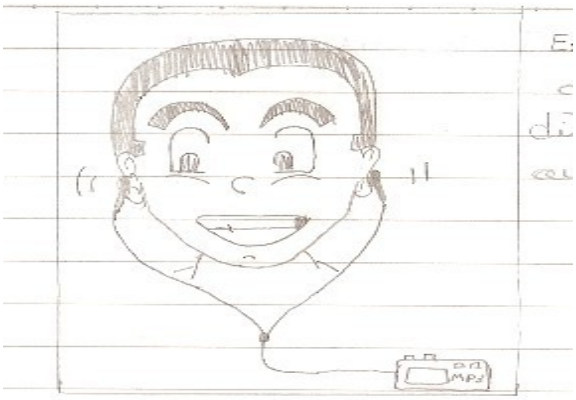

Figura 4.9: Ilustração do estudante 148 (D_3), cuja descrição (Dd_3) foi: "O som muito alto traz problemas auditivos além de incomodar outras pessoas".

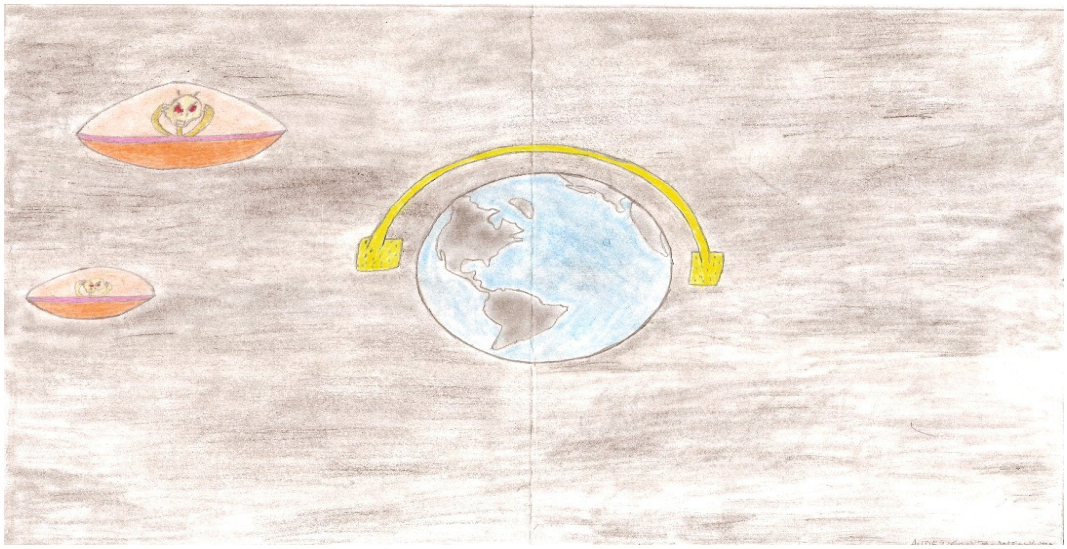

Figura 4.10: Ilustração do estudante 82 (D_3), cuja descrição (Dd_3) foi: "Eu quis mostrar nesse desenho que não é os carros ou as fábricas que causam a poluição sonora, o carro, por exemplo, só faz barulho se o homem ligar, porque sozinho ele não produz ruídos, e nesse desenho quero mostrar, que até nosso planeta não agüenta mais os barulhos causado pelos homens, assim como nossos vizinhos os ET's".

As sub-categorias como *som de carro* e *som alto*, passam a adquirir um único significado referente a alta intensidade sonora da música, portanto ajustamos a categoria *qualidade de música* criando uma nova sub-categoria *música alta*. A sub-categoria *show*, não faz mais sentido na categoria *qualidade de ruído*, mas diz respeito ao local onde há poluição sonora, portanto a unimos com a sub-categoria de *balada*, *festa*, *discoteca*, etc., na categoria *local*. A categoria *conseqüências*, antes dividida em várias sub-categorias, passa a ser composta por apenas quatro: *mal a audição* (engloba: *surdez*, *dor de ouvido* e *dor de cabeça*), *irritação*, *alegria* e *stress*, retirando a sub-categoria da *morte* que não apareceu nas respostas dos alunos.

