

Um exemplo da dinâmica do perfil conceitual como complexificação do conhecimento cotidiano

Patricia Weishaupt Bastos e Cristiano Rodrigues de Mattos

Instituto de Física, Universidade de São Paulo, Brasil. Emails: pwbastos@if.usp.br; mattos@if.usp.br

Resumo: Neste trabalho apresentamos evidências de que os conhecimentos da física podem ser utilizados como critério para a 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. Neste sentido fazemos um recorte no conceito de vida saudável, explicitando aspectos ligados à saúde auditiva dos indivíduos. Ao longo do trabalho apresentamos os resultados de uma intervenção realizada em uma escola pública brasileira. O conjunto de atividades utilizadas na intervenção baseia-se nos ciclos de aprendizagem de Lawson. 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. A avaliação desta apropriação foi feita com base na descrição da evolução do perfil conceitual de poluição sonora. Os resultados indicam uma dinâmica do perfil conceitual na qual se identifica, além das dimensões ontológica e axiológica, o incremento da dimensão epistemológica após a realização das atividades.

Palavras-chave: Interdisciplinaridade, saúde auditiva, perfil conceitual, poluição sonora, complexidade, ensino de ciências

Title: An exemple of conceptual profile dynamic as complexification of the quotidian knowledge

Abstract: In this work we presented evidences that the knowledge of Physics could be used as criteria for understanding aspects of a healthy life. We used an interdisciplinary approach relating the knowledge of Physics, Physiology of the audition and Phonoaudiology, to complexify the instruments to interpret every day events. In this sense we delimited the concept of healthy life, pointing out aspects of individuals' hearing health. Along this work we expose the results of an intervention applied to a public Brazilian High School. We build a set of activities based on Lawson descriptive learning cycle. As result, we showed that students start to include, in their utterances, the knowledge of Physics as a criterion for decision making in a direction of a healthy hearing life. The evaluation of this internalization was based on the notion of conceptual profile of sound pollution. The results indicate a dynamics of the conceptual profile, further than ontological and axiological dimensions, shows an increase of its epistemological dimension after the intervention.

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

Introdução

São vários tópicos da Física que podem ser relacionados com a saúde, porém, neste trabalho, destacaremos relações da física com a fonoaudiologia, com o objetivo específico de ressaltar a saúde auditiva. Em grande parte, esta escolha se deu pelo fato de que aparelhos de som portáteis (MP3, ipod, diskman, 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.

Muitos adolescentes e jovens se expõem às músicas em volume alto para divertimento, mas não estão conscientes de que a exposição à tal intensidade sonora pode resultar em perda auditiva (Chung et al., 2005). O uso excessivo de aparelhos de som portáteis pode causar a redução precoce da capacidade auditiva. O alto volume, no qual são escutadas as músicas, danifica as células responsáveis pelos sons agudos. Essa lesão, que se torna irreversível, é chamada de "perda em gota", pois ocorre progressivamente sem que o jovem perceba o problema (Cordeiro et al., 1994).

Como em qualquer situação epidêmica, em um meio social, a escola tem papel fundamental ao contribuir com a abordagem adequada dos assuntos científicos, contextualizando o conhecimento para que os estudantes o identifiquem como uma solução possível de problemas do seu interesse e do seu cotidiano. A ciência, nesse contexto, pode se tornar mais um critério para tomadas de decisão com relação a escolhas para uma vida saudável, em nosso caso, uma vida auditiva saudável. Quase todos sabem que o cigarro pode levar a morte prematura. De certa forma, essa informação nos dá algum critério de escolha sobre qual atitude pode ser tomada com relação a parar de fumar. Entretanto, nem todos nós sabemos que a música em alta intensidade pode levar a perda induzida de audição.

Para essa compreensão é necessário que os estudantes possam evidenciar que os diversos sons, ruídos, ou mesmo a música, que lhes dá prazer, dependendo de como são ouvidos, pode lhes trazer malefícios fisiológicos ao longo prazo. Em outras palavras, considerar a intensidade do som como um dos aspectos essenciais para compreender a poluição sonora. Atualmente não somos educados para uma discriminação auditiva. No quadro atual de poluição sonora, a preservação auditiva deveria ser tão importante na escola quanto os programas já famosos, como os de anti-fumo, antidrogas e doenças transmissíveis (Fomer, 2004). É preciso identificar a poluição sonora não só como aquela produzida por carros, buzinas ou construções nos meios urbanos; mas também na forma inadequada de se apreciar uma música ou na intensidade alta de uma conversa em um recinto fechado como, por exemplo, a sala de aula. Nas escolas, os ruídos podem causar problemas de interferência na comunicação oral, na atenção e na aprendizagem dos estudantes (Menezes, 2005). Refletindo um estado social, a maior parte dos alunos desconhece os riscos da poluição sonora para saúde (Musiek & Rintelmann, 2004).

Vários conhecimentos da física são deixados de lado no currículo efetivo nas escolas públicas brasileiras. Um desses é o de acústica que, quando tratado, são ensinadas apenas curiosidades sobre a velocidade do som, eco ou efeito Doppler. Quando se trata da intensidade sonora, é apresentado,

no máximo, o espectro sonoro sem correlacioná-lo com uma saúde da audição. Por outro lado, a acústica, 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 & Pro, 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).

Frente a este quadro decidimos por construir uma atividade que tornasse a física um critério para uma discriminação auditiva. Assim, espera-se que os estudantes pudessem reconhecer, neste conhecimento específico, critérios para reconhecer e se proteger das situações nas quais haja poluição sonora. Neste trabalho apresentamos os resultados dessa intervenção, a metodologia de construção das atividades e de avaliação. O trabalho foi realizado em uma escola pública do estado de São Paulo acompanhando estudantes por um período de três anos.

Referencial teórico

Conhecimento e aprendizagem

Tomamos como referencial teórico o modelo de perfil conceitual (Mortimer, 1995) como forma de representação cognitiva de conceitos em sua versão complexificada (Mattos & Rodrigues, 2007; Rodrigues & Mattos, 2007). Para basear as relações estabelecidas entre os conhecimentos utilizados na construção das atividades utilizamos a noção de interdisciplinaridade como um recorte do espaço de conhecimentos que pode ser entendido como um sistema complexo de elementos do conhecimento (Fiedler-Ferrara & Mattos, 2002) e a noção de complexificação do conhecimento cotidiano (Garcia, 1998) para dar conta da construção do conhecimento escolar.

O perfil conceitual é uma representação cognitiva de um conceito. É constituído de diversas zonas, as quais representam as diversas formas de como um determinado conceito é usado por um sujeito (Mortimer, 1995) em diferentes contextos. Aqui utilizamos a noção de perfil conceitual conforme Rodrigues & Mattos (2007), na qual o perfil conceitual é composto por dimensões associadas aos aspectos epistemológicos, ontológicos e axiológicos do conceito. Aprender, nesse modelo, significa uma dinâmica do perfil conceitual, a qual pode ser expressa pelo acréscimo de novas zonas, mas, também, por uma metaconsciência dos contextos de aplicação das zonas do conceito, a percepção de novos contextos de uso e de significado do conceito.

Tratamos o perfil conceitual como uma representação de um sistema complexo, isto é, a representação dos contextos do mundo vivencial. Desta forma, o perfil conceitual, se considerado como um recorte desse sistema complexo, também pode ser tratado como um sistema complexo, cujo grau de complexidade pode ser diferente.

O aprendizado da complexidade do mundo, que implica na construção de perfil conceitual complexo, é, do ponto de vista sócio-histórico, o processo de internalização (Vigotsky, 2001; Mattos et al, 2008). Ou seja, a complexidade do mundo está refletida nas representações cognitivas dos indivíduos. Assim a estruturação da representação do mundo, quando tomamos a realidade global como complexa – pandisciplinar –, podemos compreender que inúmeros recortes são possíveis, entre eles, aqueles disciplinares, interdisciplinares, ou mesmo transdisciplinares (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 recortes para sua resolução (Fiedler-Ferrara & Mattos, 2002). Nessa perspectiva, a dinâmica do perfil conceitual – o aprendizado – é a representação própria das dinâmicas complexas dos vários níveis hierárquicos que se apresentam no mundo vivencial.

