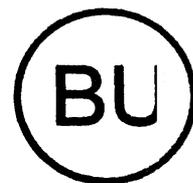


**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA E MATEMÁTICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO NO ENSINO DE FÍSICA**



**ILHAS DE RACIONALIDADE: UMA ALTERNATIVA PARA  
O ENSINO DE FÍSICA**

**Eleani Bettanin**

**Prof. Dr. José de Pinho Alves Filho**  
**Orientador**



03752304

*Monografia apresentada no Curso de Especialização  
Em Ensino de Física na UFSC, como requisito  
parcial para obtenção do título de  
Especialista em Ensino de Física.*

**Florianópolis (SC)**

**2001**

201641



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS  
DEPARTAMENTO DE FÍSICA  
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE FÍSICA**

***“Ilhas de racionalidade: uma alternativa para o ensino de Física”***

Monografia submetida ao Colegiado do Curso de Especialização em Ensino de Física do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas em cumprimento parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Física.

**APROVADA PELA COMISSÃO EXAMINADORA em 26/04/2001**

Dr. José de Pinho Alves Filho - Orientador

Dra. Sonia Maria S.C. de Souza Cruz - Examinadora

**Prof. Dr. Maurício Pietrocola  
Coordenador CCEE/CFM/UFSC**

**Eleani Bettanin**

***Florianópolis, Santa Catarina, abril de 2001.***

Dedico este trabalho aos meus alunos por serem eles a razão da minha busca de conhecimentos e por não terem medido esforços no desenvolvimento dos trabalhos.

## AGRADECIMENTOS

Gostaria de expressar minha profunda gratidão:

- A minha família pelo incentivo nos momentos de desânimo e pelo apoio nas horas difíceis.
- Aos professores do Curso de Aperfeiçoamento pela dedicação e pelo aprendizado: Sônia Peduzzi, Luiz Peduzzi, Demétrio Delizoicov, Arden Zylberstajn, Nelson Canzian, José André Angotti, Terezinha de Fátima Pinheiro, José de Pinho Alves Filho, Maurício Pietrocola de Oliveira e Erika Zimmermann.
- À secretária do curso, Sandra, pelo carinho no atendimento.
- Em especial aos professores José de Pinho Alves Filho meu professor orientador pela dedicação e À Terezinha de Fátima Pinheiro que mesmo não sendo minha orientadora esteve sempre presente me apoiando.
- As colegas e amigas de trabalho, Antônia e Carmem pelo incentivo e ajuda.
- Aos colegas de curso, especialmente a Janete, Rosana, Agnes, César e Adriano, pela amizade e companheirismo.

## SUMÁRIO

Dedicatória .....	II
Agradecimentos .....	III
Sumário .....	IV
Resumo .....	V
INTRODUÇÃO .....	01
Capítulo 1	
1.1 – Transposição Didática, Contextualização e a Interdisciplinaridade no Ensino de Física .....	03
1.2 – Alfabetização Científica e Técnica .....	07
1.3- As Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade .....	11
1.4 – Etapas para a construção de uma Ilha de Racionalidade .....	13
Capítulo 2	
2.1 – Desenvolvimento do Projeto .....	18
Capítulo 3	
3.1 – Análise .....	30
3.2 – Considerações Finais .....	35
Bibliografia .....	37

## RESUMO

Este trabalho, tem por objetivo a aplicação de uma metodologia de trabalho relacionada ao ensino da Física, diferente da tradicional. Essa metodologia se refere a aplicação de projetos, a qual Gerard Fourez denomina de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade na perspectiva de uma Alfabetização Científica e Técnica, sendo que na sua construção são envolvidos saberes de várias disciplinas (interdisciplinaridade) e também os saberes da vida cotidiana. Para Fourez a construção de uma Ilha de Racionalidade é um meio de promover um ensino capaz de propiciar ao aluno o desenvolvimento de uma certa autonomia.

Também trás a construção de um modelo de Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, sobre o tema alto-falantes, aplicado numa turma do ensino médio.

## INTRODUÇÃO

No último século, o conhecimento científico tem permitido um avanço tecnológico que possibilita às pessoas um nível de vida nunca antes alcançado. Devido esse avanço, faz-se necessário por parte do aluno a aquisição de conhecimentos científicos-tecnológicos para possibilitar sua inserção na sociedade contemporânea. No entanto, é comum nas escolas, o ensino da Física continuar sendo tratado como um mero treinamento para aplicação de fórmulas na resolução de problemas abstratos, sem a devida contextualização; ou seja, o ensino da Física é predominantemente voltado para o conhecimento científico, como se todos os alunos estivessem sendo preparados para seguir a carreira científica.

No entanto, existe uma diversidade com relação as idéias das carreiras a seguir, o que determina a necessidade de uma mudança metodológica no ensino, não só de Física, mas também nas demais áreas da ciência. Trabalhar a Física voltada somente para o conhecimento científico é fazer com que ocorra, nos alunos, após alguns anos um esvaziamento do que aprenderam.

Há algum tempo vem se discutindo a nível nacional e estadual<sup>1</sup> a necessidade de mudança nos pressupostos metodológicos dos conteúdos, que permita ao professor fazer inovações no programa de ensino fortemente marcado pelo tradicionalismo. Lamenta-se que estas propostas não tenham ainda saído do papel, ou seja, que não estejam sendo aplicadas pelos profissionais da área.

Para explicar a “omissão” frente estas propostas costuma-se usar a desculpa de que o problema está nos baixos salários da classe, fazendo com que os professores tenham uma sobrecarga de aulas e na falta de recursos no que se refere a laboratórios e bibliotecas. Além destes problemas citados, um outro

---

<sup>1</sup> No âmbito nacional tem-se os PCNs(Parâmetros Curriculares Nacionais) e a nível estadual a Proposta Curricular.

fator que certamente influencia esta omissão diz respeito à formação dos professores. A maior parte das universidades continua formando os profissionais da educação pelo método tradicional e estes por sua vez, depois de formados, trabalharão da mesma maneira que aprenderam. Isso se confirma no estudo realizado por Zimmerman (1997), com alguns professores, no qual conclui que o curso de formação dos mesmos envolve uma grande quantidade de conteúdos desconectados das outras áreas de conhecimento, com o objetivo apenas de cobrir o máximo possível o conteúdo de Física dando pouca ou nenhuma atenção às aplicações deste conhecimento.

Por outro lado, é muito comum ouvir professores afirmarem que os alunos não se interessam pela Física e que os mesmos não conseguem fazer a relação entre o conhecimento científico e o cotidiano. Acredita-se que uma das razões é a forma como se trabalha a Física.

Para mudar essa “imagem” do ensino da Física, o primeiro capítulo deste trabalho, apresenta uma proposta metodológica que parte de elementos do cotidiano e a partir desses elementos é criado um modelo para explicação que, além de manter contato com os modelos científicos, permite ao aluno a compreensão da realidade. Para ocorrer esta aproximação entre o ensino de ciências e o cotidiano, Gerard Fourez (1997) propõe a construção de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade na perspectiva de uma Alfabetização Científica e Técnica. As Ilhas de Racionalidades propostas por Fourez, geralmente se fazem em torno de uma questão, ou de uma situação, para a qual se define um projeto e contextos específicos.

No segundo capítulo, relata-se a construção de Ilha de Racionalidade sobre alto-falante, partindo da questão: ***“Quais os alto-falantes adequados para a instalação de um sistema de som em um automóvel?”*** A qual desenvolveu-se numa turma de 3ª série do ensino médio, com 30 alunos, do Colégio Estadual José Marcolino Eckert de Pinhalzinho, na perspectiva de apresentar aos profissionais da área uma metodologia alternativa ao ensino tradicional.

No terceiro capítulo é feita uma análise do trabalho desenvolvido destacando os resultados e dificuldades encontrados no decorrer da aplicação desta nova metodologia.

## CAPÍTULO 1

### 1.1 – TRANSPOSIÇÃO DIDÁTICA, CONTEXTUALIZAÇÃO E A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO DE FÍSICA

O ensino de Física no Brasil, historicamente, tem sido dirigido unicamente através do livro didático. Sendo que a falta de um contínuo aperfeiçoamento dos educadores e a deficiente formação acadêmica dos mesmos faz com que busquem, exclusivamente, as respostas no livro didático permitindo que este substitua, muitas vezes, a sua ação pedagógica.

No entanto, os conteúdos encontrados nos livros didáticos são resultados de processos de transformações dos conhecimentos produzidos pelos cientistas, transformações estas denominadas por Chevallard de Transposição Didática.

*“A Transposição Didática é entendida como um processo, no qual um conteúdo do saber tendo sido designado como **saber a ensinar** quando sofre, a partir daí, um conjunto de transformações adaptativas que o levam a tomar lugar entre os **objetos de ensino**. O **trabalho** em tornar um objeto de saber a ensinar em objeto ensinado é denominado de **Transposição Didática**.”*  
(Chevallard, apud Pinho, 2000: 219),

Em outras palavras, a Transposição Didática é o trabalho de fazer um objeto de saber produzido pelo cientista (saber sábio) ser objeto do saber escolar (saber a ensinar).

Ao contrário do que se pensa, a Transposição Didática não faz somente uma simplificação dos códigos científicos com o intuito de aproximá-los dos iniciantes, mas sim, profundas transformações.

O processo de transformação do conhecimento começa a acontecer no saber produzido pelos cientistas, o “saber sábio”. Este sofrerá transformações para chegar a ser o conteúdo escolar. O *saber sábio* passa, então, a constituir de

forma modificada o *saber a ensinar*, encontrado nos programas e livros didáticos.

Ao chegar na Escola, o saber a ensinar, na forma de programas e livros didáticos, não significa que será apresentado ao aluno desta forma. Ocorre aqui uma nova transformação, do *saber a ensinar* para o *saber ensinado*, aquele que realmente acontece em sala de aula.

Essas transformações ocorrem devido a pressões exercidas por certos grupos, a *noosfera*. Dentre outros, integram a noosfera os pesquisadores ou cientistas, os autores de livros didáticos, o poder político, o currículo, os especialistas, os professores e os pais.

A Transposição Didática faz com que o saber sábio passe por um processo de *despersonalização*, *dessincretização* e *descontextualização* até se tornar um conteúdo escolar.

A despesonalização ocorre na maioria das publicações científicas. “*É um processo durante o qual ocorre a perda do contexto original de sua produção*”, (Pinho, 2000:226). O saber se torna anônimo, ou seja, perde a dimensão dos problemas que o pesquisador estava inserido, tudo que é de humano desaparece.

A dessincretização é bastante evidente no saber a ensinar onde o saber é publicado em pequenas doses.

*“É abstraída toda e qualquer vinculação com o ambiente epistemológico no qual ele se originou, passando a reconstituir-se em um novo contexto epistemológico”.* ( Pinho, 2000:226)

Na descontextualização do saber, há uma supressão da história em que a pesquisa estava vinculada, ou seja, o problema particular que pretendia resolver não é considerado,

*“para permitir uma reorganização e reestruturação de um novo saber, intrinsecamente diferente do saber sábio que lhe serviu de referência. Esta reelaboração do saber, resulta em uma configuração dogmática, fechada,*

*ordenada, cumulativa e de certa forma, linearizada*". (Pinho, 2000:226).

Os resultados obtidos da descontextualização passam se prestar a uma generalização.

A descontextualização provoca no aluno um desinteresse por parecer que a ciência trata de assuntos que interessam somente aos cientistas e que ele, o aluno, não o usará para nada.

O conhecimento científico é sempre construído a partir de um problema que se busca resolver, e a solução desse problema se baseia não só nos conhecimentos de uma área mas de várias áreas de conhecimento.

Nessas transformações que ocorrem com o saber sábio até chegar aos livros didáticos, o conhecimento científico é apresentado de forma fragmentada e desconsidera o fato de que este conhecimento ganhou significado no interior de uma estrutura teórica, a qual é fundamental para que o aluno consiga ver que há relação entre o que estuda na escola e o mundo em que vive, evitando assim, o desinteresse pelo conhecimento científico e conseqüentemente a dificuldade na aprendizagem.

Nas escolas, costuma-se fazer referência a situações concretas, mas não com o intuito de que os modelos científicos ajudem a resolvê-las, e sim, porque elas contribuem para a compreensão dos conceitos e modelos científicos. Para que o aluno consiga ver a ligação entre o conhecimento científico e a realidade, o saber ensinado deve manter uma relação com a realidade, isto é, deve ser contextualizado.

*“O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou*

*dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural” (PCNs, 1999:91).*

Nesta perspectiva, para o aluno deixar de ser espectador passivo, o conteúdo escolar deve ser relacionado com sua vida, o seu cotidiano. Tomamos como exemplo o tema do nosso projeto: alto-falantes. Se trabalharmos o Eletromagnetismo somente através do conhecimento científico encontrado nos livros didáticos, o aluno não conseguirá relacionar este conteúdo com o funcionamento de um alto-falante.

Trabalhar a Física da maneira transposta nos livros didáticos sem fazer relação com o contexto do cotidiano do aluno é tornar o ensino sem significado para ele. Ao contrário, se fizermos esta relação, conseguiremos promover nele aprendizagens significativas.