Comparando o gráfico obtido em 2005 com o atual, podemos evidenciar uma alteração no perfil conceitual de "música em alta intensidade" com a introdução de zonas que acentuam

seu caráter de poluição sonora. Como vimos anteriormente, para os alunos poluição sonora era vista como as músicas que saiam de sua preferência musical.

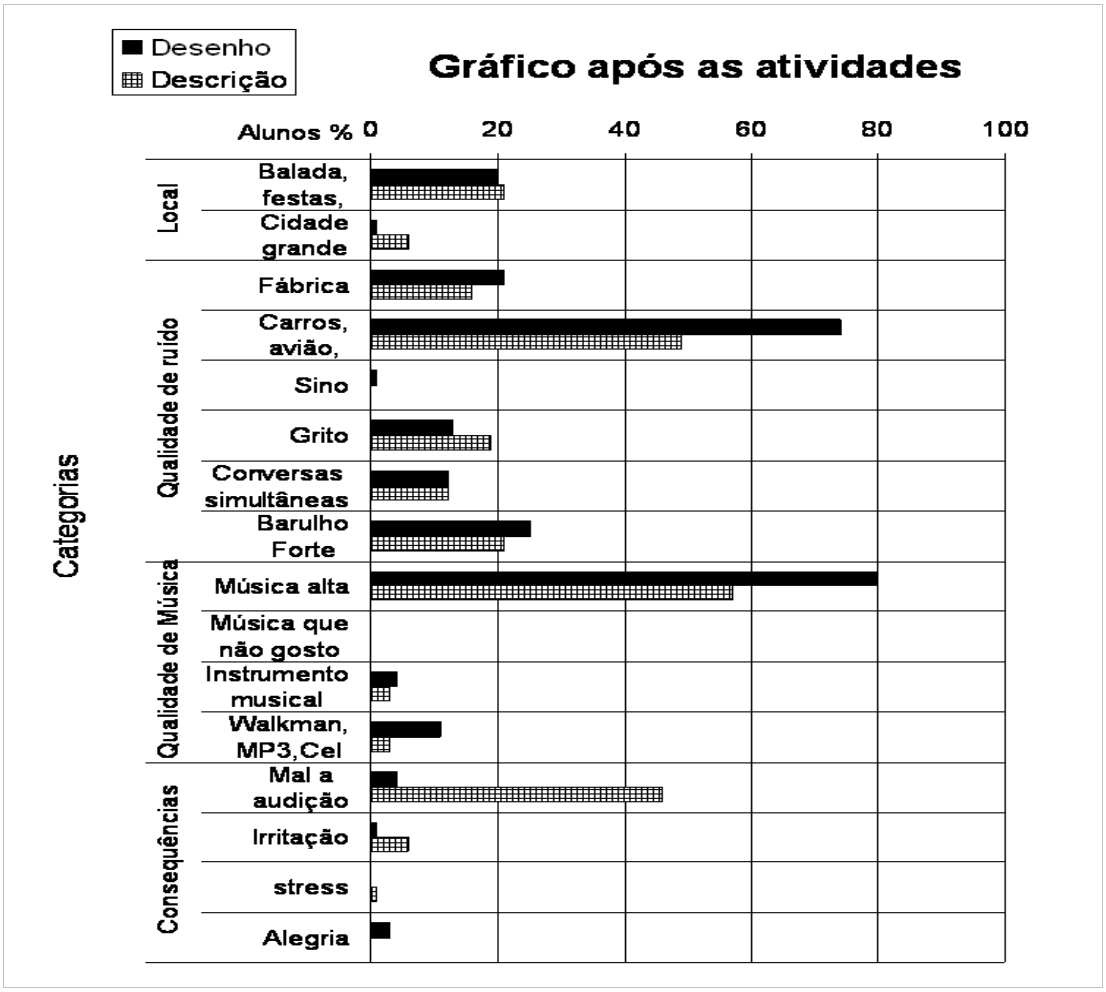

Figura 4.11: Gráfico com todos os alunos de 2006

Conclusão

Durante este trabalho analisamos as respostas dos estudantes por meio dos critérios estéticos, emocionais e fisiológicos, fazendo uma breve análise da dinâmica do perfil conceitual, porém, no futuro, pretendemos realizar uma análise mais aprofundada enfocando as dimensões do perfil conceitual.