Desta forma, se torna necessário buscar as interdependências entre os conhecimentos para tratar os problemas da realidade sem separá-los do contexto em que surgem. Isto significa que os problemas abordados deveriam ser relevantes para os alunos, de modo a ajudá-los a enfrentar os problemas complexos do mundo. Essa perspectiva epistemológica para o conhecimento escolar está baseada na hipótese da integração (Garcia, 1998). Esta hipótese se refere à transformação dos conhecimentos que dão suporte ao conhecimento escolar. 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 frente à dicotomia conhecimentos cotidianos/conhecimentos científicos. Esse ponto de vista remete à interação e evolução conjunta de ambas as formas de conhecimento, na busca de vencer uma dicotomia mais geral, aquela entre conhecimentos gerais/conhecimentos específicos. Assim, assumimos que em um sistema de idéias pode haver subsistemas com diversos graus de coerência e generalidade. Nesse quadro, não se postula a substituição do conhecimento cotidiano pelo científico, mas o enriquecimento do conhecimento cotidiano pelo científico. Também não significa considerar um conhecimento superior ao outro, mas dar à estes conhecimentos os pesos de significado, atribuídos a cada um no contexto histórico-cultural da comunidade escolar.

Uma intervenção, desta forma, deve possibilitar aos alunos que construam, através de atividades escolares, representações complexas que lhe permitam uma melhor compreensão de seu cotidiano. Para isso, o conhecimento escolar não pode ser a redução ou simplificação de uma disciplina científica, mas sim uma proposta de modelagem dos problemas que afetam a vida dos alunos, mesmo que, por sua complexidade, requererem, em seu tratamento, a participação de outras formas de conhecimento.

Na perspectiva complexa os elementos do mundo se explicam como partes do sistema ou como sistemas em si mesmos, os quais estão inter-relacionados, de maneira que qualquer um deles não poderá ser visto de forma isolada, senão através de sua posição e de sua função na organização do conjunto (Garcia, 1998). Assim, analisando sob a perspectiva da complexidade é necessária a construção de pontes ontológicas entre os conhecimentos compartimentados.

Estes pressupostos, na educação escolar e especificamente no nosso caso, implicam no oferecimento, aos alunos e professores, de mecanismos para utilizar os conhecimentos de forma interdisciplinar e possibilitar sua ação 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 meros 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 incluir as expectativas do aluno. A escolha de um tema e o modo da abordagem é um recorte no complexo espaço do conhecimento. Este recorte deve levar em consideração a dinâmica entre os conteúdos a serem tratados, na organização relativa às das áreas de conhecimento selecionadas e no comportamento do professor e do aluno frente aos mesmos. Considerar estes aspectos é fazer um recorte responsável, o qual é baseado em três critérios: o epistemológico, que diz respeito ao "como" conhecemos um objeto, o ontológico, que se refere a "qual a natureza" do objeto e o axiológico, que se refere aos valores e fins do objeto. (Fiedler-Ferrara & Mattos, 2002).

Atividades

As atividades foram construídas, basicamente, em dois níveis de organização: o nível macroscópico, que articula as atividades na forma de ciclos de aprendizagem e; o nível microscópico, o qual representa o nível de organização de cada aula. Estes dois níveis são aqui articulados com base, respectivamente, nos trabalhos de Lawson (2001) e de Uema (2005).

As atividades foram construídas, respeitando a seqüência de ciclos de aprendizagem proposta por Lawson (2001). Podemos, grosso modo, considerar três tipos de ciclos de aprendizagem: descritivo, empírico-abduutivo e hipotético-preditivo. Cada um destes ciclos pode se dividir em três fases, obrigatoriamente consecutivas: exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito (Lawson et al., 1989; Lawson, 2001).

Neste trabalho, somente apresentaremos um conjunto de atividades que se caracterizam mais pela descrição dos fenômenos estudados, indicando que estão mais centradas no ciclo de aprendizagem descritivo. Apesar disso, apresentam uma estrutura hierárquica de ciclos e sub-ciclos, na qual cada grupo de três atividades, constituídas com as três etapas (exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito), pode ser concebido como uma atividade hierarquicamente superior. Estas compõem três grupos que, em seu conjunto, também, respeitam a seqüência de exploração, introdução do conceito e aplicação do conceito.

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 (Lawson et al., 1989). A fase de introdução de conceito permite ao professor introduzir novos conceitos que permitam representar os padrões encontrados e, ao mesmo tempo, articulem explicações os fenômenos tratados na exploração. Na fase de aplicação do conceito os estudantes tentam aplicar os novos conceitos em outras situações, adicionando exemplos, desenvolvendo a abstração e técnicas de generalização (Lawson, 1988; Lawson et al., 1989; Misheno & Lawson, 1999).

A metodologia utilizada em cada atividade para a construção da articulação entre conteúdo e forma didática está baseada nas atividades curtas de multi-abordagens (Uema, 2005). Este tipo de atividade tem se mostrado adequada às condições reais da escola, permitindo que diferentes sujeitos possam aprender por meio de diferentes estratégias. Elas podem ser apresentadas em diversas formas: leituras e discussão de textos, demonstrações, exposição oral, exercícios, filmes, etc., em contraponto as formas didáticas baseadas no discurso autoritário. Estas atividades permitem a introdução de temas interdisciplinares, sem afetar o currículo tradicional e sem atrapalhar as grades horárias.

A escolha das atividades dependerá do tópico curricular em questão e das relações inter ou intradisciplinares que se queira fazer. Estas atividades curtas podem ser aplicadas durante o período de aula ou em aulas extras. A intenção de Uema (2005), com este enxerto curricular, é o de não comprometer o horário escolar, principalmente nas escolas públicas, nas quais são oferecidas, no máximo, duas aulas de física por semana e uma infinidade de tópicos a serem cumpridos. As atividades, construídas dessa forma, dão liberdade para o professor intercalá-las com outros conteúdos, de tal maneira que não comprometa o planejamento curricular.

Neste trabalho apresentamos uma intervenção composta por nove atividades com duração de cinquenta minutos. Nesse sentido, tomamos como referência para a construção das atividades a idéia das "multi-abordagens", mas que não são curtas. Preferimos propor a intervenção no horário regular das aulas, no momento em que o tópico específico "acústica" seria ministrado pela professora. Dessa forma, não fizemos um enxerto curricular, mas fizemos uma mudança de metodologia no ensino da acústica.

Na próxima seção, apresentaremos resumidamente os objetivos de cada ciclo de atividades, fornecendo dados sobre a escola e sobre os estudantes, no qual as atividades foram aplicadas.

Metodologia de pesquisa

Desenho da pesquisa e descrição da amostra

O trabalho de pesquisa foi realizado entre os anos de 2005, 2006 e 2007 (ver tabela 1), com alunos do ensino médio de uma escola pública brasileira. A Escola Estadual Professor Germano Negrini, na cidade de São Roque, no interior do estado de São Paulo, atende a demanda de alunos de

vários bairros da cidade, com diversas condições financeiras, mas em geral possuem baixo poder aquisitivo. Ao mesmo tempo apresentam padrão de consumo suficiente para desfrutar de bens como diskman, ipods e celulares. A escola se localiza à beira da Rodovia Raposo Tavares, que por ser muito movimentada, tem ruído intenso, atrapalhando na comunicação em sala de aula.

A professora era a própria pesquisadora. A superposição do papel de pesquisadora e professora não acarretou problemas quanto à coleta de dados e aplicação das atividades. No caso auxiliou, pois os alunos, a direção da escola e funcionários já eram conhecidos, possibilitando a previsão à respeito das dificuldades e facilidades apresentadas ao aplicarmos os questionário e as atividades. Isto também forneceu subsídios para algumas modificações rápidas ao aplicar as atividades, pois em cada sala a receptividade era diferente, e por conseqüência o modo diferenciado de introduzir as atividades.

A amostra foi composta por três turmas em 2005 (dois terceiros anos e um primeiro ano do ensino médio), seis turmas em 2006 (quatro segundos e dois terceiros anos) e três turmas em 2007 (três terceiros anos). Assim, amostra total é composta por 236 alunos, cujas idades variam entre 15 e 20 anos de idade. Todos os estudantes freqüentavam a escola no período da manhã.

Na tabela 1 apresentamos o processo de identificação dos estudantes, que foram numerados para que pudéssemos identificá-los ao longo de todo período da pesquisa. Em parte, isto foi necessário porque a turma 1º C submetida ao questionário Q1 em 2005, se tornou a turma 2º C em 2006, assim como as turmas que compunham os segundos anos em 2006, passaram a compor as turmas do terceiro ano em 2007. Identificando cada estudante com um número pudemos recuperar suas respostas em diversas etapas da pesquisa. O tratamento longitudinal neste trabalho, tem o sentido de observar a apropriação da dimensão epistemológica do conceito de poluição sonora.

Nosso primeiro levantamento sobre o conceito de poluição sonora, no 3º bimestre de 2005, foi feito para delimitar as representações prévias dos estudantes. Este levantamento foi realizado por meio de um questionário (Q0) com cinco questões dissertativas e uma questão que solicitava a confecção de uma ilustração (D0) e sua descrição (Dd0). No 4º bimestre de 2005, utilizando os dados obtidos no primeiro questionário realizamos outro questionário (Q1), agora com 18 questões focalizando as representações dos estudantes. Além de Q1 solicitamos aos estudantes que fizessem uma ilustração (D1), agora sem descrição.