A proposta Curricular de Santa Catarina também se manifesta a favor da contextualização do ensino quando ressalta que essa

*“permite à escola trabalhar melhor com seus alunos os conteúdos fundamentais do conhecimento universal e da cultura tecnológica, de que eles necessitam” (Proposta Curricular, 1998:140).*

Além da contextualização é importante também que se trabalhe de forma interdisciplinar.

*“A interdisciplinaridade utiliza conhecimentos de várias disciplinas para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista.” (PCNs, 1999:36).*

Nas situações que precisamos resolver, no nosso cotidiano, não o fazemos usando somente saberes de uma única disciplina. Por isso a necessidade de se valorizar a questão interdisciplinar no trabalho docente. Se trabalharmos na escola de forma interdisciplinar, o aluno conseguirá melhorar, no seu cotidiano, o uso dos conhecimentos na resolução de problemas tomando decisões mais

conscientes e precisas. Mesmo a comunidade científica não consegue resolver uma situação detendo-se apenas a uma área de conhecimento.

Fourez (1997), também defende o uso do método interdisciplinar para o ensino e diferencia o método disciplinar do interdisciplinar, dizendo que enquanto os métodos disciplinares privilegiam as normas implícitas ou explícitas produzidas pelas comunidades científicas; no método interdisciplinar não há normas disponíveis para saber que ponto de vista privilegiar: trata-se de uma decisão que se negocia sobre a área de atuação.

Coloca ainda que a interdisciplinaridade adquire sentido quando relacionada a um projeto. E também aponta para a produção de uma representação teórica apropriada numa situação precisa e em função de um projeto determinado (Fourez, 1997).

## **1.2 – ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA E TÉCNICA**

A Alfabetização Científica e Técnica é uma maneira de enfrentar questões interdisciplinares através de projetos, evitando assim a fragmentação e a descontextualização do conteúdo que ocorre nos livros didáticos, e despertando o interesse dos alunos pelo conhecimento científico. Fourez (1997) propõe como estratégia pedagógica para tratar o ensino de ciências, a construção de Ilhas de Racionalidade na perspectiva de uma “Alfabetização Científica e Técnica” (ACT).

Fourez (1997) distingue a ACT do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). O enfoque CTS está voltado para uma formação que proporcione aos alunos uma educação científica, e que permita envolver temas decorrentes da influência da Ciência e Tecnologia na vida cotidiana para sugerir ações práticas e ações locais. A ACT se volta mais para a promoção da autonomia do indivíduo. Para Fourez, embora a realidade designada por ambos seja a mesma, ele julga que a ACT não questiona o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade, enquanto o movimento CTS o faz, mesmo que de maneira implícita. Embora acreditemos que quando um indivíduo adquire a

autonomia ele seja capaz de questionar o lugar das ciências e das tecnologias na sociedade mesmo sem ter trabalhado especificamente para que isso acontecesse.

Dessa forma, partindo de problemas do cotidiano, e usando conhecimento de várias disciplinas (interdisciplinaridade) para a elaboração de teorizações, a Alfabetização Científica e Técnica imporia uma forma diferente de Transposição Didática. Na qual não se valorizaria apenas uma única área do conhecimento disciplinar da esfera do saber sábio. Esse perderia espaço pelo saber que consegue gerar soluções práticas evitando assim a fragmentação do conhecimento científico que tem nos livros didáticos. Com isso o aluno passa a ver como importante o conhecimento científico, pois esse serve como forma de interpretação do mundo que o cerca.

A discussão sobre a Alfabetização Científica e Técnica surge da necessidade de se ter uma certa familiarização com as ciências e a tecnologia para viver no mundo de hoje. Também como uma resposta à crise do ensino tradicional das ciências que se mostra ineficiente, principalmente, para os estudantes que não seguem uma carreira científica. Neste sentido, considera-se a ACT como uma tentativa de renovação do ensino de ciência, bastante atraente e promissora.

Para entender o que é a ACT e detalhar as posturas da sociedade com relação a este tema podemos considerar o que a Associação dos Professores de Ciências dos Estados Unidos (NSTA) expôs numa declaração<sup>2</sup> feita nos anos 80. Para eles, uma pessoa alfabetizada científica e tecnicamente deve ser capaz de:

- *“Utilizar conceitos científicos e integrar valores e saberes para adotar decisões responsáveis na vida cotidiana;*
- *Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias, tanto quanto estas imprimem suas marcas na sociedade;*

---

<sup>2</sup> Extraída de Fourez, 1997:25

- *Compreender que a sociedade exerce um controle sobre as ciências e as tecnologias através das subvenções que ela lhes concede;*
- *Reconhecer tanto os limites como a utilidade das ciências e das tecnologias no progresso do bem-estar humano;*
- *conhecer os principais conceitos, hipóteses e teorias científicas e ser capaz de aplicá-los;*
- *apreciar as ciências e as tecnologias pela estimulação intelectual que elas promovem;*
- *compreender que a produção de saberes científicos depende às vezes de processos de pesquisas e de conceitos teóricos;*
- *saber reconhecer a diferença entre resultados científicos e opiniões pessoais;*
- *reconhecer a origem da ciência e compreender que o saber científico é provisório e sujeito a mudanças de acordo com a acumulação de resultados;*
- *compreender as aplicações das tecnologias e as decisões implicadas em sua utilização;*
- *possuir suficiente saber e experiência para apreciar o valor da pesquisa e do desenvolvimento tecnológico;*
- *extrair de sua formação científica uma visão de mundo mais rica e interessante;*
- *conhecer as fontes válidas de informação científica e tecnológica e recorrer a elas quando tiver que tomar uma decisão”.*

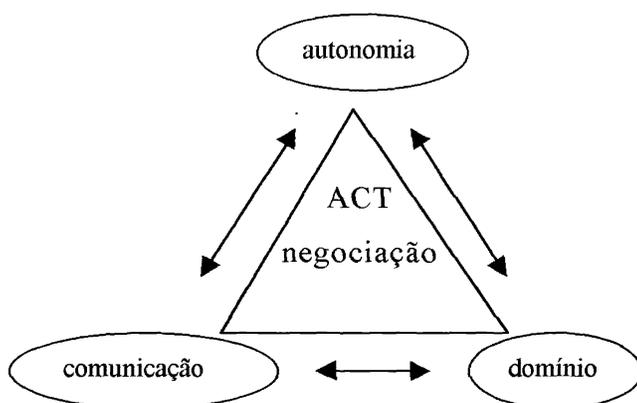
Fourez acrescenta a essas orientações mais uma, por observar o pouco espaço concedido à história na visão da NSTA. Na opinião dele uma pessoa não pode estar alfabetizada científico e tecnicamente se não é capaz de “*ter uma*

*certa compreensão do modo como as ciências e as tecnologias foram produzidas na história”* (Fourez, 1997:36).

Considerando estas finalidades, a Alfabetização Científica e Técnica firma os seus objetivos na *negociação*. A capacidade de *negociação* está vinculada ao conhecimento do indivíduo. Conhecendo terá capacidade de tomar decisões frente às situações naturais e ou sociais. Em outras palavras, a ACT deve fornecer ao indivíduo conhecimentos para que ele possa explorar o seu próprio mundo e integrar-se às nossas sociedades cada vez mais sofisticadas.

Para que o indivíduo tenha capacidade de negociar é necessário que ele tenha:

- a) *autonomia* com relação ao conhecimento, para que seja capaz de tomar decisões razoáveis frente a uma situação problema, sem ficar totalmente dependente do conhecimento dos especialistas ou de receitas prontas;
- b) capacidade de *comunicar-se* com os outros a respeito do assunto, dialogando ou debatendo. Para isso, é necessário que tenha conhecimento do assunto e capacidade de construir teorias. Do contrário, terá que seguir receitas prontas, as quais dizem o que fazer sem deixar lugar para o debate;
- c) e um certo *domínio*, pois conhecer implica em ter responsabilidade frente a situações concretas.



Por exemplo, na compra de um computador, o indivíduo deverá conhecer o mínimo necessário sobre a máquina, como: o espaço do disco rígido,

velocidade do processador, memória ram necessária, conexão com rede, resolução do monitor, moden, etc. Se ele não tiver esse mínimo de conhecimento ficará totalmente dependente do vendedor (especialista), e acabará escolhendo o computador ou pelo preço ou pela sugestão do vendedor.

Por isso, para que o indivíduo seja alfabetizado científico-tecnicamente, ele deverá obter o conhecimento científico para saber quando recorrer aos especialistas, sem ficar totalmente dependente dele e poder tomar certas decisões no seu cotidiano com maior autonomia.

### 1. 3 – AS ILHAS INTERDISCIPLINARES DE RACIONALIDADE

O contato do aluno com o conhecimento científico na escola têm sido predominantemente através das ciências disciplinares, e isso tem despertado pouco ou nenhum sentimento de interesse ou de satisfação por não haver, na sua visão, relação com a sua vida. Por isso torna-se necessário buscar outra maneira de aproximar os alunos das questões científicas.

Sempre que se precisa resolver uma determinada situação se torna necessário criar um modelo multidisciplinar da situação. Construir esses modelos é essencial para compreender as situações e poder atuar sobre elas. Além do conhecimento proveniente de diversas disciplinas, para a construção desses modelos, são necessários saberes da vida cotidiana. A construção desses modelos e o que Fourez denomina Ilha Interdisciplinar de Racionalidade.

Uma Ilha de Racionalidade “*visa produzir uma representação teórica apropriada em uma situação precisa e em função de um projeto determinado*” (Fourez, 1997: 121), permitindo comunicar e agir sobre o assunto. Na elaboração dessa representação teórica da situação os conhecimentos científicos e tecnológicos não são separados.

Elaborar Ilhas de Racionalidade não significa descobrir uma nova teoria, mas sim “*inventar uma teorização*” adequada a situação problema. Conforme Fourez uma Ilha de Racionalidade pode ser de dois tipos:

1º - As que se organizam em torno de uma **noção**. Essa se parece mais com as perspectivas científicas tradicionais, por não se inventar uma representação da noção, mas sim usar uma representação multidisciplinar já estruturada ao longo do tempo.

Ex.: noção sobre energia.

2º - As que se organizam em torno de um **projeto**. É a que visa proporcionar a *invenção* de uma representação para uma situação problema.

Ex.: como proceder para a instalação elétrica de uma residência.

Uma Ilha de Racionalidade poderá ter diferentes soluções, dependendo do grupo em que o projeto é desenvolvido. No caso do exemplo sobre a instalação elétrica de uma residência, o resultado da Ilha poderá ser diferente se for desenvolvido numa turma do ensino médio ou se for desenvolvido numa turma de alunos do curso de técnico eletricista.

Ao se construir uma Ilha de Racionalidade, surgirão questões específicas ligadas a determinado conhecimento que poderão ou não ser respondidas dependendo do caso. Essas questões são chamadas de caixas pretas. Abrir essas caixas pretas significa obter modelos que possam relacionar fatos conhecidos, gerando explicações. Assim, quando se usa um telefone não é necessário conhecer o funcionamento do aparelho: trata-se de uma caixa preta. Também, se pode usar a noção de vírus para falar da AIDS sem se preocupar em saber o que é um vírus. O conceito de vírus nesse caso é um exemplo de caixa preta.

Saber quando e como abrir ou não uma caixa preta é essencial para a Alfabetização Científica e Técnica. Por exemplo: o que é preciso saber sobre as normas técnicas quando se faz uma instalação elétrica numa residência?

O uso das caixas pretas está relacionado com os pré-requisitos ligados ao projeto que se pretende desenvolver. Como, no desenvolvimento do projeto, se parte de uma situação problema é importante definir o que se precisa conhecer de uma teoria ou de um modelo para se resolver inteligentemente a situação proposta.

## 1. 4 – ETAPAS PARA A CONSTRUÇÃO DE UMA ILHA DE RACIONALIDADE

Para a construção de uma Ilha de Racionalidade seguem-se algumas etapas. Estas se constituem numa seqüência de procedimentos sugeridos para facilitar e delimitar o desenvolvimento do trabalho em sala de aula, evitando que se torne muito abrangente e não se atinja os objetivos propostos pela Ilha de Racionalidade.

As etapas apresentadas a seguir, não necessariamente devam ser seguidas *ao pé da letra*. Isto significa que algumas delas podem ser suprimidas, incluídas outras ou ainda modificada a seqüência, de maneira que possam ser adaptadas ao projeto que está se desenvolvendo. Assim também, o tempo de duração de cada etapa é determinado pela equipe que desenvolve o projeto.

### 1- Fazer um Clichê da Situação Estudada

Clichê é um conjunto de perguntas que se faz com o grupo, no qual se desenvolve o projeto. Estas expressam as concepções e as dúvidas iniciais do grupo com relação à situação abordada. Pode ser considerada como uma problematização inicial. É o ponto de partida da pesquisa. Por meio dele se levantará todos os tipos de questões desde as mais gerais a outras mais precisas. Nesta etapa pode-se ainda optar pela exposição de um técnico, ou ainda, pela desmontagem de um aparelho a estudar, quando for o caso.