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. Nesta forma é possível visualizar, de maneira simplificada, as relações entre os critérios e as dimensões (figura 5.1).

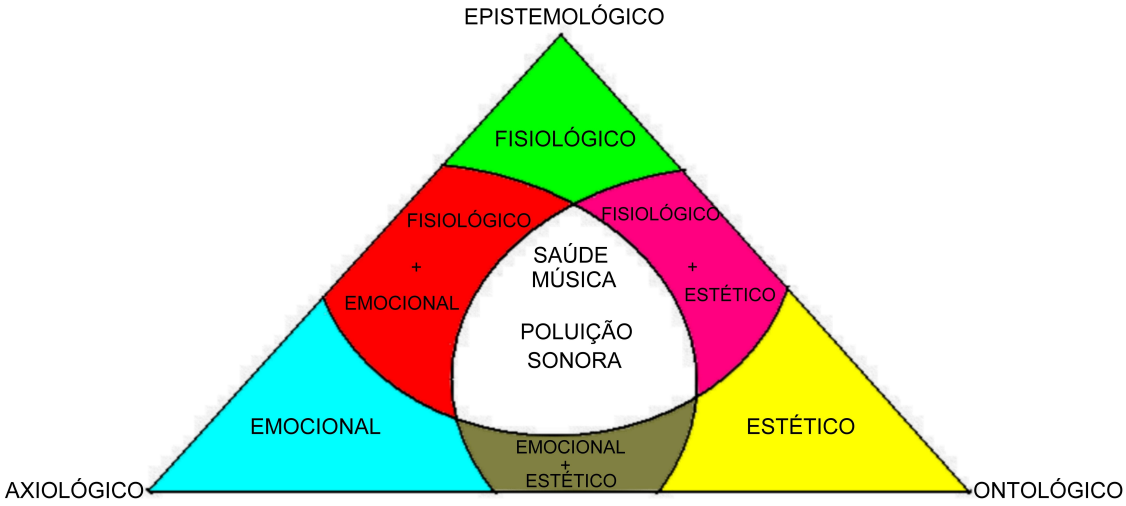

Figura 5.1: Primeira Representação Geométrica das Dimensões do Perfil Conceitual.

É claro, também que as transições entre os critérios/dimensões não são delimitadas precisamente como no desenho da figura 5.1. Sabemos que uma representação que exibisse a transição de cores como um degradê contínuo, representaria de forma mais geral os contínuos níveis hierárquicos das zonas do perfil conceitual dos indivíduos. Mas, nosso intuito é apenas o de buscar correlações que ajudem a interligar os critérios utilizados como categorização às dimensões do perfil conceitual.

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. 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.

As áreas do triângulo (figura 5.1) não são delimitadas, na verdade, a transição de uma para outra é bastante sutil. De certa forma não é possível obter grande precisão da porcentagem contida de cada uma das dimensões através da resposta do aluno, mas podemos classificar mediante o maior número de características que cada uma das dimensões engloba. Na verdade buscamos similaridades entre os critérios utilizados pelos alunos e as dimensões do perfil conceitual para melhor analisar sua dinâmica.

Podemos analisar alguns enunciados segundo as dimensões do perfil conceitual. Por exemplo, "A música alta pode ser até boa para o gosto, mas não para o ouvido, quando alta demais pode causar danos irreversíveis ao ouvido" (138,Q_3,1)[4] classificada inicialmente como "Est+Em+Fis). A novidade nesta resposta é o destaque na dimensão epistemológica quando enuncia que a "musica 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).