No 4º bimestre de 2006 foram aplicadas as atividades. Em cada uma das quatro primeiras atividades foi aplicado um questionário (Q2,1, Q2,2, Q2,3, Q2,4). O primeiro índice (2) se refere à segunda avaliação da pesquisa, a qual foi dividida em 4 etapas, aplicadas nas quatro primeiras atividades, e que estão representadas pelos índices 1, 2, 3 e 4.

Ao fim das nove atividades fizemos uma avaliação com um questionário (Q3) composto por 20 questões, das quais algumas já haviam sido aplicadas em Q1. Além de Q3 foram solicitadas ilustrações sobre poluição

sonora (D3) e suas respectivas descrições (Dd3). Por fim, no 1º bimestre de 2007, fizemos uma avaliação, por meio do questionário Q4, com 8 questões, na expectativa de confirmar se o conteúdo das atividades tinha sido de fato interiorizado.

Ano	Identificação dos alunos	Turma	Avaliações
2005	1 ao 21	3°C	Q ₀
	22 ao 43	3°A	D ₀ , Dd ₀
	44 ao 77	1°C(2°C antes)	Q ₁ , D ₁
2006	185 ao 212	2°A	Q _{2,1} , Q _{2,2} , Q _{2,3} , Q _{2,3} , Q ₃ , D ₃ , Dd ₃
	157 ao 184	2°B	Q _{2,1} , Q _{2,2} , Q _{2,3} , Q _{2,4} , Q ₃ , D ₃ , Dd ₃
	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
	136 ao 156	2°D	Q _{2,1} , Q _{2,2} , Q _{2,3} , Q _{2,4} , Q ₃ , D ₃ , Dd ₃
	106 ao 135	3°A	Q _{2,1} , Q _{2,2} , Q _{2,3} , Q _{2,4} , Q ₃ , D ₃ , Dd ₃
	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

Tabela 1.- Identificação dos alunos para citação no decorrer do trabalho. (*14 alunos mudaram de escola ou período; **total de 86 alunos, pois alguns mudaram de período e outros são alunos novos).

Atividades

As atividades foram construídas visando abranger o menor número de aulas possível. As atividades, de uma forma geral, foram diversificadas com aulas práticas, discussões, aulas expositivas, aplicação de cálculos e conceitos, além de trabalho de campo para se adequar ao critério metodológico de multi-abordagem. As atividades foram aplicadas, em 2006, em quatro turmas de segunda série (104 alunos relativos às turmas 2º A, 2º B, 2º C e 2º D) e em duas turmas de terceira série (62 alunos). Assim, amostra submetida à intervenção foi composta por 166 alunos, cujas idades variam entre 16 e 20 anos de idade. Na tabela 2 apresentamos de forma sumária as atividades, as quais podem ser encontradas desenvolvidas e comentadas em detalhes em Bastos (2007).

Ciclo	Atividade	Sub-ciclo
Exploração	1. Respeitando as escolhas musicais	Exploração
	2. O conceito de saúde	Introdução do Conceito
	3. Tipos de Poluição	Aplicação do conceito
Introdução do Conceito	4. Nível sonoro	Exploração
	5. Ondas Sonoras e o aparelho auditivo	Introdução do Conceito
	6. Fisiologia da audição	Aplicação do conceito
Aplicação do conceito	7. Poluição Sonora	Exploração
	8. Sons musicais e ruídos	Introdução do Conceito
	9. Como cuidar da sua saúde auditiva	Aplicação do conceito
Avaliação	10. Questionário (Q ₃)	Avaliação das atividades

Tabela 2.- O ciclo de atividades e seus sub-ciclos.

Como se pode ver na tabela 2, as atividades estavam foram construídas em ciclos e sub-ciclos de 3 atividades. Cada sub-ciclo compunha uma parte dos ciclos da intervenção. A seguir apresentamos a descrição das atividades em cada sub-ciclo:

Primeiro ciclo de atividades – *Exploração do conceito*. Neste ciclo o principal objetivo foi o de explorar relações entre os conceitos de poluição sonora e saúde.

Atividade 1 – Respeitando as escolhas musicais. O objetivo desta atividade foi o de discutir sobre os gostos individuais quanto aos tipos de música, contrapondo a idéia de poluição sonora como “música que não gosto”.

Atividade 2 - O conceito de saúde. Nesta atividade discutimos sobre o conceito de saúde. Este conceito tem, na maioria das vezes, concepções relacionadas a doenças contagiosas, degenerativas, etc, sem referência clara à audição. Não tivemos a intenção de aprofundar e analisar os vários conceitos de saúde encontrados na literatura, mas apenas mostrar sua polissemia e sua relação com poluição sonora.

Atividade 3 – Tipos de Poluição. Na terceira atividade apresentamos as conseqüências dos vários tipos de poluição para o meio ambiente. Não foram apresentadas conclusões prontas para os alunos, mas nosso objetivo era que ele pudesse compreender as relações entre saúde e poluição, em particular poluição sonora. Aqui começamos a estabelecer algumas relações entre poluição sonora com música em grande intensidade.

Segundo ciclo de atividades – *Introdução ao conceito*. Neste ciclo o objetivo foi o de introduzir conceitos que permitissem fundamentar a relação entre poluição sonora e saúde.

Atividade 4 – Nível sonoro. Na atividade quatro introduzimos de forma mais profunda o tema da poluição sonora. Exploramos formas de medida da poluição sonora e de maneiras de se realizar diagnósticos relacionados aos possíveis problemas auditivos de causa social e natural. As relações entre física, música e poluição sonora foram sendo estabelecidas com o estudo de um teste de audiometria e com a exploração de alguns conceitos físicos básicos de ondas e acústica.

Atividade 5 - Ondas Sonoras e o aparelho auditivo. Na quinta atividade fornecemos vários conceitos físicos relacionados às ondas sonoras e sua interação com o ouvido, utilizando experiências de baixo custo. Realizamos demonstrações ilustrando como se dá o funcionamento da membrana timpânica ao receber uma onda sonora.

Atividade 6 – Fisiologia da audição. Na sexta atividade apresentamos a aplicação de um modelo físico do funcionamento do aparelho auditivo. Foi apresentada uma simulação da onda sonora se propagando no ouvido, sendo enfatizado o mecanismo de alavanca e sua relação hidráulica.

Ao final do segundo sub-ciclo observamos que alguns estudantes começaram a formular questões relativas a utilização de alguns conceitos em problemas ligados ao seu cotidiano.

Terceiro ciclo de atividades – *Aplicação do conceito*. Neste ciclo o objetivo foi de que os estudantes pudessem identificar as relações entre poluição sonora e saúde por meio de conhecimentos físicos, os quais seriam incluídos como novos critérios para uma vida saudável.

Atividade 7 – Poluição Sonora. Nesta atividade utilizamos reportagens sobre as várias fontes de poluição sonora, mas que enfatizam a música em alta intensidade como a maior vilã da perda induzida pelo ruído. Os alunos exploraram o texto e realizam uma síntese dos pontos que mais lhes chamaram atenção.

Atividade 8 – Sons musicais e ruídos. Na oitava atividade introduzimos a definição de ruído e quais lesões podem ocorrer no ouvido com a exposição a níveis sonoros inadequados. Os alunos apresentaram bastante apreensão e curiosidade ao refletirem sobre as possíveis alterações ocorridas no ouvido após participarem de shows, festas ou a utilização do fone de ouvido.

Atividade 9 – Como cuidar da sua saúde auditiva?. Na nona atividade apresentamos algumas idéias de como preservar a audição e aplicar grande parte do conteúdo das atividades anteriores no cotidiano dos alunos.

Atividade 10 – Avaliação. Esta atividade tinha como objetivo avaliar a apropriação da dimensão epistemológica do perfil conceitual de poluição sonora. Assim, aplicamos um questionário (Q3) para ter um controle de como as representações das relações entre poluição sonora e saúde estavam se estabelecendo.

Na próxima seção mostraremos as categorias que foram construídas para auxiliar na análise de dados. Estas categorias serão utilizadas como recurso para análise da dinâmica do perfil conceitual dos estudantes.