Exemplo de questões que podem ser feitas sobre a situação proposta anteriormente, como proceder para fazer uma instalação elétrica numa residência: Por que se usa fio de cobre nas instalações elétricas e não outro metal? Como se consegue obter energia elétrica? Desde quando o homem usa energia elétrica na residência? Quais os efeitos do choque no organismo humano? Como proceder quando alguém leva um choque? Pode-se usar fio da mesma espessura para a instalação de um chuveiro e de uma lâmpada? Como funciona uma usina hidrelétrica? A usina hidrelétrica provoca algum tipo de poluição ao meio ambiente?

## 2- Panorama Espontâneo

Etapa na qual se busca aumentar o clichê através da formulação, pelo professor e pelos alunos, de outras questões relevantes, relacionadas com o projeto a ser desenvolvido e que não foram levantadas no primeiro clichê.

Nesta etapa ainda não se apela aos especialistas. E constitui-se das seguintes ações:

- *Listagem dos autores envolvidos*

Considerando que seja uma atividade de sala de aula, os atores poderiam ser os alunos e os professores de uma determinada série do ensino médio. Também poderia ser ampliado, explicitando outros atores, cuja atividade se relaciona a situação.

- *Pesquisa de normas e condições impostas pela técnica*

Levantamento das normas de utilização do ponto de vista técnico ou comercial bem como as normas definidas pela cultura. No caso em questão, poderia se levantar as normas quanto às instalações elétricas residenciais.

- *Lista dos Jogos de interesse e das tensões*

São levantados questionamentos das vantagens e desvantagens, valores, escolhas relacionadas ao problema proposto pelo projeto.

Exemplo de tensão: o conforto que a energia elétrica proporciona e o perigo que pode gerar quando não se toma certos cuidados.

- *Listagem das caixas pretas*

É decidir quais as caixas pretas que se pode abrir, para fazer um estudo mais aprofundado. A escolha das caixas pretas que deverão ser abertas dependerá do contexto e do projeto.

Exemplos de caixas pretas sobre a situação proposta: corrente alternada, corrente contínua, geradores, associação de resistores em série, associação de resistores em paralelo, condutores e isolantes, normas de instalação, efeitos do choque elétrico no organismo humano, poluição causada pelos diferentes tipos de usinas, etc..

#### *- Lista de bifurcações*

Uma bifurcação “designa um momento em que o autor social tem que fazer opção entre dois caminhos, duas estratégias” (Fourez, 1997:115). Muitas destas seleções são técnicas, mas algumas têm dimensão ética.

#### *- Lista de especialistas e especialidades pertinentes*

Tem por objetivo aprofundar as informações necessárias e corrigir representações equivocadas dos membros das equipes. Para cada caixa preta pode corresponder um especialista.

Exemplo de lista: médicos, engenheiros, historiadores, sociólogos, professores de algumas disciplinas (físico, biólogo), etc...

### **3- Consulta Aos Especialistas E Às Especialidades**

Quando se desenvolve um projeto, nem sempre os membros da equipe conseguem esclarecer ou discutir a respeito de determinado assunto, envolvido na situação. Podendo haver necessidade de consultar especialistas para esclarecimento das dúvidas estabelecidas. A equipe do projeto define quais serão os especialistas que serão consultados. Para a escolha dos especialistas é fundamental observar dois critérios: a situação e o projeto a ser desenvolvido e os objetivos escolares. É uma etapa longa pois corresponde ao período de abertura das caixas pretas.

### **4- Indo À Prática**

Etapa de aprofundamento sobre a situação proposta. Este é definido pelo projeto e pela equipe que o desenvolve. Nesta ocorre um confronto entre a própria experiência e as situações concretas. Deixa-se de pensar sobre a situação para confrontá-la com a prática. Esta etapa pode ser trabalhada de várias maneiras: entrevistar uma pessoa, leitura de textos explicativos, desmontar um equipamento, etc.

## **5- Abertura Aprofundada De Algumas Caixas Pretas E Descoberta De Princípios Disciplinares Que São Base De Uma Tecnologia**

Nesta etapa, é o momento da proposta que se pode trabalhar uma disciplina específica, a base original de tratamento do assunto que se pretende examinar. Caracteriza-se pelo estudo mais aprofundado de algum ponto abordado pelo projeto presente na abertura de caixas pretas. Isto pode acontecer com a ajuda ou não de especialistas. A abertura das caixas deve estar condicionada ao contexto, ao projeto, aos produtores e destinatários da ilha de racionalidade.

A alfabetização científico-técnica é o objetivo principal desta proposta, a qual busca a autonomia dos indivíduos, frente ao mundo científico-técnico em que vivem, e portanto, mesmo fazendo apelo às disciplinas específicas tradicionais, é preciso escolher estratégias que privilegiem esta orientação. Nesse sentido, questões de natureza cultural também podem se constituir em caixas pretas passíveis de abertura.

Ex.: Sociólogo para falar dos problemas sociais causados pela saída dos proprietários das terras quando da construção de usinas, eletricitista para alertar sobre os cuidados que se deve ter com a energia elétrica, biólogo para falar do efeito causado no meio ambiente com a construção de usinas, médico para explicar como proceder quando alguém leva um choque elétrico, etc.

## **6- Esquematização Global da Tecnologia**

Esta etapa pode consistir, especialmente da elaboração de uma síntese do objeto da ilha de racionalidade. Pode ser um resumo ou uma figura, a partir da qual se possa dar uma representação teórica da situação.

## **7- Abrir Algumas Caixas Pretas Sem A Ajuda De Especialistas**

Todos construímos explicações para situações do cotidiano, mesmo sem saber todos os conceitos científicos e técnicos envolvidos. Essas construções provisórias são de extrema importância, pois produzem o sentimento de autonomia frente ao cotidiano.

No nosso cotidiano existem situações que exigem de nós uma tomada de decisão concreta, que envolve vários fatores interdisciplinares, com possibilidade de consulta a especialistas. Como nem sempre temos especialistas disponíveis, deve-se incentivar os alunos a construir Ilhas de Racionalidade para poder resolver tais situações de maneira autônoma.

Desta forma, a construção de modelos aproximados deveria ser um objetivo educacional a ser perseguido na escola. A partir explicações iniciais pode-se trabalhar de forma a aprofundar esse modelo inicialmente criado.

### **8- Síntese Da Ilha De Racionalidade Produzida**

Nesta etapa, pode se sintetizar, seja oralmente, ou num resumo escrito, a ilha de racionalidade que se construiu em função de um projeto em que se cruzam elementos variados de maneira objetiva. Para tanto, Fourez coloca que quatro questões devem ser respondidas:

- a) “O que estudamos ajuda-nos a “negociar” com o mundo tecnológico examinado?
- b) Ele nos deu uma certa autonomia no mundo científico-técnico na sociedade em geral?
- c) Em que os saberes obtidos nos ajudam a discutir com mais precisão quando da tomada de decisões?
- d) Em que isto nos dá uma representação de nosso mundo e de nossa história que nos permite melhor situar-nos e fornecer uma real possibilidade de comunicação com os outros”? (Fourez, 1997: 121).

## **CAPÍTULO 2**

### **2.1 - DESENVOLVIMENTO DO PROJETO**

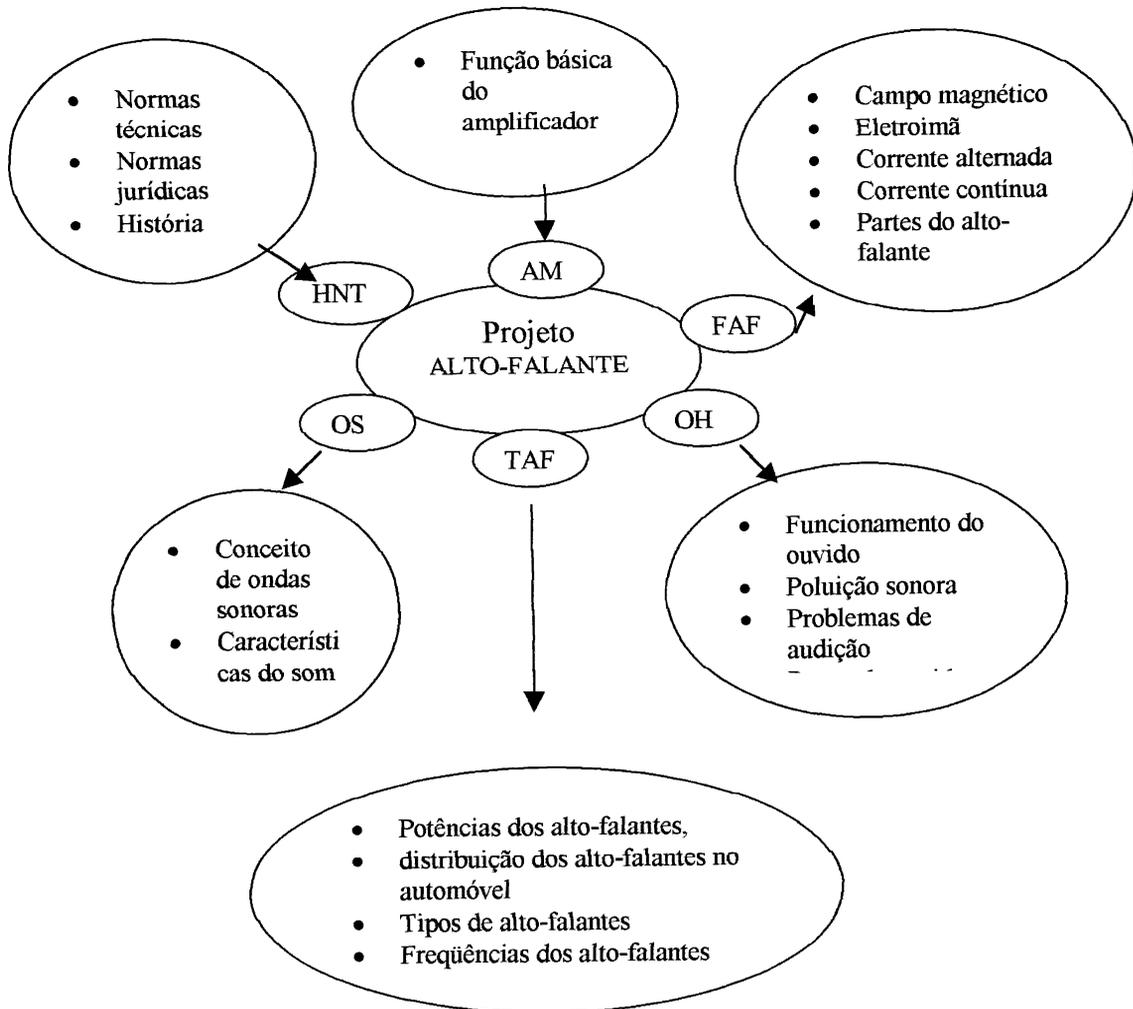
O projeto foi aplicado, numa classe de terceira série do ensino médio, do turno matutino, composta por 30 alunos, de uma escola da rede pública estadual de ensino, o Colégio Estadual José Marcolino Eckert de Pinhalzinho. As atividades envolvendo os alunos se estenderam por dois meses, no final do ano de 2000. Foram ocupadas três aulas semanais de 45 minutos cada.

Como a turma escolhida foi uma terceira série, na qual se estuda Eletricidade e Eletromagnetismo, a situação problema a ser proposta deveria estar relacionada ao conteúdo da série. Optamos então pelo tema alto-falantes por considerar o assunto atraente para a faixa etária dos alunos, também por ter sido, a potência dos aparelhos de som, um assunto muito questionado e discutido no decorrer do estudo de Eletricidade.

As razões para a escolha dessa turma para a aplicação do projeto levaram em conta, aspectos como:

- Ser uma turma muito ativa, com “sede” de aprender coisas novas e gostar de desafios.
- Ter trabalhado com eles desde a primeira série do ensino médio, nas disciplinas de Matemática e Física.
- Ter maior tempo disponível, durante o dia, para a pesquisa e a consulta a alguns especialistas e também por ter acesso à tecnologia (internet).

A priori, nossa expectativa quanto às caixas pretas que os alunos listaram estão demonstradas no esquema a seguir:



A aplicação do projeto teve início no dia 29 de setembro de 2000, conforme as etapas descritas abaixo:

### **Etapas Zero: Apresentação do Problema**

Chamamos de etapa zero, a proposição da situação problema, ao grupo. Fourez não contempla como sendo uma etapa, a proposição do problema. Porém consideramos que esta já faz parte do desenvolvimento. Por esse motivo a chamamos de etapa zero.

Para as finalidades da investigação foi proposta a seguinte situação problema: “*Quais os alto-falantes ideais para a instalação de um sistema de som num automóvel?*”.