Outro exemplo é o seguinte enunciado: "Não é saudável, mas se a música for do meu gosto eu escuto" (143, Q_3, 1 – classificada como "Fis + Est"). Notamos, neste exemplo, 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 seu 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").

A dificuldade de classificação nas respostas pode ser superada com a análise do histórico das respostas de cada estudante, por exemplo, nas respostas à questão 13 ("Você estabelece relações entre física, audição, música e poluição sonora?"), cujo objetivo era o de analisar a dimensão epistemológica. Ao analisarmos as respostas é possível identificar que, isoladamente, trazem as características epistemológicas. Apesar disso, grande parte das respostas das outras questões foi classificada em todos os critérios (emocional + estético + fisiológico). Frente à análise das respostas anteriores, pudemos perceber que o estudante usou todos os critérios para dar sua resposta.

É preciso deixar claro que não pretendemos afirmar que a dimensão ontológica diz respeito exatamente ao critério estético, e nem que a dimensão epistemológica se refere ao critério fisiológico, ou a dimensão axiológica ao critério emocional, mas diante das características de análise do nosso trabalho, em certos momentos trabalhamos com certa similaridade. Expressamos os dados em forma de porcentagem inserida em um eixo tridimensional, por exemplo, há casos em que classificamos uma resposta como axiológica, entretanto isso não significa que ela o é totalmente, mas que é a dimensão predominante.

Os alunos passaram a transitar entre critérios incluindo, então, o critério fisiológico em suas respostas. A inclusão, já era esperada, pois foram os aspectos epistemológicos os mais enfatizados nas aulas. Apesar disso, não houve o abandono dos outros critérios (estético e emocional), mas foi originada 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.

[4] (número do aluno, questionário, questão)

Referências

BELMIRO, C.A. A imagem e suas formas de visualidade nos livros didáticos de Português. **Educação & Sociedade**, n.72, 2000.

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, **Pedriatics**, v.115, n.4, 2005.

FERREIRA, M.S. **Triagem auditiva nas escolas**. http://www.pedagobrasil.com.br/fonoaudiologia/triagemauditiva.htm. Acesso em 18 abr 2005.

FIEDLER-FERRARA,N.; MATTOS, C.R. Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade. In: Vianna,D.M. *et al*. (Org). **Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, VIIL 2002, Aguas de Lindóia. São Paulo; SBF, 2002 (CD-ROM, arquivo: C081_2).

FOMER, R,L. **Why Aren't Hearing Conservation Practices Taught in Schools?** Oregon Hearing Research Center, Oregon, Health & Science University, Portland (USA), nov 2004.

GARCIA, J.E. **Hacia uma 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.

LAWSON, A.E. A better way to teach biology. **American Biology Teacher**, v.29, p. 266-278, 1998.

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**, 35(4), p.165-169, 2001.

LINDER, J.C. Understanding sound: so what is the problem? **Physics Education**, v.27, p.258-264, 1992.

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

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

MORTIMER, E.F. **Linguagem e formação de conceitos no ensino de ciências**, Editora UFMG, 2000.

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.

OMS - **Constitution of the World Health Organization**. Preamble, New York, 19-22 June, 1946.

RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C.R. Reflexões sobre a noção de significado em contexto. **Indivisa**: Boletín de estudios e investigación, v.8, p.323-332, 2007a.

RODRIGUES, A.M.; MATTOS, C.R. **Theorical considerations about conceptual profile dinamic**. European Science Education Research Association Congress. Malmo – Suécia, 2007b.

SANTAELLA, L.; NÖTH, W. **Imagem: Cognição, semiótica, mídia**, 1998.

SAURA LLAMAS, O. y A. de PRO BUENO ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? **Enseñanza de las Ciencias**, v.17, n.2, p.193-210,1999.

UEMA, S. **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.

WANKAT, P; ORIOVICZ, F.Learning theories. **Teaching Engineering**; McGraw Hill, Inc.; 1996.

Recebido em Novembro de 2008, aceito em Julho de 2009.