Questionários e categorias de análise

Questionários preliminares Q_0, D_0, Dd_0, Q_1, D_1

Devemos levar em conta as idéias prévias dos alunos para delimitar os objetivos e para organizar os conteúdos. Com este intuito levantamos alguns conhecimentos prévios dos alunos sobre poluição sonora. Assim, realizamos um levantamento preliminar com as turmas 3°C e 3°A no terceiro semestre de 2005. Estes estudantes representam uma amostra das formas de representar poluição sonora dessa faixa etária e escolar. Entendemos que níveis genéticos sócio-histórico e ontogenético (Wertsch, 1985) dessa amostra são os mesmos, afinal pertencem a um mesmo meio sócio-cultural. Apesar das biografias dos estudantes serem diferentes, podemos dizer que o nível microgenético apresenta regularidades que indicam formas de representação razoavelmente semelhantes, afinal cursaram todos a mesma escola e tiveram a mesma professora. Assim, podemos considerar os dados obtidos com os estudantes dos terceiros anos (em 2005) como referência dos conhecimentos prévios de todos os estudantes, principalmente se consideramos as dimensões ontológicas e axiológicas do perfil conceitual.

O levantamento foi realizado por meio do questionário Q0, composto por 5 questões e a solicitação de uma representação imagética (D0) agregada à sua respectiva descrição (Dd0). A partir dessa análise prévia determinamos um conjunto de significados do conceito, o que nos permitiu inferir algumas categorias prévias para os questionários subsequentes (Bastos, 2007).

As respostas obtidas com a avaliação inicial (Q0) nos indicaram o uso de três diferentes critérios para determinar o que era poluição sonora. São eles os critérios emocional, estético e fisiológico.

Baseados nesses critérios, realizamos uma segunda avaliação na turma 1°C, no quarto semestre de 2005. O questionário Q1 (18 questões) focalizou as percepções subjetivas dos estudantes e foi dividido em grupos de questões baseadas nas categorias prévias. Apenas para controle, no sentido de certificar se as categorias se mantinham com relação ao questionário anterior, mantivemos a solicitação de uma representação imagética (D1), porém, agora, sem uma descrição. Esta simples solicitação mostrou que o universo de representação de poluição sonora dos estudantes do 1°C, não deferiu qualitativamente das representações feitas pelos estudantes dos terceiros anos (turmas 3°C e 3°A), confirmando a hipótese dos níveis genéticos, apresentada acima.

As categorias que aparecem nos dados levantados com Q0, D0 e Dd0, são as mesmas que aparecem em Q1 e D1, são elas: Referências ao local (grandes cidades), a qualidade (barulhos urbanos, gritos, conversas simultâneas, shows, etc), a qualidade de música (som alto, ruídos, música que não gosta, instrumento musical) e conseqüências (morte, irritação, surdez, dores de ouvido e cabeça). Estas categorias puderam ser classificadas a posteriori com a análise conjunta das respostas dos questionários e das representações imagéticas.

As categorias se prestaram a diferenciar o sentido de poluição sonora e sua relação, por exemplo, com a música. Essa relação em particular é de grande importância, pois grande parte do problema educacional, como apontamos, está ligada ao fato de que os estudantes não perceberem que música, em grande volume, do ponto de vista da física e da saúde, é considerada como poluição sonora.

Um dos resultados que mais se destaca é de que os alunos só consideram como poluição sonora a música que não faz parte do seu repertório de músicas preferidas. 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, cuja intensidade, normalmente, está acima dos decibéis permitidos. Muitos se referem às conseqüências para audição, a submissão a sons de intensidade muita elevada, como um "zumbido" ou "apito" nos ouvidos. Tanto nos levantamentos imagéticos quanto nas suas descrições, a poluição sonora é definida como os ruídos que se destacam mais em ambientes abertos (Bastos, 2007).

Questionário Q₂, Q₃ e Q₄

Com o estabelecimento de um conjunto de critérios de análise as atividades foram montadas e aplicadas a partir no segundo semestre de 2006. A cada atividade eram realizadas avaliações (Q2,1, Q2,2, Q2,3, Q2,4) cujo objetivo era determinar se as representações sobre poluição sonora começavam a incluir os conhecimentos tratados nas atividades. Ao final das atividades aplicamos o questionário Q3 como forma de avaliação da intervenção. Finalmente, no início do ano letivo de 2007, aplicamos o

questionário Q4 com a intenção de verificar a apropriação dos conceitos trabalhados no ano anterior e corroborar os resultados obtidos com Q3.

Os três critérios propostos (fisiológico, estético e emocional), aplicados individualmente, não davam conta da diversidade das respostas. As repostas dos estudantes apresentavam critérios sobrepostos em uma mesma resposta. Assim, passamos a utilizar outras categorias, nas quais podiam ser classificadas dois ou mais critérios.

Dado o grande volume de dados coletados, estabelecemos um conjunto de cores para representar as categorias e permitir uma melhor visualização dos trechos dos enunciados classificados em cada uma das categorias. A tabela 3 traz uma síntese das categorias utilizadas e de suas representações:

Categoria		Cor	Explicação
Estético		Amarelo	Diz respeito às opiniões pessoais.
Emocional		Azul claro	Diz respeito aos sentimentos.
Fisiológico		Verde Claro	Diz respeito aos conhecimentos específicos.
Estético + Emocional		Cinza	Expressa opiniões pessoais e sentimentos.
Estético + Fisiológico		Rosa	Utiliza os conhecimentos específicos sem deixar de lado a opinião pessoal.
Emocional + Fisiológico		Vermelho	Utiliza os conhecimentos específicos com os aspectos emocionais.
Emocional + Estético + Fisiológico		Branco	Significa que os estudantes conseguem utilizar todos os critérios de tal forma que sabem aplicá-los segundo o contexto.
Sem categoria	Inconclusiva	Verde Escuro	Explicações idênticas às do texto ou ao seu uso irrefletido.
	Sem expressão	Azul escuro	Respostas incompletas, dados suficientes para classificá-los com base nos critérios adotados, provável incompreensão do aluno.
	Sem resposta	Marrom	Não respondeu.

Tabela 3.- Nome das categorias (critérios), cor associada e sua descrição.

Ao analisarmos as respostas, alguns critérios lingüísticos foram adotados permitindo uma diferenciação mais refinada entre os critérios estético e emocional. Por exemplo, uma das palavras mais utilizada pelos estudantes é "gosto". Este termo pode se referir a opinião do estudante sobre o estilo de música, o seu gosto pessoal pelo ritmo musical. Dessa forma o enunciado seria classificado como se estivesse baseado no critério estético. Mas se a palavra "gosto" se remeter à gostos relativos aos seus desejos ("curtição", "agitação", etc) ou as sensações despertadas, classificávamos a resposta baseados pelo critério emocional.

Na próxima seção apresentaremos a análise dos questionários Q2, Q3 e Q4 baseado nas categorias apresentadas (Tabela 3) para, ao fim, enfocarmos uma análise da dinâmica do perfil conceitual dos estudantes.

Análise das respostas aos questionários

Questionário durante as atividades (Q₂)

No primeiro ciclo (exploração de conceitos) foram aplicadas três atividades. A primeira atividade, "Respeitando as escolhas musicais", objetivava levantar a discussão sobre os gostos individuais com relação aos tipos de música. Nesta primeira atividade aplicamos o questionário Q_{2,1}. Na tabela 4 apresentamos suas questões e alguns exemplos de respostas

1. Quando a música é ruim?
"Quando a letra não expressa nada". (78)
"Acho que não existe música ruim, depende do gosto de cada um". (80)
"Quando não passa nenhuma mensagem legal". (203)
"A música é ruim quando eu não gosto do estilo". (148)
"Quando não tem ritmo e a pessoa não tem a voz para cantar".(176)
"É algo complexo de se dizer pois gosto é algo realmente indiscutível". (114)
2. Como gosto é pessoal, será que existe outra forma que possibilite dizer que a música é ruim?
"Não, não há música ruim, e sim gostos diferentes sobre a música". (189)
"Quando o canto não é adequado para música". (175)
"Quando os instrumentos não estão entrosados, quando um instrumento sai fora do tom, e quando não seguem o compasso devidamente". (216)
"Não porque cada pessoa possui gosto diferente, isso que chama personalidade e vai de cada um". (119)
"Sim quando gosto da música não me incomoda como o som esta saindo, se esta alto ou baixo para mim sempre é bom".(84)
3. Ao escutar o ritmo musical que te agrada em casa ou, em um show ou, na balada, em algum momento ele te incomoda ou, se torna ruim?
"Não porque quando eu gosto da música, nunca vai me incomodar. Pode ser alto ou baixo eu sempre vou achar bom, só se eu estiver enjoada da música". (199)
"Não pois quando eu gosto do ritmo da música eu posso ouvi-la em qualquer situação e ela vai me agradar da mesma forma. Sim, mas quando é alto é bem melhor". (147)
"Nenhum momento me incomoda sempre gosto de escutar alto".
"Em momento nenhum me incomoda pelo contrario quanto mais eu ouvir mais eu gosto e cada vez mais alto". (117)
4. Ser "ruim" interfere na sua saúde?
"Não porque cada um gosta de um estilo de música, se eu não gostar eu saio de perto". (204)
"Não sei, se isto é possível. É claro que se a música é ruim, alegre não irei ficar".
"Acho que sim, interfere muito na parte emocional das pessoas".
"Sim pois estressa, deixa com uma dor de cabeça danada [forte] e te deixa irritada".