### **1ª Etapa: Clichê**

Feita a proposição da situação problema à classe, foi solicitado que cada aluno anotasse as dúvidas ou curiosidades a respeito do tema. A opção desse procedimento foi para que o aluno se sentisse mais à vontade para se expressar. Após o recolhimento, as questões foram negociadas e compartilhadas com os alunos, sendo em seguida relacionadas no quadro, compondo a seguinte lista:

- 1) Como chega e como se transforma o som no alto-falante?
- 2) Qual o alto-falante que dá mais som, o retangular ou o circular?
- 3) Quais os componentes de um alto-falante?
- 4) O tamanho do imã tem a ver com a potência do alto-falante?
- 5) Por que (alguns) alto-falantes são colocados dentro de caixas?
- 6) Como é o funcionamento do alto-falante?
- 7) O que é impedância?
- 8) Do que é feita a bobina e para que serve?
- 9) Quando surgiram os alto-falantes?
- 10) O que faz um alto-falante ser mais potente que o outro?
- 11) Para que serve o imã no alto-falante?
- 12) Porque não se pode abrir os alto-falantes (manuais)?
- 13) Como o eletroimã faz para transformar corrente elétrica em som?
- 14) Por que precisa da textura para liberar o som? (panelão)?
- 15) Todos os tipos de som (grave, agudo, ...) saem no mesmo alto-falante?
- 16) Como funciona o aparelho auditivo?
- 17) Para que serve cada material que compõe o alto-falante?
- 18) Um alto-falante pode receber todas as frequências sem ser danificado?
- 19) Existe diferença entre alto-falante de aparelhos de som e dos instalados em automóveis?
- 20) Existe algum regulamento para a intensidade do som automotivo?

- 21) Um alto-falante funciona se ligarmos diretamente a corrente elétrica fornecida pela bateria?
- 22) Por que alguns alto-falantes usam fibra óptica?
- 23) O que significa potência RMS, potência MUSICAL e potência PMPO? Qual delas é mais confiável?
- 24) Para que serve um amplificador?
- 25) Qual é a relação que existe entre potência e SPL (nível de pressão sonora – decibéis)?
- 26) Como se pode distribuir os alto-falantes dentro de um automóvel para que o som seja de boa qualidade?
- 27) Como se determina a potência de um alto-falante?

Após o levantamento dessas questões, o que seria necessário sabermos para respondermos a situação proposta, considerando também as perguntas elaboradas no clichê. Os alunos destacam os itens: partes de um alto-falante, funcionamento do alto-falante, tipos de alto-falantes, potência de um alto-falante, impedância, amplificador, ondas sonoras, distribuição dos alto-falantes no interior do automóvel. Em conjunto, agrupamos alguns itens num só, como por exemplo, potência de um alto falante, impedância, distribuição dos alto-falantes no interior do automóvel em tipos de alto-falantes. Como os itens destacados pelos alunos foram todos voltados para a disciplina de Física, mesmo havendo no clichê questões que contemplam a interdisciplinaridade. Acabamos induzindo os alunos para a importância de conhecermos a respeito de outros assuntos além dos relacionados à Física, para podermos tomar decisão frente à situação proposta. Sendo assim acrescentamos os tópicos: ouvido humano, as normas técnicas e a história do alto-falante. Ficando, então: ouvido humano, partes e funcionamento do alto-falante, ondas sonoras, amplificadores, história e normas técnicas, tipos de alto-falante. Feito isso, a turma dividiu-se em seis grupos, cada um ficou responsável por um tópico. Aproveitamos nesse momento para estabelecermos a ordem de apresentação, assim determinada:

- 1 - História e Normas Técnicas (Equipe HNT)
- 2 - Ouvido Humano (Equipe OH)

- 3 - Funcionamento do alto-falante (Equipe FAF)
- 4 - Ondas sonoras (Equipe OS)
- 5 - Amplificadores (Equipe AM)
- 6 - Tipos de alto-falante (Equipe TAF)

Cada equipe disponibilizará de um período de 45 minutos, o equivalente a uma aula, para expor o seu conteúdo. Os trabalhos começariam a serem apresentados a partir do dia 20 de outubro, ficando duas aulas do dia 19 de outubro para se organizarem. Nesse intervalo de tempo enquanto eles realizavam algumas etapas do projeto como atividade extra classe, continuamos a seqüência de conteúdos do programa com a parte do Eletromagnetismo: a experiência de Oersted; o campo magnético num condutor retilíneo, na espira circular, no solenóide; o eletroímã e suas aplicações; o motor elétrico; e o gerador de corrente alternada. Para desenvolvimento dessas aulas foram realizadas algumas experiências e como base teórica foi usado o livro de Beatriz Alvarenga volume único. (totalizando 6 aulas).

## **2ª Etapa: Panorama Espontâneo**

### *Listagem dos autores envolvidos*

Quando definido os temas, relacionamos as pessoas que estariam envolvidas no nosso projeto.

- os alunos
- a família
- os professores (Biologia, Física)
- os técnicos e donos de eletrônicas
- consumidores
- fonoaudióloga
- delegado de polícia (poder judiciário)

### *Pesquisas de normas e condições impostas pela técnica*

Em pesquisa na internet o grupo responsável pelas normas técnicas consegue entre outras, as normas técnicas de construção do alto-falante e de caixas acústicas, bem como os dados que devem estar especificados no alto-

falante e os que devem ser especificados em documentos que devem estar disponíveis ao usuário antes da compra.

Também através de pesquisa na Delegacia de Polícia da Comarca de Pinhalzinho (nosso município), conseguiu-se uma cópia da portaria que regulamenta a intensidade do som permitido em automóveis, quais os horários e locais que é permitida a propaganda de rua e a intensidade máxima do som permitida.

### *Listagem das caixas Pretas*

Com o grupo dividido em equipes, cada uma das equipes com o assunto determinado. Fez-se um levantamento das caixas pretas relacionadas ao projeto:

- normas técnicas
- normas jurídicas
- campo magnético
- eletroimã
- potência de um alto-falante
- frequência do som
- corrente alternada e corrente contínua
- funcionamento do ouvido humano
- funcionamento do alto-falante
- efeitos que a alta intensidade do som provoca no organismo
- características das ondas sonoras
- tipos de alto-falantes
- distribuição dos alto-falantes no automóvel
- impedância
- utilidade dos amplificadores
- partes do alto-falante

Esses itens são considerados como caixas pretas porque a compreensão dos mesmos é essencial para a compreensão e resolução da situação problema proposta.

### *Linhas de bifurcações*

Como alguns itens são bastante abrangentes, determinamos o que deveríamos priorizar em cada um deles.

- Nas ondas sonoras, definição de ondas sonoras e as características do som.
- os tipos de alto-falantes e como são instalados nos automóveis.
- como se processa o som no ouvido, as partes do ouvido, o que causa os ruídos ao ouvido.

*Lista dos especialistas e especialidades pertinentes ao desenvolvimento do projeto sobre alto-falantes.*

Na terceira etapa, os grupos decidiram como desenvolveriam o projeto e que especialistas seria pertinente consultar, os quais foram relacionados abaixo:

- biólogos
- físicos
- técnicos em eletrônica
- internet
- delegado de polícia
- fonoaudióloga
- fabricantes de alto-falantes

### **3ª Etapa: Consulta aos especialistas e às especialidades**

Nesta etapa cada equipe decide quais os especialistas serão consultados. Fica decidido que a equipe OH consultará uma fonoaudióloga e biólogo; as equipes TAF, FAF e AM consultarão técnicos em eletrônica e física; a equipe OS consultará um grupo musical e um físico; a equipe HNT o poder judiciário. Todas as equipes usarão também a internet como fonte de pesquisa.

### **4ª Etapa: Indo à prática**

Nesta etapa os grupos partem para a pesquisa junto aos especialistas, a bibliotecas, a internet, para esclarecimento das dúvidas, bem como em busca de material para leitura e posterior apresentação em classe. Também examinaram um alto-falante. Equipamento em estudo.

### **5ª Etapa: Abertura aprofundada de algumas caixas pretas e descoberta de princípios disciplinares que são base de uma tecnologia**

Para a abertura das caixas pretas, cada equipe apresentou sua parte da pesquisa colocando-se a disposição, no final da apresentação, para possíveis dúvidas.

A partir da apresentação do segundo grupo, a coordenação dos trabalhos do projeto, por sugestão do professor orientador e aceitação do grupo, foi passada para um grupo de alunos. Esta atitude foi importante, pois aumentou a responsabilidade de decisão do grupo. O que é fundamental para a tomada de decisão. No anexo I encontramos a ata elaborada pela equipe que coordenou os trabalhos.

As apresentações ocorreram num total de 7 aulas. Na apresentação do trabalho as equipes HNT e AM explanaram o assunto para os demais com auxílio de transparências. Os pontos mais enfatizados foram as normas técnicas de construção do alto-falante, as normas sobre intensidade do som permitido no som automotivo, e a função básica do amplificador.

A equipe OH fez uso de uma fita de vídeo da coleção Superinteressante: Ouvido, Som e Equilíbrio, (Vol. 7) e também transparências para complementar a apresentação. Foi explicado como o som se propaga no ouvido humano, as partes do ouvido, os danos causados pela poluição sonora ao ouvido e os efeitos dos mesmos no organismo humano, formas de proteção, tempos de exposição máximo a uma determinada intensidade para não prejudicar a audição.

A equipe FAF, levou um alto-falante para a sala desmontou para mostrar as partes e explicar o funcionamento, com auxílio de transparência.

A parte de ondas sonoras centrou-se mais nas características das ondas sonoras., Usando instrumentos musicais de cordas e tubos sonoros para mostrar as diferentes alturas do som, ou seja, para diferenciar o som grave do som agudo.

Por último teve a apresentação da equipe dos tipos de alto-falantes e a instalação do sistema de som num automóvel. Essa equipe usou o automóvel de um dos participantes da equipe. Nesta parte da apresentação eles colocaram,

isoladamente, cada tipo de alto-falante funcionando para mostrar a diferença entre eles, mostraram também a distribuição dos mesmos no automóvel e porque são distribuídos dessa forma. Também falaram sobre impedância (resistência) , sobre a diferença entre as potências: Potência Nominal, RMS (Root Mean Square); Potência Nominal de Pico Operacional (PMPO); e a Potência Musical.

Ao final da apresentação do último grupo, ficou decidido que na aula seguinte far-se-ia uma espécie de resumo onde cada equipe usaria um espaço de tempo correspondente a 5 minutos para expor os tópicos mais importantes da sua parte pesquisada. Também disponibilizariam um resumo da parte pesquisada para o restante da turma.

#### **6ª Etapa: Elaborando uma síntese da “Ilha de Racionalidade” produzida.**

A partir do resumo de cada equipe, produziram-se algumas sínteses como: seminário, teatro, compilação do material elaborado pelas equipes, panfleto informativo para os consumidores.

Para desenvolvimento dessas sínteses a turma foi novamente redividida. As novas equipes deveriam ser composta pelo menos por um membro de cada equipe anterior. A opção por esta atitude é para que ocorresse uma socialização do conhecimento adquirido e também para que o conhecimento não se tornasse fragmentado, em que cada aluno só saberia a parte que havia pesquisado. Para elaboração das sínteses propostas o aluno deveria ter conhecimento do todo.

#### **1º grupo: Apresentação do seminário: “ALTO-FALANTES”**

O seminário foi apresentado no dia 27 de novembro, para quatro turmas do Colégio sendo: uma 8ª série; duas primeiras séries e uma segunda série do ensino médio. Neste seminário foram abordados todos os temas pesquisados e apresentados em sala de aula. Foram utilizados dois períodos de 45 minutos.

Um dos membros da equipe faz a abertura do seminário contando sobre o desenvolvimento do projeto e da importância em repassar o que aprenderam. Dando continuidade ao seminário falaram sobre: a história dos alto-falantes; ondas sonoras que se detiveram mais em definir o que é uma onda sonora e as

características usando instrumentos de sopro (tubos sonoros) para diferenciar um som grave de um som agudo; para o funcionamento do alto-falante usaram um alto-falante desmontado e transparências para mostrar as partes e o funcionamento; para o ouvido humano usaram transparências para explicar a propagação do som no ouvido e também falaram dos problemas causados ao ouvido quando exposto por muito tempo a ambiente com ruídos intensos e na finalização do seminário falaram sobre os tipos de alto-falantes e suas posições de instalações no automóvel.

Nessa última parte houve uma dificuldade na apresentação, pois a turma era grande e nem todos conseguiram acompanhar as explicações e demonstrações quando mostrados no automóvel.

No anexo II encontram-se algumas fotografias da apresentação do seminário.

## **2º grupo: Apresentação do teatro**

O teatro foi apresentado no dia 25 de novembro, para três séries iniciais do ensino fundamental, duas 4ª séries e uma 3ª, estando presente um total de 80 crianças. No teatro foram destacados mais intensamente dois pontos: o perigo de ficar exposto a um som de elevada intensidade e os efeitos que os mesmos causam no organismo e o funcionamento do alto-falante.

A decisão de apresentar o teatro para as séries iniciais se deve ao fato de uma professora, mãe de um aluno, ter conhecimento do desenvolvimento do projeto. Estando ela preocupada, não só com o seu filho, mas também com as outras crianças dessas turmas, por ouvirem música numa intensidade elevada e não aceitarem os conselhos dos pais. Acabou pedindo para a turma se não poderiam usar partes deste projeto e repassar de alguma forma para os pequenos.

A maior dificuldade enfrentada por esta equipe foi transpor didaticamente a explicação do funcionamento do alto-falante de um nível de saber do Ensino Médio para o nível de compreensão de uma turma de 4ª série. Usaram, como auxílio, para fazer essa transposição, os livros de ciências da 4ª série da Coleção Marcha Criança - Editora Scipione e da Coleção Quero

Aprender - Editora Ática, para terem uma noção da forma que se trabalhava a eletricidade e o magnetismo com essa série.