Tabela 4.- Questionário Q_{2,1}, com exemplos de resposta por questão (aluno).

É possível observar que as respostas indicam, em sua maioria, a ligação de poluição sonora com gosto musical e não há relação da saúde auditiva com o alto nível sonoro da música. Isto corrobora os dados obtidos com os questionários Q₀ e Q₁ (Bastos, 2007). No gráfico da figura 1 podemos observar que a resposta da maioria dos alunos se enquadra no critério estético. Não há respostas que se referem à saúde auditiva.

Notamos pela análise do gráfico (Figura 1) que a maioria das respostas de Q_{2,1} se encaixa segundo os critérios estético e emocional. Entretanto,

enfazamos que é só a partir da terceira atividade, que introduzimos conceitos físicos relacionados à audição, possibilitando o estabelecimento de novas zonas do perfil conceitual.

Este gráfico mostra, de certo modo, a distribuição de sentidos que os estudantes atribuem às questões. A dispersão dos dados é uma importante informação quando queremos compreender as relações entre o perfil conceitual dos indivíduos e a significados atribuídos, na linguagem socialmente estabilizada, a um determinado conceito.

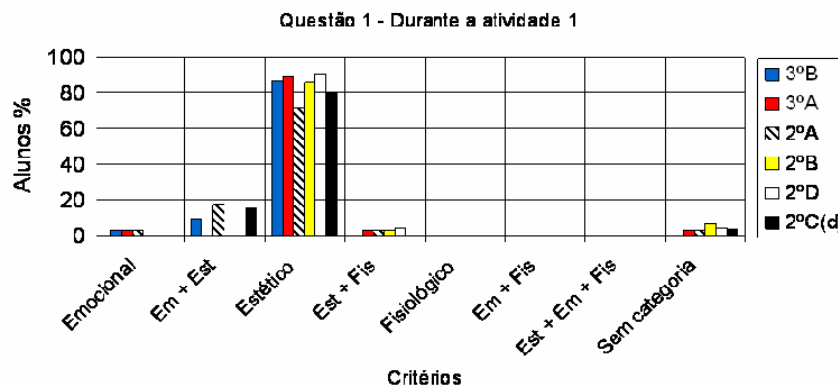


Figura 1.- Gráfico da categorização das respostas de Q_{2,1} na questão 1.

Questionário pós-atividades (Q₃)

A última atividade (atividade 10) foi a de avaliação (Q3), cuja estrutura foi baseada no questionário Q1. Retiramos algumas questões de análise de conhecimento prévio cujo aproveitamento, mediante as respostas analisadas, não foram de proveito. Outras foram re-elaboradas e acrescentados comandos como: explique, comente, etc.

Assim, ao analisarmos as respostas, verificamos que algumas apresentavam sínteses, ficando evidente o entendimento e a apropriação de conceitos trabalhados nas atividades. Aqui apresentamos a seleção de algumas questões que levaram os alunos a realizar sínteses do conteúdo visto nas atividades. Nas respostas a estas perguntas aparecem os três critérios (fisiológico, estético e emocional) na mesma resposta, sendo classificadas na categoria "branco". Fica claro, neste tipo de resposta, que o aluno sabe diferenciar e utilizar os três critérios de acordo com o contexto.

Pudemos identificar que a categoria "branco" aparece, muito claramente, nas respostas às questões 1, 9, 10, 12, 13 e 16. As repostas às outras questões não se mostram claras o suficiente para que a resposta permitisse uma classificação de interesse. Assim, neste trabalho focaremos as respostas dadas ao primeiro grupo de questões.

É preciso ter em mente que um questionário, como instrumento de avaliação de perfis conceituais, precisa ser construído tendo a perspectiva de remeter quem responde à um contexto específico no qual possamos avaliar o sentido do enunciado feito (Mattos & Viggiano, 2007). Cada pergunta pode induzir o sujeito a um determinado contexto, dessa forma, com as perguntas síntese, buscamos avaliar se houve alguma mudança no perfil conceitual de poluição sonora dos estudantes. Verificando se o sujeito incluiu a dimensão epistemológica nas suas repostas.

1 – Quando a música alta é boa?	
"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
"A música alta é boa quando não incomoda o ouvido e você gosta da música".	183, Est+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?	
"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
"Estressante. Com certeza, porque mesmo sendo a música que gosto, me estressa ouvi-la muito alta".	187, Est+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.	
"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
"Sim em situações em que ela é escutada com muito exagero".	58, Est+Em+Fis
12 – Você estabelece alguma relação entre música e poluição sonora? Explique.	
"Sim. Uma música muito alta é uma poluição sonora".	203, Est+Em+Fis
"Sim, porque a música com intensidade muito alta sabemos não faz bem o mesmo com a poluição sonora".	181, Est+Em+Fis
"A música quando colocada em volume muito alto é uma poluição sonora".	118, Est+Em+Fis
13 – Você estabelece relações entre física–audição–música–poluição sonora? Explique.	
"Sim porque musica em alto volume é poluição sonora e prejudica a audição e na física calcula a intensidade".	204, Est+Em+Fis
"Sim só não sei explicar muito bem".	169, S/expressão
"Sim estão todos relacionados".	150, Inconclusiva
16 – Ouvir música é saudável?	
"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
"Sim em algumas ocasiões ela ajuda a acalmar, relaxar, a distrair, animar e esquecer as coisas".	198, S/expressão

Tabela 5.- Exemplos de resposta das questões 1, 9, 10, 12, 13 e 16 do questionário Q₃. A identificação e classificação correspondem a número de identificação do aluno, do questionário, da questão e a classificação da resposta.

A categorização de algumas questões só pode ser feita com a análise do conjunto de questões respondidas pelo sujeito. Em alguns casos as respostas eram curtas impedindo a compreensão do sentido que o sujeito queria dar ao seu enunciado. Assim, em vários casos houve necessidade de analisarmos as respostas de várias outras perguntas para esclarecer o sentido de algumas afirmações.

Apesar de algumas questões apresentarem ambigüidades, o que gerou uma diversidade de respostas, nos foram úteis, pois na maioria das vezes esclareciam termos que foram utilizados nas perguntas síntese. Em várias respostas, de outras perguntas, o aluno expressava o entendimento do objetivo das atividades, o que nos permitia analisar alguma mudança nas zonas do perfil conceitual.

Na questão 19 (D₃ – Represente em um desenho a poluição sonora?) obtivemos um conjunto de representações imagéticas dos estudantes, que acoplada à questão 20 (Dd₃ – Descreva o seu desenho. Coloque as razões que te levaram a representar desta forma poluição sonora?), nos permitiu determinar algumas características típicas das representações de poluição sonora neste estágio da intervenção, como apresentado na tabela 6.

Q ₃ , 20 (Dd ₃) – Descreva o seu desenho. Coloque as razões que te levaram a representar desta forma poluição sonora?
"Bom, o meu desenho quer dizer que ouvindo música alta e principalmente com fones de ouvido causa danos a audição." (140)
"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". (82)

Tabela 6: Exemplos de resposta da questão 20 do questionário Q₃.

Análise das respostas do questionário Q₃

Os gráficos das figuras a seguir se referem à análise das respostas ao questionário Q3 dos 166 estudantes que participaram da intervenção. Várias questões permitem uma interpretação aberta do contexto ao qual se referem, dando liberdade aos estudantes para definir o contexto de sua resposta. É preciso observar que, nos gráficos, adotamos a classe do "2°C antes" (1°C) como padrão de comparação com o total dos alunos. Isto nos permite observar se novos critérios foram adotados após as atividades.

Na primeira questão (Q3,1 - Quando a música alta é boa?) observamos que em relação ao parâmetro houve apenas uma variação do número de respostas por categoria (Figura 2). Porém, é possível identificar, o aumento do número de respostas baseadas em certas categorias e o desaparecimento de outras, sugerindo uma alteração do perfil conceitual dos estudantes. Podemos notar que houve um aumento considerável do número de respostas totais na categoria "branca", na qual todos os critérios (Fis+Est+Em) foram encontrados nas respostas. Podemos notar, também, uma pequena diminuição no número de respostas "sem categoria" que, nesse momento, poderia ser considerada uma flutuação.

Por outro lado, a questão 9 (Q3,9 - 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?), teve uma dispersão considerável das categorias das respostas (Figura 3). Como na primeira avaliação, isso se justifica, em parte, pela flexibilidade no entendimento do contexto da questão, porém, é possível ressaltar alguns aspectos que deixam clara uma alteração do perfil conceitual dos sujeitos. Apesar do acréscimo do termo "que você gosta" delimitar ainda mais o contexto da

pergunta, reforçando o critério estético (ou emocional), podemos notar que há o desaparecimento da categoria "cinza" (Em+Est).

Isso não significa, necessariamente, o abandono dos critérios, mas provavelmente o acréscimo da dimensão fisiológica. O aumento considerável da categoria "branca" (Fis+Est+Em) e a diminuição considerável dos "sem categoria" reforçam a idéia de uma dinâmica das zonas do perfil conceitual dos estudantes.

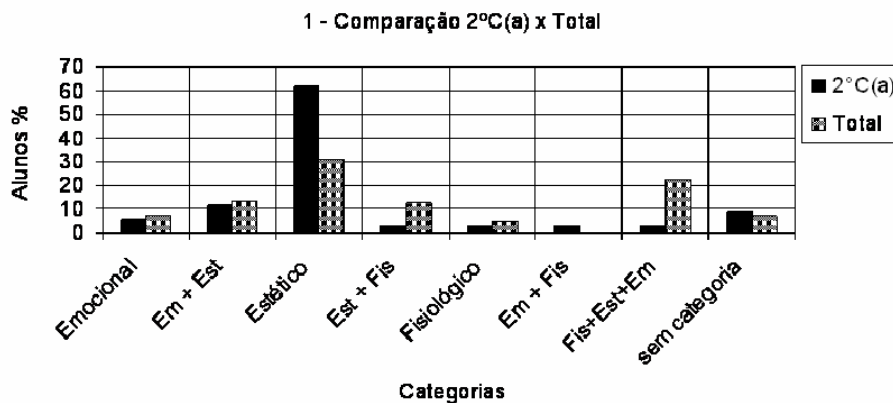


Figura 2.- Gráfico de comparação das respostas à questão (Q₃,1) da turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades), utilizando as respostas da questão 1.

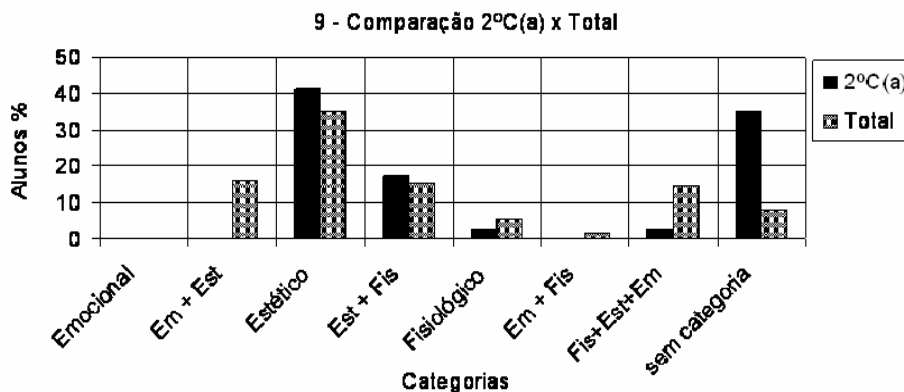


Figura 3.- Comparação da categorização das respostas à questão (Q₃,9) da turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades)

A questão 10 (Q₃, 10 - A música pode ser classificada como poluição sonora? Em que situações? Explique.), teve acrescentado a solicitação "explique" para que os estudantes ampliassem seu discurso nas respostas, apesar de no questionário Q1, as respostas já apresentavam uma extensão suficiente para análise. A pergunta, bem mais fechada que as outras, exige do estudante uma tomada de decisão, explicitando assim os critérios de escolha. Notamos claramente a migração da categoria cor amarela (Est) para a categoria "branca" (Fis+Est+Em) (Figura 4). A inclusão dos critérios fisiológicos nas respostas não pode ser justificada apenas pela alteração na questão, afinal apesar de respostas mais bem explicadas, o que efetivamente se alterou foi o critério utilizado para a escolha.

A questão 12 (Q3,12 – Você estabelece alguma relação entre música e poluição sonora? Explique.). Da mesma forma que a questão anterior (Q3,10), solicitamos uma ampliação das razões que sustentam a resposta. Esta pergunta enfoca diretamente o conteúdo das atividades e remete o aluno ao contexto que desejamos. Assim, podemos avaliar se houve o surgimento de novas zonas o perfil conceitual do aluno. Podemos notar que houve uma menor dispersão dos dados, e uma migração maciça para a categoria “branca” (Fis+Est+Em), que até então, não entrava no rol das respostas dos estudantes (Figura 5). O surgimento dessa categoria indica, claramente, a apropriação de certos discursos adequados ao contexto da pergunta e da situação escolar de avaliação.

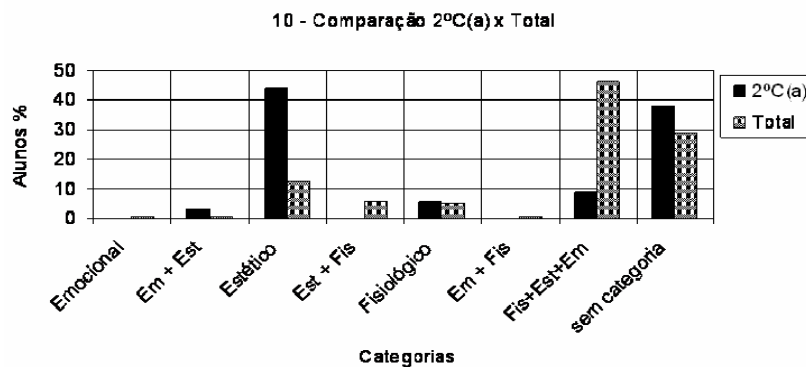


Figura 4.- Comparação da categorização das respostas à questão (Q₃,10) da turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades).

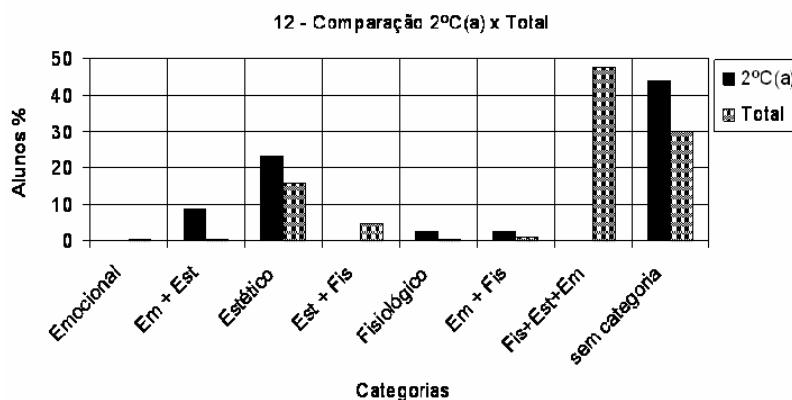


Figura 5.- Comparação da categorização das respostas à questão (Q₃,12) da turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades).

A questão 13 (Q₃,13 – Você estabelece relações entre física–audição–música–poluição sonora? Explique.). Da mesma forma que a questão anterior (Q₃,12) procuramos fechar ainda mais o contexto para avaliarmos se novos critérios foram adquiridos logo após a intervenção. Como podemos ver no gráfico da Figura 6, uma porcentagem significativa de estudantes, que antes não tinham opinião ou desconheciam as relações entre os termos da questão, passaram a se manifestar baseados em critérios correspondentes à categoria “branco” (Fis+Est+Em). Essa mudança indica o surgimento de uma nova forma de representação das relações entre os conceitos apresentados na questão. O que nos sugere o surgimento de zonas diferenciadas de perfil conceitual nos estudantes.