Para avaliar a reação dos alunos, podemos destacar três momentos:

- Antes da apresentação de teatro estavam impacientes para que começasse, continuavam pedindo se demoraria muito para o início.
- Durante a apresentação um silêncio total, todos prestaram atenção.
- Após a apresentação a satisfação e a mudança de hábito dos alunos, percebido pelas professoras, quanto ao volume dos aparelhos de som, chegando a haver cobrança entre eles.

Uma das mensagens que se tentou passar aos alunos é a importância de usar os conhecimentos científicos adquiridos na escola para mudar certas atitudes no dia a dia. O que mostra, na peça teatral, o filho com um comportamento de não dar ouvidos ao que estava aprendendo na escola e nem com a opinião dos pais, e ao assistir a palestra muda o seu comportamento e se dispõe a ajudar a conscientizar, distribuindo panfletos, outras pessoas. No anexo III encontra-se o roteiro da peça teatral, o panfleto distribuído no final do teatro e algumas fotografias da apresentação.

### **3º grupo: Compilação do material produzido pelas equipes.**

Com o resumo do material elaborado pelas equipes durante o desenvolvimento do projeto, montou-se uma apostila. Esta apostila foi deixada na biblioteca do Colégio Estadual José Marcolino Eckert como fonte de pesquisa para os alunos.

### **4º Grupo: Panfleto Instrutivo para Consumidores**

Elaborou-se um panfleto com o objetivo de fornecer algumas informações para os consumidores que desejam instalar um sistema de som em seu automóvel. Esse panfleto é um modelo de material para ser deixado nas eletrônicas e fornecido aos consumidores.

A intenção da equipe não foi fornecer ao consumidor uma receita pronta, mas fornecer subsídios para que ele não fique totalmente dependente do técnico em eletrônica (especialista).

No anexo IV encontra-se o modelo do panfleto.

Fourez cita em seu trabalho, como visto anteriormente, oito etapas na construção de uma Ilha Interdisciplinar de Racionalidade, mas também considera a possibilidade de alterações nas mesmas dependendo do projeto a ser desenvolvido. Sendo assim no desenvolvimento do projeto sobre alto-falantes, duas dessas etapas foram “eliminadas” as correspondentes à sexta etapa, esquematizando a situação pensada e a sétima etapa, abrir algumas caixas pretas sem a ajuda de especialistas.

Na verdade as caixas pretas que não necessitaram do auxílio de especialistas para serem abertas, foram abertas pelos próprios alunos na apresentação dos trabalhos na quinta etapa, sendo assim podemos dizer que as etapas quinta e sétima se fundiram numa só. O mesmo ocorre com a sexta etapa a qual fundiu-se com a oitava, fazendo a síntese do projeto num único momento.

## CAPÍTULO 3

### 3.1 - ANÁLISE DO TRABALHO DESENVOLVIDO

As Ilhas de Racionalidade, como já nos referimos, dividem-se em dois grupos: as que se organizam em torno de um projeto e as que se organizam em torno de uma noção. O nosso trabalho mostra a construção de uma Ilha de Racionalidade em torno de um projeto, que parte da situação problema: *“quais os alto-falantes ideais para a instalação de um sistema de som num automóvel?”*.

Com o tema alto-falante, desenvolvemos um projeto, que partindo de elementos do cotidiano, do universo do aluno, conseguimos formular princípios gerais da Física. Tornando o aprendizado científico mais significativo, mesmo para os alunos cujo futuro profissional não depende diretamente da Física. E partindo de uma questão do cotidiano com enfoque interdisciplinar, o conhecimento científico não foi apresentado de forma fragmentada e desconectada da realidade.

Também fizemos com que, através de construção de Ilhas de Racionalidade, os alunos compreendessem que o conhecimento científico pôde auxiliá-los na compreensão de situações do cotidiano vivenciadas por eles. E que contribuiu para ele na tomada de decisões frente a uma situação.

Na parte mais específica de Física, com essa metodologia diferente da tradicional, conseguimos despertar o interesse do aluno para o conhecimento científico.

Através da construção da Ilha Interdisciplinar de Racionalidade sobre alto-falantes, os alunos conseguiram entender a interdependência dos fenômenos magnéticos e elétricos; compreender os fenômenos magnéticos; reconhecer o efeito magnético da corrente; compreender superficialmente o comportamento do ouvido humano com relação à sensibilidade; identificar os parâmetros envolvidos com rendimento acústico e pressão sonora resultante; identificar a relação entre potência especificada e potência dissipada pelo alto-

falante e estabelecer a relação entre as potências RMS, PMPO e MUSICAL; conhecessem os diferentes tipos de alto-falantes.

Por ser uma metodologia de trabalho que difere da tradicional, os alunos não foram avaliados por provas. Julgamos interessante optar por uma avaliação que se adequasse a essa metodologia adotada. Sendo assim, contemplando os objetivos da ACT, ou seja, domínio, comunicação, autonomia. Cada aluno foi avaliado sob os seguintes aspectos:

- Participação na apresentação da primeira parte;
- Participação na equipe na primeira parte e na elaboração das sínteses;
- Qualidade das colocações;
- Contribuição para a equipe.

Na realização do trabalho foram observados pontos positivos como: a união e a cooperação no grupo e entre grupos. Na etapa da pesquisa e consulta a especialistas houve muita troca entre grupos, de material de pesquisa e informações. Quando, por exemplo, a equipe que pesquisava sobre a história do alto-falante encontrava material que interessava a qualquer outra equipe, esse era coletado e entregue a equipe interessada.

Além da disciplina de Física, com essa série, também trabalhamos a disciplina de Matemática, sendo esta preferida pela maioria dos alunos. No entanto, durante a aplicação do projeto sentimos essa preferência se inverter chegando a ser difícil trabalharmos a disciplina de Matemática, pois durante todas as aulas os alunos questionavam sobre o projeto, com o intuito de solucionar algumas de suas dúvidas. A equipe do funcionamento do alto-falante, passou a levar um alto-falante desmontado para as aulas e ficavam analisando as partes deixando de participar totalmente da aula. Isso comprova um certo interesse por parte dos alunos por essa metodologia de trabalho.

Os alunos souberam o momento de recorrer aos especialistas, bem como quando deveriam buscar uma segunda opinião. Na pesquisa, não se detiveram a uma bibliografia apenas, fizeram comparações entre elas para posteriormente elaborar um modelo. Todos os tópicos pesquisados tinham tendência a uma grande abrangência, no entanto, eles souberam discernir o que era importante saber para resolver a situação.

Para a apresentação, usaram vários recursos como auxílio, dentre eles: transparências, cartazes, fita de vídeo, instrumentos musicais, alto-falante, e um automóvel. Todos os membros das equipes estavam bem preparados, todos falaram, conseguindo responder no final da apresentação, as dúvidas do grupo.

No final, optamos pela elaboração de diferentes sínteses, com o objetivo de facilitar a análise da eficácia do projeto e também porque para a elaboração das mesmas, todos deveriam ter conhecimento do todo, não ficando assim restrito a uma parte somente.

Durante o desenvolvimento do projeto percebemos algumas dificuldades e alguns pontos que atrapalharam o bom andamento do trabalho. Esses pontos serão expostos a seguir:

Nossa insegurança por não conhecer o suficiente sobre o tema sobre alto-falantes, também por ser a primeira aplicação de um projeto interdisciplinar, fez com que limitássemos ao máximo as caixas pretas a serem abertas com receio de que se não fizéssemos o projeto se tornaria muito abrangente e com isso não conseguiríamos obter um bom resultado. Se tivéssemos mais conhecimentos poderíamos ter questionado mais os alunos e aprofundado mais alguns tópicos. Por não termos conhecimento suficiente, ou seja, por não sabermos a resposta da situação problema, julgamos necessário colocarmo-nos ao nível de conhecimento do aluno e pensarmos em quais conhecimentos seriam necessários buscarmos para podermos resolver a situação problema proposta pelo nosso projeto. Acreditávamos que quando adquiríssemos conhecimento suficiente para poder negociar a situação problema os alunos também o teriam adquirido.

Concordamos com Fourez quando escreve que para embarcar num projeto de Alfabetização Científica e Técnica não pode fazer-se às pressas, e que não se pode lançar-se a tal projeto sem preparação (Fourez, 1997). Para desenvolver um projeto, o professor, deverá ter formação numa epistemologia renovada (construtivista); ter participado pelo menos uma vez de um projeto interdisciplinar; conhecer o modo do pensamento tecnológico, ou seja saber como pensa um engenheiro, um médico; saber a finalidade do ensino científico, ou seja, saber por que, em vista de que e para quem se ensina.

O ideal, é conhecer de forma mais aprofundada a proposta de Fourez sobre a construção de Ilhas de Racionalidade na perspectiva de uma Alfabetização Científica e Técnica. E também ter um bom conhecimento do tema do projeto a ser desenvolvido para ter maior segurança na aplicação e obter melhores resultados.

Não ter tido a oportunidade para nos reunirmos e planejarmos, juntamente com os demais professores da turma. E fazermos um trabalho em conjunto abrangendo de alguma forma todas as disciplinas, na aplicação do projeto. Após a apresentação do seminário em conversa com a professora de Artes, que o assistiu, colocou que se conhecesse melhor o projeto poderia ter trabalhado com os alunos a evolução histórica do alto-falante; a teoria musical; frases rítmicas; a exploração de várias possibilidades sonoras: do corpo, objetos, sons naturais e sons artificiais organizados; exploração de personagens teatrais com sons e gestos.

Outro ponto falho foi não termos feito uma análise final com o grupo de alunos para sabermos como eles sentiram a mudança de metodologia, saber na opinião deles se é válido este tipo de trabalho, os pontos positivos na visão deles, as falhas e o que poderia ter sido diferente.

Todo o trabalho desenvolvido levou um período de dois meses desde a apresentação da proposta até o final, incluindo a apresentação do seminário e do teatro. Esse período é um período muito longo, começa a se tornar cansativo para os alunos, o ideal seria um período de aproximadamente um mês.

A época do ano também não foi muito favorável, pois os alunos estavam divididos entre o desenvolvimento do projeto e a preocupação em ter conteúdos disciplinares para prestar a prova do vestibular.

Fourez coloca os quatro objetivos gerais da Alfabetização Científica e Técnica: a autonomia, a comunicação, domínio e a negociação em forma de questões que ao final do desenvolvimento do projeto devem ser respondidas para se ter uma idéia da abrangência da Ilha de Racionalidade:

a) *“O que estudamos nos ajuda a “negociar” com o mundo tecnológico examinado?”*

*b) Ele nos deu uma certa autonomia no mundo científico-técnico na sociedade em geral?*

*c) Em que os saberes obtidos nos ajudam a discutir com mais precisão quando da tomada de decisões?*

*d) Em que isto nos dá uma representação de nosso mundo e de nossa história que nos permite melhor situar-nos e fornecer uma real possibilidade de comunicação com os outros? (Fourez, 1997:121)”.*

Um dos objetivos, citado por Fourez é a autonomia. Para atingirmos este objetivo faz-se necessário termos algum conhecimento sobre determinado assunto, sem depender totalmente dos especialistas e de receitas prontas. No caso do nosso projeto, acreditamos que o conhecimento que adquirimos seja suficiente para negociarmos frente a situação proposta.

Outro objetivo é a comunicação essa, esteve presente em todos os momentos do desenvolvimento. Na apresentação inicial das partes, na apresentação do seminário e do teatro teve uma comunicação oral, enquanto que na síntese, e no panfleto houve uma comunicação escrita.

Concluimos, portanto que com a aplicação deste projeto interdisciplinar os alunos adquiriram uma Alfabetização Científica e Técnica

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho teve o propósito de mostrar uma nova metodologia a qual favorece a aproximação dos alunos a um conhecimento científico-técnico que envolve ao mesmo tempo o conhecimento científico e o seu cotidiano. Metodologia esta que supera as habituais dos cursos de Física (que mostram o conhecimento científico como sendo uma verdade pura e onde se privilegia a resolução de problemas), incorporando um trabalho interdisciplinar.

A mudança na prática pedagógica certamente requer muito esforço, pois trabalhar no tradicionalismo onde o professor adota uma postura de neutralidade política, desconhecendo as práticas sociais e usando uma pedagogia conservadora, em que os conteúdos são apenas repassados, é mais fácil, não requer muito conhecimento e nem esforço. No entanto, está nas mãos dos profissionais da educação, em grande parte, a mudança do quadro social que se vive hoje.

Sendo assim a ação do professor deverá ser voltada para que o ensino de Física proporcione ao aluno à compreensão da realidade que o cerca, não somente abordando os fatos científicos, como também oferecendo condições para que ele possa tomar posição com relação a esses fatos.

A Proposta Curricular de Santa Catarina deixa uma abertura, no que diz respeito aos pressupostos metodológicos dos conteúdos de ciências, permitindo ao professor inovações no programa de ensino corroído pelo tradicionalismo e pelo positivismo encontrado.