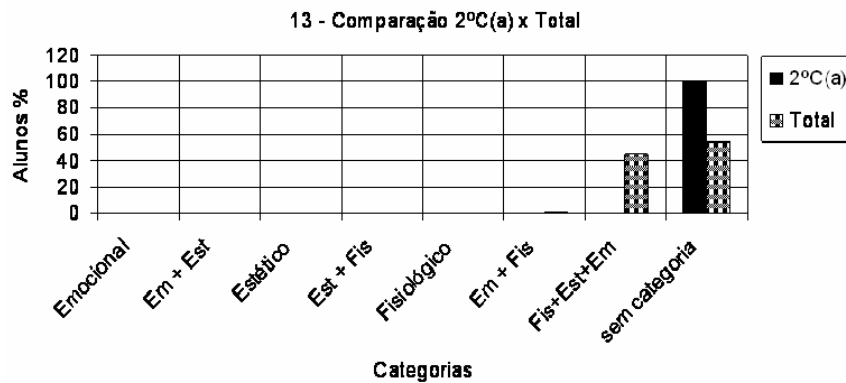


Figura 6.- Comparação da categorização das respostas à questão (Q₃,13) da turma 2°C (antes) com o total de alunos (após as atividades)

A dispersão dos resultados, do ponto de vista metodológico, muitas vezes preocupa, pois pode indicar uma imprecisão na questão. Aqui assumimos essa imprecisão como inerente ao instrumento de medida. As questões propõem contextos, os quais não são compreendidos, necessariamente, por quem a responde. Aceitar essa imprecisão como constituinte das relações comunicativas e de negociação de significados não implica em uma aceitação fatalista. Assim, procuramos outras razões que pudessem levar a dispersão das respostas, entre elas as diferentes relações entre professor e turma. A diversidade das turmas e das relações negociadas em cada uma delas com o professor pode ser uma razão para a diferenciação de respostas entre turmas. Porém, segundo análise de dados obtidos com o diário de bordo e de relatos do professor, não há correlação entre a dispersão das respostas e o comportamento dos alunos em sala de aula. A análise do questionário Q₄, na próxima seção, serve para corroborar a idéia de que a dispersão dos dados é em grande parte resultado das diferentes ressonâncias entre enunciado e contexto dos sujeitos que respondem o questionário. Quanto mais definido o contexto da questão, menos a dispersão dos dados.

Questionário Q₄

Para confirmar o resultado favorável obtido com a análise de dados, elaboramos um novo questionário (Q₄). Este questionário foi aplicado na mesma escola, no início do ano letivo de 2007. Três turmas de terceiro ano, em um total de 86 alunos responderam ao questionário. Estes estudantes faziam parte das quatro turmas do 2º ano do ensino médio que participaram, no ano anterior, da intervenção. Apenas nove alunos que não tiveram contato com as atividades.

O objetivo do questionário Q₄ foi o de verificar se os estudantes se apropriaram do conteúdo desenvolvido nas atividades, atribuindo algum significado na sua vida. As questões apresentadas foram as seguintes:

1. Que conteúdos de física foram mais significativos para você vistos no 2º ano do ensino médio? Por quê?
2. Dos tópicos vistos o ano passado, qual deles teve aplicação em sua vida diária? Explique.

3. Alguns tópicos de física foram relacionados como critérios para uma vida saudável? Explique.
4. Que conteúdo ou aula de física que você mais gostou no ano passado? Por que?
5. Descreva algumas características que um professor deve ter para ser considerado um "bom professor".
6. Dê sugestões para que a aula de física seja divertida e prazerosa.
7. Em algum momento das aulas de física de 2006, você pôde comprovar que "a física ensina e previne"? Descreva a situação.
8. Complete a história utilizando: audição, nível sonoro, física, música, poluição sonora e saúde. "Um indivíduo foi a uma balada..."

O questionário foi construído de modo que não estivesse diretamente ligado à intervenção realizada no ano anterior. Assim, das 8 questões, apenas a última se referia de forma direta aos conteúdos tratados na intervenção. Em função disso, neste trabalho, apresentamos apenas a análise da última questão, baseados nas mesmas categorias utilizadas na análise de Q₃ (Tabela 3).

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

Tabela 7.- Exemplos de resposta da questão 8 do questionário Q₄, onde são identificados aluno e classificação.

Observe que os enunciados estão claros, são utilizando os conceitos vistos nas atividades e sugerem consciência das mudanças de atitude necessárias para uma vida saudável.

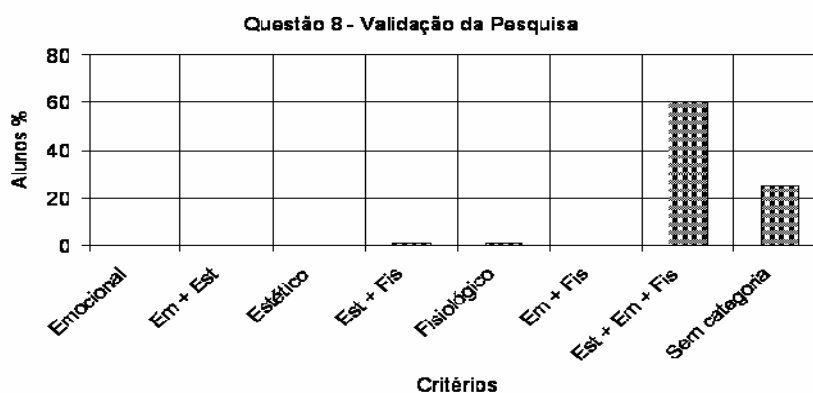


Figura 7.- Comparação da categorização das respostas à questão (Q₄,8).

As respostas dadas neste questionário foram classificadas como mostra o gráfico da Figura 7. Grande parte das respostas foi classificada na categoria branca (Fis+Est+Em). Esse resultado indica uma tendência já apontada com os resultados obtidos na questão (Q3, 13). A diferença, significativa, é que o aumento do número de respostas nesta categoria pode indicar que mesmo os estudantes cuja resposta não tinha sido classificada nessa categoria agora estão. Isto indica uma apropriação do conteúdo, reforçada pela percepção da utilidade desses critérios no seu cotidiano. Mesmo passados 2 meses de férias, sem contato com a escola, os argumentos utilizados estão baseados nos critérios emocionais, estéticos e fisiológicos, mostrando alguma estabilidade nas zonas de perfil, muito provavelmente criadas durante a intervenção realizada na escola.

Conclusões e perspectivas

Neste trabalho demonstramos a dinâmica do perfil conceitual dos estudantes, coletando dados antes, durante e depois das atividades, além de um questionário de finalização que analisa a tomada de consciência dos alunos com relação ao conteúdo desenvolvido nas atividades. As atividades foram elaboradas seguindo o ciclo descritivo de Lawson, sendo que a finalidade não foi avaliar a eficiência do ciclo na aprendizagem, mas como se dá a mudança de perfil conceitual dos alunos com relação a poluição sonora.

Os dados coletados durante a pesquisa são extensos, e muitos deles não foram utilizados em detalhes. Analisamos com mais rigor os dados escritos que nos fornecem maior confiabilidade no estudo desejado da dinâmica do perfil conceitual, já que obtivemos dados durante cada parte da pesquisa, possibilitando comparações entre etapas e turmas diferentes.

Surpreendemo-nos com a dinâmica ocorrida no perfil conceitual dos estudantes e passamos a analisar também o contexto de acordo com as perguntas formuladas e as respostas dadas pelos alunos. Além disso, começamos a estudar as possíveis conexões com as dimensões do perfil conceitual. Durante o trabalho procuramos, através de vários exemplos, esclarecer as classificações e também deixar os gráficos de fácil leitura, relacionando as dispersões das respostas ao contexto.

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 apenas originou uma nova zona do perfil conceitual. Do ponto de vista do modelo proposto, os estudantes alteraram o perfil conceitual anterior, enriquecendo seus critérios de julgamento com relação à poluição sonora.

O questionário 4, especificamente a questão 8 mostra resultados satisfatórios, indica com bastante nitidez a inserção de novas zonas no perfil conceitual do aluno. Essa etapa de aprendizado trouxe aos alunos a possibilidade de discernir o que é saudável, aplicando os conteúdos escolares sem deixar de lado os critérios estéticos e emocionais, que já faziam parte da vida cotidiana dos indivíduos. Este resultado evidencia um estágio de aprendizado de segunda ordem, no qual novas zonas são

incluídas no perfil conceitual, mas ainda são acessadas em função do contexto sem consciência do indivíduo.

Fica claro, de certa forma, que cada um destes conhecimentos, científico e cotidiano, deve estar inserido no conhecimento escolar. E, o recorte escolhido para sua apresentação, deve ser feita de forma responsável, na qual os critérios epistemológico, ontológicos e axiológicos estejam claros. O recorte que utilizamos foi o interdisciplinar. Como afirmamos este recorte ao ser apresentado para os estudantes, já sintetizado pelo professor, aumenta as chance de que eles consigam complexificar seus conhecimentos anteriores, incluindo novos elementos e novas relações entre eles, tornando sua representação mais complexa.

Durante este trabalho analisamos as respostas dos estudantes por meio dos critérios estéticos, emocionais e fisiológicos, fazendo uma breve análise do que poderia ser considerada uma dinâmica do perfil conceitual.

Esta perspectiva abre caminho para novos trabalhos de pesquisa, cujos objetivos são o de estudar como se dá a dinâmica do perfil conceitual considerando-se as relações entre suas zonas e os contextos de uso (Rodrigues & Mattos, 2007; Mattos & Rodrigues, 2007; Mattos & Viggiano, 2007). O estudo da dinâmica do perfil conceitual implica em compreender como as zonas do perfil são estabelecidas, ou seja, como se dá o aprendizado. Da mesma forma é necessário estabelecer quais dimensões – epistemológica, ontológica e axiológica – têm maior prevalência para a compreensão de certos contextos (Mattos & Viggiano, 2007).