Pelos resultados conferidos através de observações, durante o desenvolvimento do projeto, acredita-se que a construção de “Ilhas de Racionalidade” é uma possibilidade de melhoria para o ensino de Física. Ao deixar de trabalhá-la de forma disciplinar em que se privilegiam conceitos científicos não relacionados com situações do cotidiano e passar para um ensino que privilegia uma formação que o possibilite situar-se culturalmente frente às ciências e às tecnologias, e a negociar frente às situações do seu cotidiano, sem ficar totalmente dependente de especialistas, a formação deixará de ser voltada somente para os que seguirão a carreira científica e passa se prestar a uma

formação mais geral, ou seja, a formação passa a ser significativa para todos os alunos independentemente da profissão que escolher seguir. Isso fará com que o aluno se engaje no ensino de Física por haver relação entre este e a realidade vivenciada por ele.

Sendo assim a Alfabetização científica e Técnica, proposta neste trabalho, surge como uma alternativa para o currículo de ciências no sentido de dar significado e eficácia à educação científica.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FOUREZ, G. Alfabetización Científica Y Tecnológica. Acerca de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. Buenos Aires- Argentina: Ediciones Colihue, 1997.
- PARÂMETROS CURRICULARES NACIONAIS, MEC. 1999
- PERRELI, M. A . A Transposição Didática no campo da indústria cultural. Dissertação de mestrado – CED, 1996.
- PIETROCOLA M. ,NEHRING, C., SILVA C., TRINDADE J., LEITE R., PINHEIRO T., 2000 “As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o ensino de ciência através de projetos”, Ensaio, UFMG, Belo Horizonte, 2000 (no prelo).
- PINHEIRO, T.F. Um exemplo de construção de uma Ilha de Racionalidade em torno da noção de energia. – ata eletrônica VII EPEF, 2000.
- PINHO ALVES, J. Atividades Experimentais: Do Método à Prática Construtivista – Tese de Doutorado – UFSC, Florianópolis 2000.
- PROPOSTA CURRICULAR de Santa Catarina. Florianópolis: COGEN, 1998.
- ZIMMERMANN, E. Modelos de Pedagogia de Professores de Física: Características e Desenvolvimento – UFSC, Florianópolis, SC, 1997.

## ANEXO I

## Ata

A partir do dia 26 de outubro, o trabalho de conduzir, montar e criar uma ordem cronológica da explicação do assunto sobre o alto-falante foi repassado ao grupo composto pelos alunos Jonathan, Marlon, Daniela, Alencar e Maril, cujo assunto sobre as normas e história do mesmo, já havia sido apresentado em aula anterior, logo após a orientação educacional sobre o cuidado humano, que foi repassada por parte das alunas Débora, Juliane, Tairan, Rosilene e Lillian.

Na presente manhã do dia 26, os alunos Marcos, Charles, Pablo e Gelson deram início à explicação de seu trabalho relativo ao funcionamento do alto-falante. Através do uso de episcópio e retroprojetor, os mesmos mostraram desenhos de alto-falantes, explicando suas respectivas partes e funcionamento, inclusive, fazendo o uso de um alto-falante desmontado, onde foi abordado de uma forma geral todo o assunto em questão, como também o resto da classe teve a oportunidade de esclarecer as mais diversas dúvidas. O grupo deu conselhos sobre som auto-motivo e residencial e, fora abordado mais profundamente o tema, "eletromagnetismo".

Dando continuidade ao trabalho sobre alto-falante, foi conduzida a palavra ao grupo que tinha por didática, onde as normas, desde que as mesmas saem do alto-falante, até o receptor. Foi passado o seu conceito e também as suas mais variadas formas (natureza, direção de propagação e direção de vibração). O tema que mais chamou atenção e cuja proposta foi apresentada pelo grande

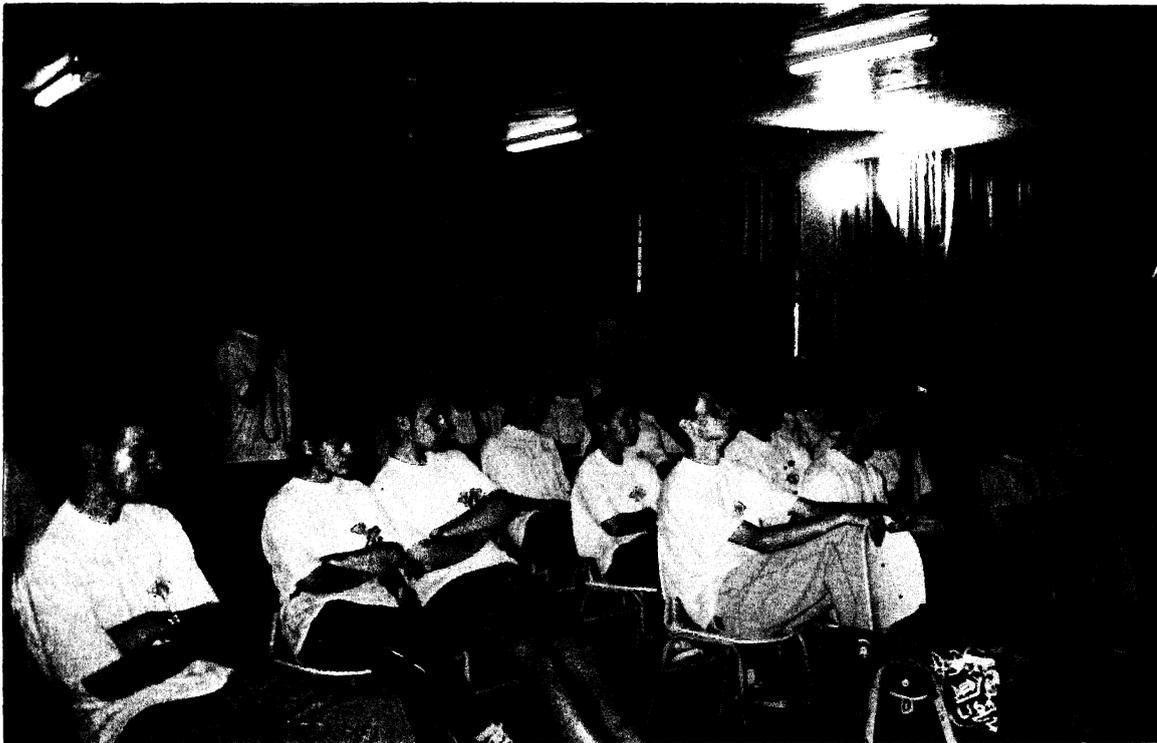
grupo, foi a questão de nome, que não pareceu entre  
de nome dia-a-dia. Tanto o tempo de preparação  
são engatado para o dia, a continuidade da mesma  
fizeram concordar para a aula seguinte.  
No dia seguinte, 27 de outubro, as meninas  
deram continuidade ao assunto sobre endas, observam-  
do agora temas relacionados com o organismo  
humano, seja tanto na área de reg. humana, sua  
propagação e recombinação, quanto na área de medi-  
cina (ultraanatomia), tanto em vista que a endas  
fora vista somente a questão de endas em áreas  
de acútuas mecânicas. Sem mais nada a tratar e  
todas as perguntas elucidadas, a palavra foi por  
cada um grupo cujo tema estava relacionado  
a amplificação  
Muito legal e gostoso mostrarem a  
relação de amplificação com o auto-falante tanto  
em um auto-motivo como em um residencial. Foi  
aberto um debate sobre o assunto endas em mais  
diferentes perguntas foram apresentadas e respondi-  
das para um melhor aproveitamento de atividades  
sobre o ponto de vista.

Para encerrar o dia de atividades,  
as alunas Gerson, Ambrósio, Alex, Gabriel e Da-  
gostem leram a turma a fazer uma atividade de  
características e diferentes. Tanto por assuntos, tipos de  
auto-falantes, modo mais convenientemente que mostrar no  
me práticas e temas a ser abordados para tanto, foi  
utilizado um autômato de propriedade de um dos en-  
frentes para explicar as mais variadas tipos, estilos,  
formas e tamanhos de auto-falantes, no intuito de a-  
valiar o nome oriundo de cada aparelho. Com certeza  
atividades práticas e fácil de ser entendidas, as alunas

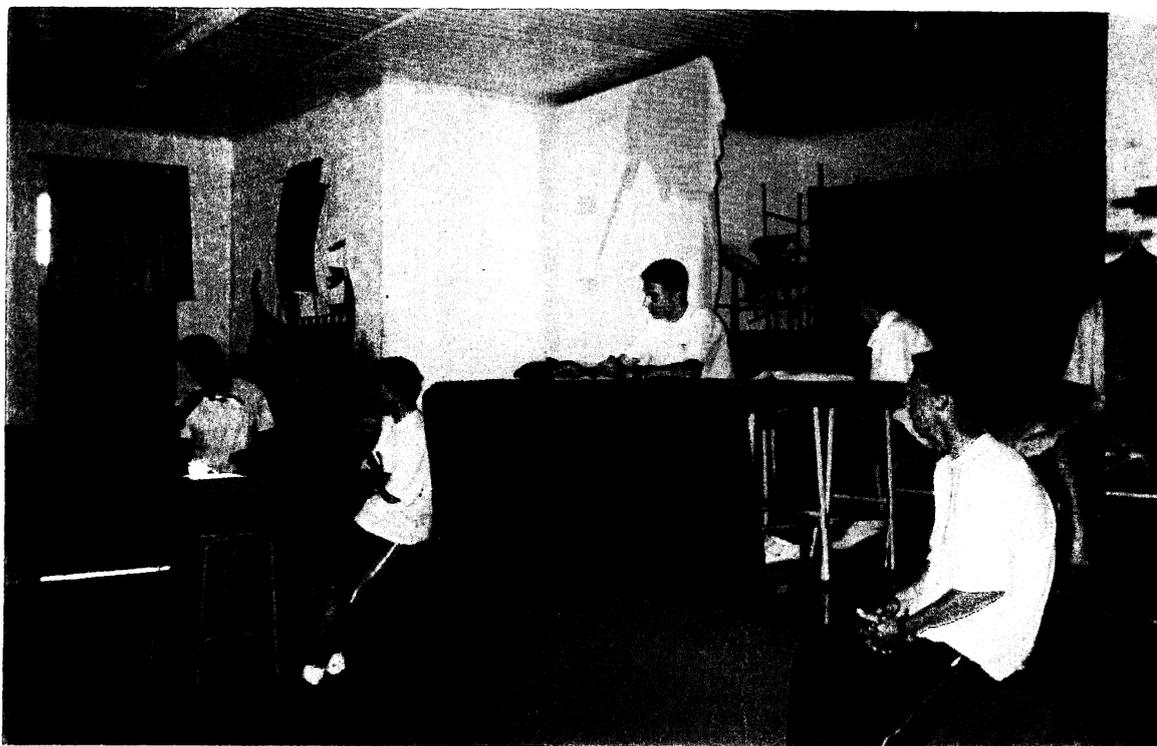
dissertaram sobre o assunto fazendo o resto do grupo diante ficar comprometido na abordagem, respondendo a todas as perguntas originadas por parte do resto da classe.

Na aula seguinte, foi feita uma revisão geral dessa matéria estudada, tendo cada grupo cinco minutos para fazer um breve relato sobre o seu assunto. Ficou decidido também que mais informações sobre o alto-falante, seriam dadas e comentadas pelos grupos através de: um seminário, um teatro, uma fita de vídeo e um resumo de pampagem, onde cada grupo ficou responsável por uma dessas tarefas.

## ANEXO II



1 – Público que assistiu o seminário.



2 – Com o uso de transparência, explicando o funcionamento do alto-falante.



3 – Aluno explicando sobre os efeitos dos ruídos no ouvido humano.



4 – A explicação dos diferentes tipos de alto-falantes encontrados num automóvel.



5 - Continuação da explicação dos tipos de alto-falantes.



6 - O aluno mostrando os alto-falantes instalados na porta do automóvel.

**ANEXO III**

## ROTEIRO DO TEATRO

### ELENCO

Vó - Jucelita

Filho- Josué

Mãe - Florinda

Pai – Genivaldo

Palestrante – Prof. Geraldo

Alunos – Todos

### I CENA

**Cenário:** Sala de uma casa

**Filho** - (ouvindo um som com elevada intensidade – canta junto)

**Vó** - ( chega e toca a campainha várias vezes .... e o neto não houve)

**Mãe** - (sai do quarto furiosa, diminui o volume) - Chega Vó, não repare, a .... é sempre assim, o som sempre neste volume. A gente não conversa mais nesta casa.

**Vó** – Bom dia!

(as duas sentam e, tomando um suco conversam)

**Vó** – É, com isso tem que cuidar. Lembra do teu pai que por causa do trabalho dele naquela fábrica, os ruídos, foi ficando surdo.

**Mãe** – É, o pai não usava os equipamentos de segurança e olha que a fábrica oferecia. Trinta anos trabalhando no meio daqueles ruídos, só podia trazer algumas conseqüências. Mas estou preocupada com o meu filho, que não quer ouvir os conselhos dos que têm maior experiência,...

( a Vó vai embora dizendo que precisa passar e retirar a sua aposentadoria e faz um comentário sobre a miséria que é a aposentadoria e que a mesma não dá pra nada. Em seguida a saída da avó a mãe continua varrendo a casa ).

### II CENA

**Cenário** – Sala de uma casa

( Mãe conversando com o filho)

**Mãe** – Filho, diminui o volume do som. Você quer ficar com o mesmo problema do seu avô? Não é só ruído no trabalho que pode causar surdez. Música com volume alto, com o passar do tempo, também causa surdez.