Avançando na tentativa de representar o perfil conceitual em suas dimensões, relacionando-as com os critérios aqui utilizados, construímos o gráfico ternário apresentado na figura 8. Essa representação segue as cores utilizadas na identificação dos critérios utilizados na classificação do questionário 1.



Figura 8.- Gráfico ternário para representação geométrica das dimensões do perfil conceitual.

É claro também que as relações entre critérios e dimensões, não são delimitadas precisamente como no gráfico da Figura 8. Sabemos que uma representação que exibisse a transição de cores como um degrade contínuo, representaria de forma mais geral o espaço de estados cognitivos dos indivíduos. Nesse sentido seriam representados os contínuos níveis hierárquicos das zonas do perfil conceitual dos sujeitos. Neste trabalho, apenas temos o intuito de buscar correlações que ajudem a interligar os

critérios utilizados para categorização com as dimensões do perfil conceitual.

Nossa intenção não é apenas trocar o nome estético por ontológico, fisiológico por epistemológico ou emocional por axiológico, mas apontar que, de certa forma, 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 sempre apresentado 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 das dimensões, seja ela epistemológica, ontológica ou axiológica.

Buscamos, também, similaridades entre os critérios utilizados pelos alunos e as dimensões do perfil conceitual para melhor analisar sua dinâmica. Na tabela 8, apresentamos o exemplo de alguns enunciados classificados na categoria "Est+Em+Fis" e depois comparamos com as dimensões do perfil conceitual.

"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, 1, Est+Em+Fis)
"Não é saudável, mas se a música for do meu gosto eu escuto". (143, 1, Fis + Est)
"Chato, incomoda e podem ser comparados com a música que gosto de ouvir pois ambos em volume alto prejudicam meu ouvido". (93, 9, Est+Em+Fis)
"Sim a música em um volume alto se torna poluição sonora". (96, 12, Est+Em+Fis)

Tabela 8.- Exemplos de resposta à Q3, classificadas na categoria "Est+Em+Fis".

No enunciado do aluno 138 o destaque é a dimensão epistemológica, quando enuncia que a "música alta" (dimensão ontológica) não é boa para o ouvido, pois causa "danos irreversíveis" (dimensão epistemológica). Apesar disso, expressa claramente a qualidade de música que, apesar das ressalvas epistemológicas, pode ser "boa" (dimensão axiológica).

Na resposta de 143 notamos a presença da dimensão epistemológica, pois o aluno se posiciona quanto a 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").

Na terceira resposta (aluno 93) podem ser identificadas as três dimensões: a epistemológica ("prejudicam meu ouvido"), ontológica ("Chato incomoda") e axiológica ("Chato incomoda" e "gosto de ouvir").

O aluno 96 se enquadrou no contexto desejado no questionário, portanto utiliza a dimensão epistemológica, mas 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. A dificuldade de classificação nas respostas foi superada com a análise do histórico das respostas de cada estudante nas outras questões respondidas e que traziam informações sobre seus enunciados nas respostas.

A associação das dimensões aos critérios não é de identidade. Não queremos afirmar que essas bases de representação sejam idênticas, ou seja, não queremos dizer que a dimensão ontológica seja idêntica ao critério estético, que a dimensão epistemológica ao critério fisiológico ou que a dimensão axiológica ao critério emocional. Porém, mesmo diante das incertezas dos enunciados é possível notar uma similaridade muito grande entre critérios e dimensões.

As respostas abertas trouxeram riqueza suficiente para mostrar a dinâmica dos critérios (dimensões) ao longo do seu processo de aprendizado. Em particular no tema abordado, pode-se notar a ampliação da dimensão epistemológica (critério fisiológico) em suas respostas. Em parte, essa inclusão era esperada, pois foram os aspectos epistemológicos os mais enfatizados nas aulas. Apesar disso, pudemos mostrar que não houve abandono dos outros critérios, fenômeno muito bem conhecido (Hewson et al., 2003; Duit y Treagust, 2003a; 2003b) mas apenas originou uma nova zona do perfil conceitual. Do ponto de vista do modelo proposto, os estudantes alteraram o perfil conceitual anterior, enriquecendo seus critérios de julgamento com relação à poluição sonora.

Referências bibliográficas

Bastos, P.W. (2007). *Física para uma discriminação auditiva*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Física e Faculdade de Educação – Universidade de São Paulo, Brasil.

Chung, J. H., Eavey R.D., Meunier, J. y Roches, C.M. (2005). Evaluation of noise-induced hearing loss in young people using a web-based survey technique. *Pediatrics*, 115(4), 861-867.

Cordeiro, R., Lima-Filho, E.C y Nascimento, L.C.R. (1994). Associação da perda auditiva induzida pelo ruído com o tempo acumulado de trabalho entre motoristas e cobradores. *Cadernos de Saúde Pública*, 10(2), 210-221.

Duit, R. y Treagust, D.F. (2003a). Learning in Science – From Behaviorism Towards Social Constructivism and Beyond. En B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 3-26). Boston: Kluwer Acad.

Duit, R. y Treagust, D.F. (2003b). Conceptual change: a powerful framework for improving science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 25(3), 671-688.

Fiedler-Ferrara, N. y Mattos, C.R. (2002). Seleção e organização de conteúdos escolares: recortes na pandisciplinaridade. *Atas do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física* (PP. 1-12). São Paulo: SBF.

Garcia, J.E. (1998). *Hacia una teoria alternativa sobre los contenidos escolares*. Sevilla: Díada Editora.

Hewson, P.W., Beeth, M.E. y Thorley, R.N. (2003). Teaching for Conceptual Change. En B.J. Fraser y K.G. Tobin (Eds.), *International Handbook of Science Education* (pp. 169-182). Boston: Kluwer Acad.

Lawson, A.E. (1988). A better way to teach biology. *American Biology Teacher*, 50(5), 266-278.

Lawson, A. E. (2001). Using the learning cycle to teach biology concepts and reasoning pattern. *Journal of Biological Education*, 35(4), 165-169.

Lawson, A.E., Abraham, M.R. y Renner, J.W. (1989). *A Theory of Instruction: Using the learning cycle to teach Science concepts and thinking skills*. NARST Monography. Cinicinatti: NARST (136p.)

Linder, J.C. (1992). Understanding sound: so what is the problem? *Physics Education*, 27(5), 258-264.

Saura Llamas, O. y A. de Pro Bueno (1999). ¿Utilizan los alumnos esquemas conceptuales en la interpretación del sonido? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 193-210.

Mattos, C.R. y Rodrigues, A.M. (2007). Theoretical Consideration about conceptual profile dynamic. In: *Proceedings European Science Education Research Association Conference* (CD). Malmö: Malmö University. v.1, 1-12.

Mattos, C.R., Dalri, J. y Rodrigues, A.M. (2008). Internalization and activity: learning as complex system dynamic. In *Proceedings of ISCAR* (CD) 2008, San Diego, USA.

Mattos, C.R. y Viggiano, E. (2007). An instrument for assessment of the conceptual profiles of "to teach" and "to learn". *Proceedings GIREP-EPEC Conference on Frontiers of Physics Education*. Rijeka: Filozofski Fakultet Sveucilista. v.1, 79-80.

Menezes, P. L., Neto, S.C. y Motta, A.M. (2005). *Biofísica da Audição*. São Paulo: Lovise.

Mortimer, E.F. (1995). Conceptual Change or Conceptual Profile Change? *Science & Education*, 4(3), 267-285.

Musheno, B.V. y Lawson, E.L. (1999). Effects of learning cycle and traditional on comprehension of science concepts by students at differing reasoning levels. *Journal of research in science teaching*, 36(1), 23-37.

Musiek, F.E. y Rintelmann, W.F. (2001). *Perspectivas atuais em avaliação auditiva*. São Paulo: Manole.

Rodrigues, A.M. y Mattos, C.R. (2007). Reflexões sobre a noção de significado em contexto. *Indivisa, Boletín de Estudios e Investigación*, 7, 323-331.

Uema, S. (2005). *Atividades curtas multi-abordagem no Ensino Médio: a dependência sensível às condições iniciais da Teoria do Caos determinístico*. Dissertação de mestrado, Instituto de Física e Faculdade de Educação - Universidade de São Paulo. Brasil.

Vigotski, L.S. (2001). *A construção do pensamento e da linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Wertsch, J.V. (1985). *Vygotsky and the social formation of mind*. Cambridge: Harvard University Press.