**Filho** – Ah mãe, não enche! Isso é coisa de velho, da idade (sai)

### III CENA

**Cenário** – sala e cozinha de uma casa

( pai chega do trabalho com o folder que recebeu de um grupo de alunos na volta do trabalho – o pai e a mãe conversam:)

**Mãe** – Genivaldo, hoje eu tive uma discussão com o Josué. Eu quis alertar ele dos problemas que o som de grande intensidade. Sabe como são os jovens, nem ouviu e saiu.

**Pai** – Voltando do trabalho, uns alunos me entregaram um panfleto, que fala os cuidados que temos que ter com o som.

(o mesmo panfleto entregue para os alunos no final do teatro, usa alguns dos itens e cita para a esposa).

( entra o filho)

**Mãe** – quem tinha que ler esse panfleto era você, Josué. ( o filho olha o panfleto)

**Filho** – Mãe, não agüento mais esse assunto, é em casa, na escola. Ontem ficamos falando a aula inteira de Física sobre o som, o alto-falante, e hoje vai ter uma palestra lá no colégio.

( a mãe convida os dois para sentarem à mesa e almoçarem e continuam comentando sobre o assunto, em seguida o filho sai para ir à escola)

### IV CENA

**Cenário** – auditório da escola

(na escola a palestra)

O Professor fala sobre o funcionamento do alto-falante como funciona o nosso ouvido incluindo os problemas de audição.

( aqui são feitos alguns questionamento pelos alunos que fazem parte do grupo teatral que estão sentados na platéia, para facilitar o entendimento do assunto).

São feitas perguntas como:

- O que é bobina?
- Se furar o tímpano a pessoa fica surda?
- Qual a parte do ouvido é danificado quando o som é muito intenso(alto)?

### V CENA

**Cenário** – sala de uma casa

(em casa)

**Filho** – mãe, tô saindo

**Mãe** – aonde vais?

**Filho** – Agora que eu sei que esses problemas não dão só em velhos, eu vou sair por aí e distribuir uns panfletos, para tentar informar as conseqüências que o som de alta intensidade pode causar.

( vai entregando os panfletos para a platéia)

Duração da peça: 40 minutos

Obs.: As falas foram mais prolongadas, no roteiro está colocado a idéia principal.

**EXISTEM COISAS QUE VOCE NAO  
PRECISA PERDER.  
A AUDIÇÃO É UMA DELAS.  
PROTEJA-SE**

Em nossa vida diária, em casa, no trabalho, viajando ou nos divertindo, existem inúmeras situações nas quais estamos expostos ao ruído (barulho).

O trabalho, na maioria dos casos, se apresenta como a situação mais perigosa em função das muitas máquinas e equipamentos ruidosos existentes, e do longo tempo que passamos sob estas condições.

O ruído contínuo e excessivo pode causar, com o passar do tempo, a perda da audição. Com isto, deixamos de desfrutar de muitos prazeres da vida.

O alto volume dos aparelhos de som, o trânsito agitado das grandes cidades e o local ruidoso no trabalho são alguns dos motivos que nos levam, com o tempo, a perder a sensibilidade da audição e a sentir necessidade de aumentar o volume da TV, ou de pedir aos amigos para que falem mais alto, pois não estamos ouvindo aquilo que eles dizem.

**EFEITOS DO RUÍDO A SAÚDE**

**Efeitos no trabalho**

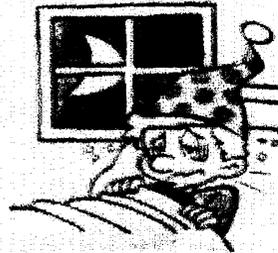
- Problemas na comunicação (é o primeiro sintoma visível)
- Baixa concentração
- Nervosismo
- Cansaço
- Baixo rendimento
- Acidentes

**Efeitos no organismo**

- Alterações menstruais e impotência sexual



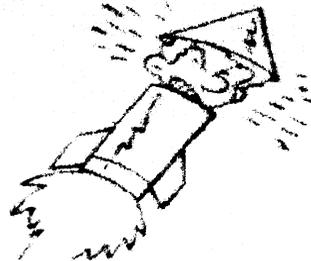
- Insônia



- Zumbidos no ouvido



- Estreitamento dos vasos sanguíneos e aumento da pressão sanguínea



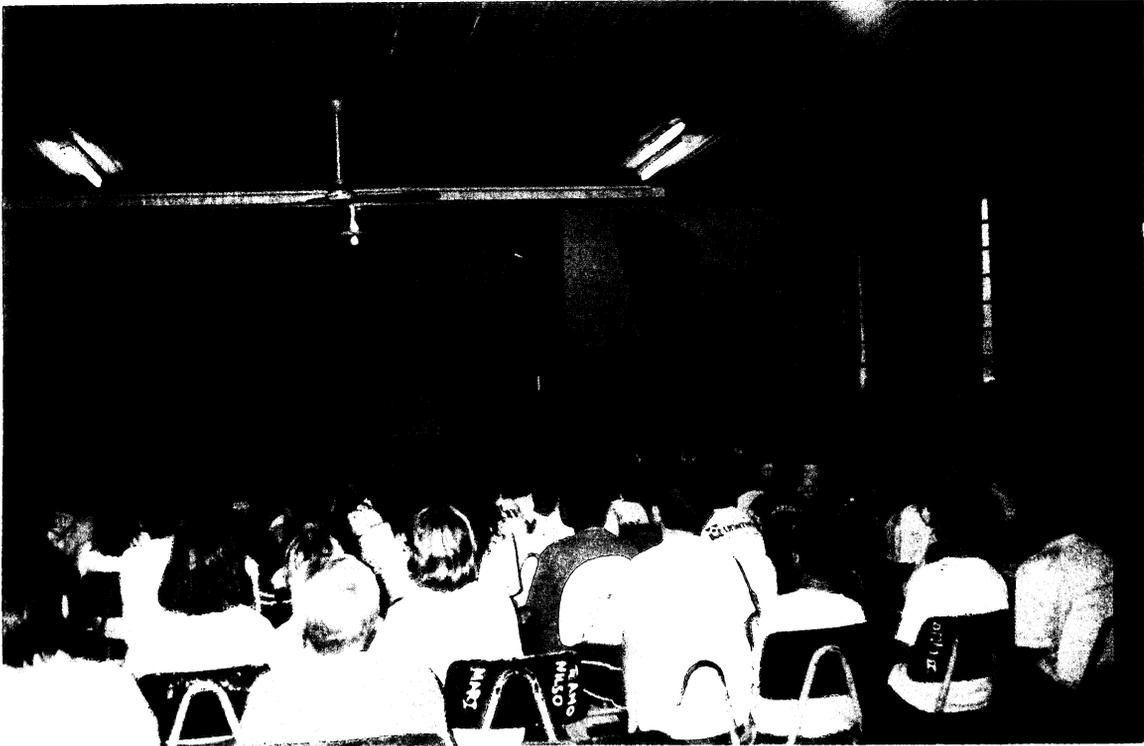
- Contração dos músculos



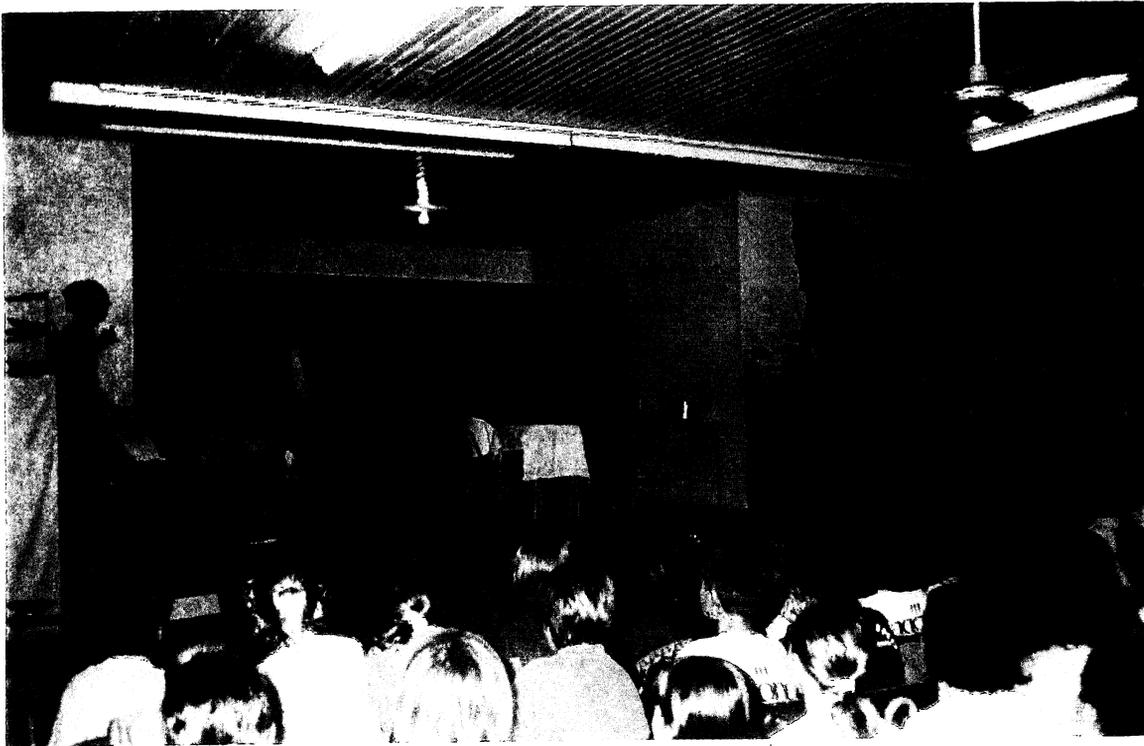
- Ansiedade e tensão



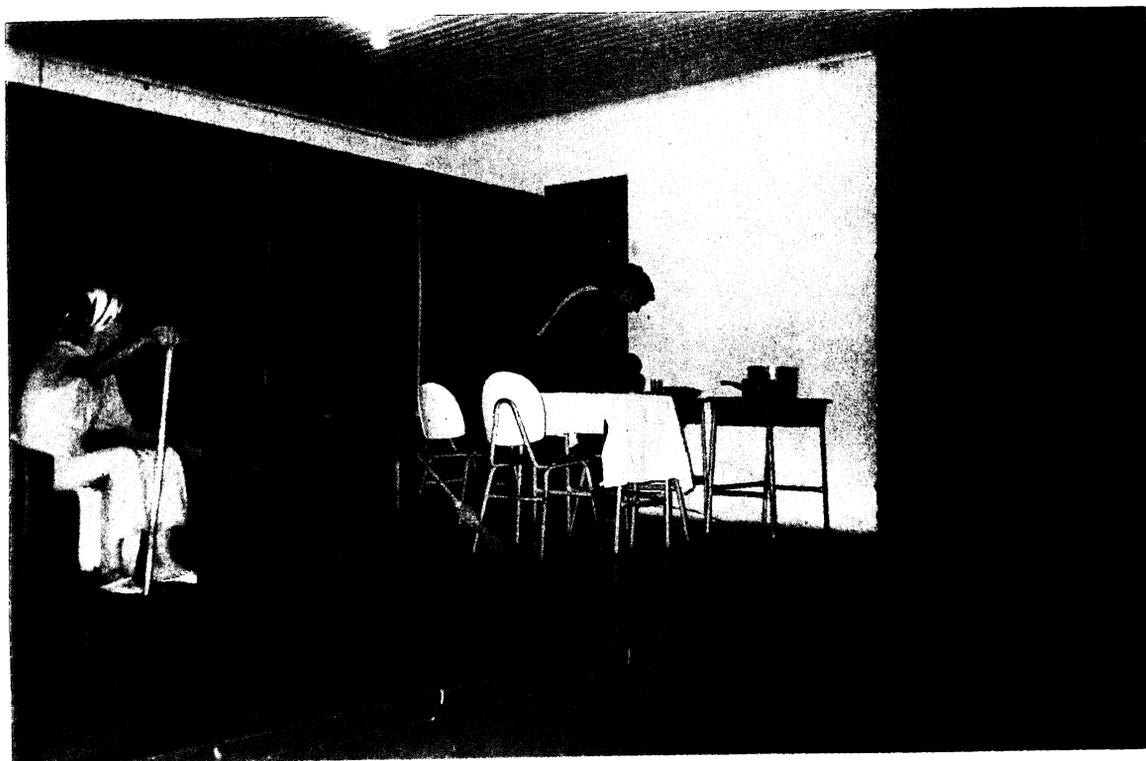
O grande problema do ruído é que os seus efeitos não são imediatos, ou seja, a perda de audição ocorre aos poucos e vai aumentando com o passar do tempo. Quando a gente se dá conta, não existe cura ou tratamento pois a situação é irreversível.



Na sala o filho o som com um volume elevado.



- A vovó chegando e tocando a campainha.



A Vovó e a mãe conversando.



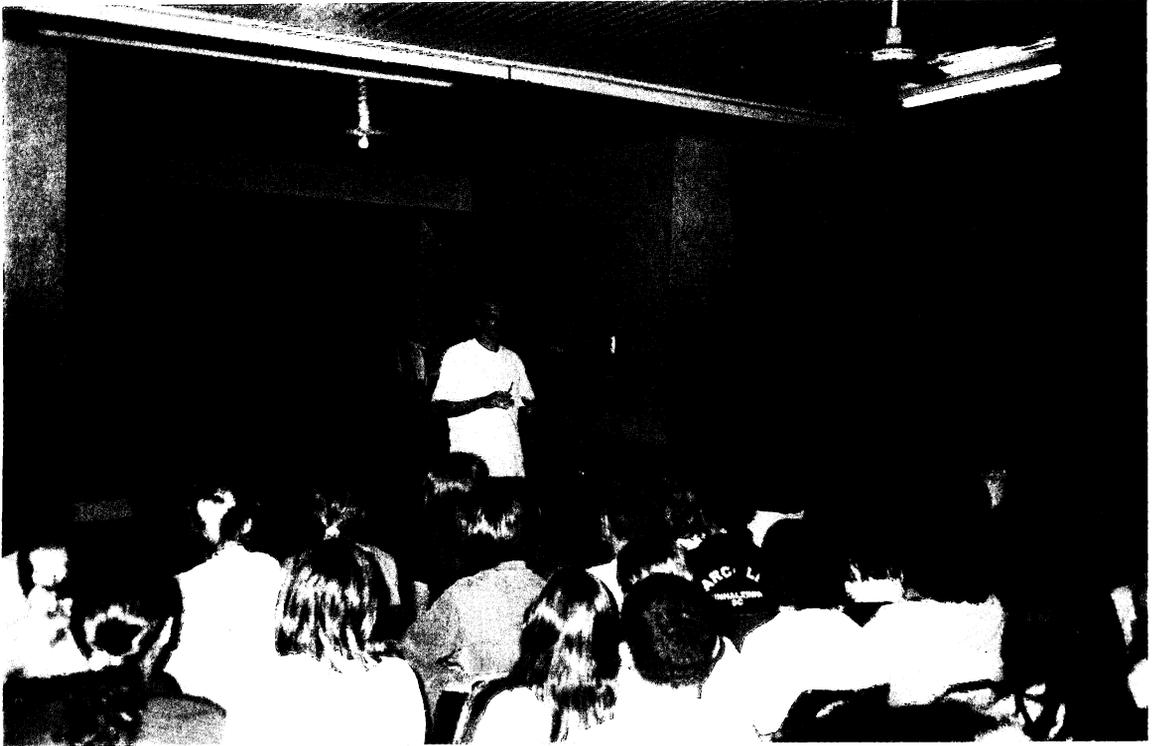
- Família durante o almoço conversando sobre o panfleto que o pai tinha recebido na rua.



- Na palestra falando sobre o alto-falante.



- A parte em que o palestrante falava sobre o ouvido humano.



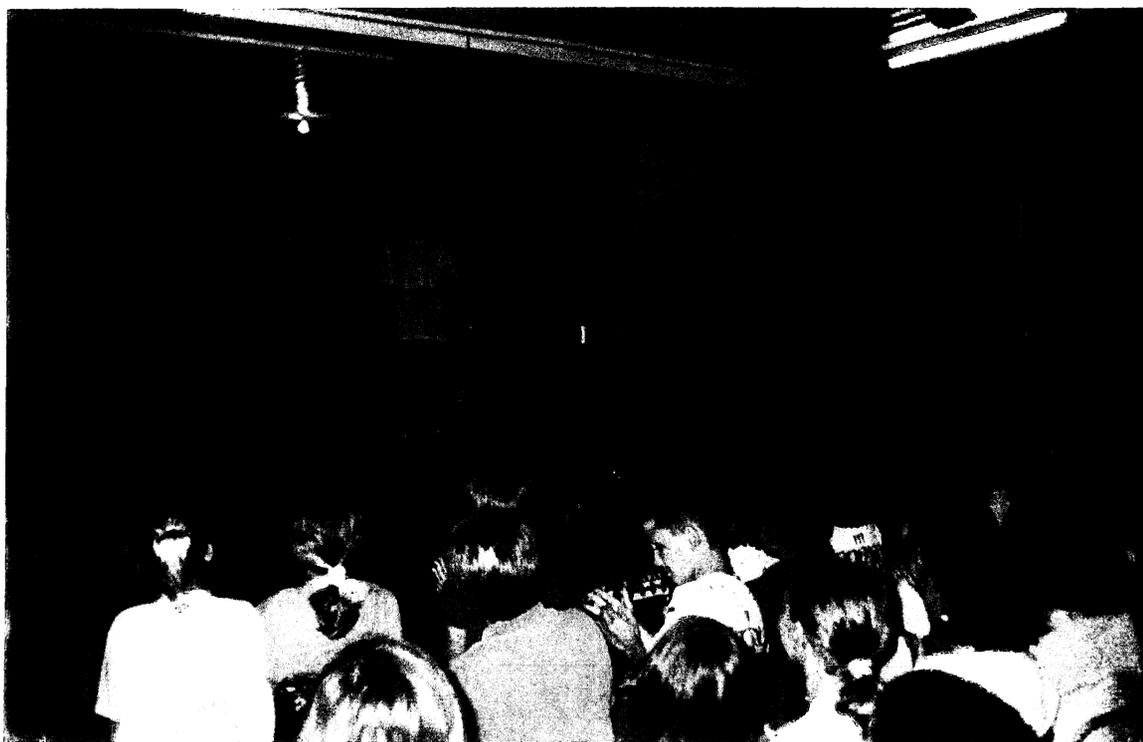
1 - Na palestra falando sobre os cuidados que devemos ter com os ruídos.



2 - O filho chegando em casa após a palestra.



7 - Final do teatro, os personagens no palco.

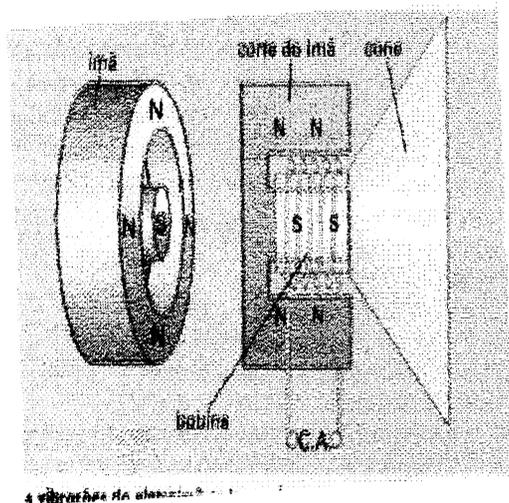


8 - Final do teatro, todos os personagens no palco.

**ANEXO IV**



provocando compressões e rarefações no ar, que, constituem uma onda sonora.



### Potência Do Alto-Falante

A potência de um alto-falante é um parâmetro que confunde muita gente. Quando se fala em potência de um alto-falante, estamos tratando da potência que pode ser aplicada ao mesmo, sendo conhecida como POTÊNCIA ADMISSÍVEL DO ALTO-FALANTE, o que não significa dizer que ele irá dissipar essa potência.

A potência de um alto-falante não pode ser avaliada somente pelo seu conjunto magnético ou pelo tamanho total do alto-falante, depende de um conjunto de fatores inclusive a frequência de ressonância.

A potência especificada para um alto-falante significa a potência elétrica que ele suporta e não a potência acústica que consegue transmitir. A sensibilidade do alto-falante expressa em dB SPL, decibel Nível de Pressão Sonora, é o que define o "volume" de som que obteremos com uma determinada potência.

**Potência Nominal:** potência máxima aplicável no alto-falante, em watts RMS (Root Mean Square) segundo a NBR 10303. Na eletrônica RMS é conhecida por Valor Eficaz. O Valor Eficaz (RMS) de uma corrente alternada é aquele capaz de produzir o mesmo efeito Joule que um corrente contínua, ou seja, gerar a mesma quantidade de calor em um resistor de igual valor, no mesmo intervalo de tempo. O sinal utilizado para a medida da potência RMS é o ruído rosa, onde as componentes ao longo da faixa de áudio (20 a 20.000Hz) apresentam a mesma amplitude. Normalmente são utilizados filtros para restringir esse comportamento.

**Potência De Programa Musical:** Potência máxima em watts que o alto-falante deve

suportar com programa musical admitindo uma distorção máxima de 5% no amplificador, por tempo indeterminado. Esta potência é em torno de 2 vezes a potência RMS. Ex.: Um alto-falante especificado em 250W de programa musical deverá resistir quando ligado a um amplificador de 250W RMS.

**Potência PMPO:** É a Potência Musical de Pico, ou seja, é a potência que o alto-falante suporta, nos picos de potência que o amplificador fornece com programa musical, medido em um curto intervalo de tempo. Esta potência é em torno de 3,6 vezes maior que a potência RMS.

Obs.: As potências de programa musical e PMPO foram criadas para fins estritamente comercial, elas variam de fabricante para fabricante, não existe norma a respeito, portanto não são confiáveis.

### Tipos De Alto-Falante Subwoofer

Os alto-falantes do tipo subwoofer são projetados para reproduzir as frequências extremamente baixas (de 20Hz a 120Hz).

O subwoofer é classificado em:

\*Box: quando este estiver em caixa selada. Este tipo de alto-falante não é recomendado para utilização em tampão.

\*Free Air: quando estiver ao ar livre. Ex.: tampão do veículo.

Seu tamanho varia de 8" a 18".

Indicação: para reproduzir sons de contrabaixo, baixo eletrônico, bumbo da bater músicas com subgraves.

### Woofers

Estes alto-falantes são projetados para reproduzir frequências graves (de 20Hz a 500Hz), mas na faixa de 20Hz a 120Hz, não possuem tanta eficiência.

Tamanho: 6" a 18".

São indicados para reproduzir sons de bumbo, tambor, parte do piano, parte do baixo da guitarra.

MID-BASS

Para reprodução sonora de alta potência na faixa dos médio graves.

São usados na parte frontal do carro.

Quando são instalados nas portas, é aproveitado o espaço interno da porta como caixa acústica.

Frequência: 50Hz a 300Hz.

Tamanho: 6" a 8".

São indicados para reproduzir sons como bumbo e tambor.

## MID-RÂNGE

Para reprodução de sons médios.

Faixa de frequência: 200 Hz a 3,5 khz.

Tamanho: 3,5" a 6".

É indicado especialmente para reprodução de vozes, mas também pode ser usado para reprodução sonora de instrumentos musicais que atuem com frequência entre 200Hz e 25 Hz.

## FULL-RANGE

Para reproduzir todas as frequências.

Estes alto falantes abrangem toda a banda de áudio.

Podem ter cone simples ou duplo.

Faixa de frequência: 100 Hz a 20 khz.

Tamanho: 2" a 6".

## Tweeter

São destinados à reprodução dos agudos, de 3500Hz a 20000Hz.

Os tons agudos reproduzidos pelo tweeter são emitidos em um ângulo de grande abertura e transmitidos em linha reta.

## Triâxial

Conjunto com um woofer, um mid-range e um tweeter na mesma carcaça.

São geralmente instalados na porta e no tampão do automóvel.

Frequência: 50 Hz a 20 Khz~

Tamanho: 6", 6" x 9" (tradicionalmente conhecido por 69 - oval), e 8".

É indicado para reproduzir todos os sons exceto contrabaixo, baixo eletrônico e bum de bateria.

## Cornetas

Quando se deseja bastante volume sonoro e boa reprodução dos sons médios, para perfeita compreensibilidade da palavra falada, como nos sistemas de audição pública usados em comícios, áreas abertas, propaganda de rua, etc., usam-se os alto-falantes do tipo corneta.

Na realidade, a corneta não é um alto-falante, mas um sonofletor, ou seja, caixa acústica, à qual está acoplado um alto-falante. Com isso, consegue-se aumentar a eficiência sonora.

## Parâmetros De Sistema De Som Automotivo Localização Dos Alto-Falantes

Os Tweeters e Médios devem ficar mais próximos possíveis entre si, pois parte da voz de alguns instrumentos são produzidos pelo tweeter e pelo médio e, portanto, se estiverem muito separados fisicamente, seria como se uma cantora estivesse cantando ao mesmo tempo em dois lugares.

Nos automóveis não é possível obter os graves da faixa de subwoofer na frente do veículo, com raríssimas exceções. Esta particularidade se deve ao fato dos automóveis não possuírem habitáculos com grandes volumes, nas suas áreas frontais, e nos pequenos volumes os alto-falantes trabalham muito acima de sua Frequência de, ressonância, não conseguindo reproduzir os graves abaixo de 120Hz. Portanto na área frontal do carro (portas, laterais, etc) deve-se utilizar medidas de alto-falantes iguais aos originais, buscando as faixas de frequência de Mid Bass, Mid Range, e Tweeter.

Quando o local de instalação do alto-falante na área frontal do veículo for utilizada para as faixas de frequência médias e altas (Mid Range e Tweeter), estes devem ser direcionados para o centro geométrico do teto, pois estas são frequências direcionais, e portanto devem ser voltadas para o ouvinte.

A faixa de subwoofer deve ser coberta por alto falantes adequados, instalados geralmente na região traseira do veículo, em caixas acústicas no porta-malas ou em tampão. Desta forma, se instalados corretamente as baixas frequências se espalham por todo o carro, sem "puxar" para trás a imagem acústica, pois as frequências contidas na faixa de subwoofer não são direcionais.