Unesp - UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
INSTITUTO DE ARTES
CAMPUS DE SÃO PAULO

O ESTUDO DE ELEMENTOS TEÓRICO - MUSICAIS COM O AUXÍLIO DO MICROCOMPUTADOR

2010000449

ORLANDO MARCOS MARTINS MANCINI

Acompanha
CD-ROM
2013000119

ORIENTADORA
PROFª DRª MARIA DE LOURDES SEKEFF

Unesp/SÃO PAULO
2001

B-0048922 A-0153448

unesp UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Artes
Campus de São Paulo

O Estudo de Elementos Teórico-Musicais com o Auxílio do Microcomputador

Dissertação apresentada ao Instituto de Artes da UNESP - Universidade Estadual Paulista, sob a orientação da Profª Drª Maria de Lourdes Sekeff Zampronha, como exigência parcial para obtenção do título de **Mestre em Artes**, área de concentração - Música.

Orlando Marcos Martins Mancini

INSTITUTO DE ARTES - UNESP
BIBLIOTECA

unesp/São Paulo
Outubro de 2001

INSTITUTO DE ARTES
Registro 449
São Paulo 10-12-01

INSTITUTO DE ARTES
Aquisição d/Orlando Mancini
Custo R$10,00
Data 17-10-01

T/UNESP
780.7
M269e
B0048922
A0153498

FICHA CATALOGRÁFICA

Mancini, Orlando Marcos Martins
O estudo de elementos teórico-musicais com o auxílio do microcomputador / Orlando Marcos Martins Mancini – São Paulo: [s.n.], 2001.
282 f.: il. + anexos

Dissertação (Mestrado) – UNESP - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes, curso de Pós-Graduação em Artes, área de concentração Música.

Orientadora: Profª Drª Maria de Lourdes Sekeff Zampronha

1. Música instrução e estudo 2. Música teoria elementar 3. Música na educação

CDD – 780.7

O Estudo de Elementos Teórico-Musicais com o Auxílio do Microcomputador

Banca Julgadora:

_____

_____

_____

Outubro de 2001

unesp

aos meus pais e irmãos:

Orlando Mancini (in memorian)

Zuleika Martins Mancini

Lívia Magda Martins Mancini

Eliana Maria Martins Mancini

Sérgio Marcio Martins Mancini

à minha querida esposa:

Maria Flavia de Castro Schiewaldt Mancini

aos meus filhos:

Marcus Vinícius Schiewaldt Mancini

Marcella Schiewaldt Mancini

a todos os meus amigos

unesp

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer àqueles que contribuíram e me incentivaram, desde o começo, na realização deste passo tão importante em minha vida. Infelizmente o espaço e minha memória são restritos, mas as pessoas citadas abaixo representam momentos de presença que contribuíram direta ou indiretamente na consecução deste trabalho.

Profª Drª Maria de Lourdes Sekeff Zampronha, pela orientação, paciência, confiança, incentivo e carinho.

Querido professor e amigo Ricardo Rizek, sem o qual não haveria a menor oportunidade deste momento tão caro. Agradeço por me ensinar a aprender e, principalmente, por me permitir aprender.

Profª Marilia Pini, por todas as oportunidades, ajuda e compreensão em momentos decisivos da minha vida.

Profª Marisa Ramires Rosa de Lima, por todo o estímulo e confiança. Foi a primeira a acreditar na relevância deste trabalho desde o início, incentivando-me muito na sua continuidade.

Profª Marisa Lacorte com quem tenho aprendido muito. Grato pela sinceridade, amizade, respeito e interesse.

Prof. Sidney Molina companheiro de tantos anos que muito me apoiou em situações tão importantes.

Prof. Sérgio Luiz Ferreira de Figueiredo que com suas críticas construtivas possibilitou a conformação de algumas idéias deste trabalho.



Profª Drª Dorotea Machado Kerr pelo respeito e acolhimento no momento vital de meu ingresso no mestrado.

Prof. Dr. Antonio Roberto Saltini por toda ajuda nas horas emergenciais e, principalmente, pela paciência e dedicação.

Prof. Renato Ladeia de Oliveira, grande amigo, pela providencial ajuda na revisão dos textos.

Sr. Ernesto Schiewaldt, meu sogro, que gentilmente me auxiliou em diversos itens deste trabalho.

Demais professores e funcionários da UNESP, grato pelo acolhimento, respeito e por toda atenção dispensada.

Alunos da FAAM - Faculdade de Artes Alcântara Machado que tanto têm me incentivado na busca de um aprofundamento qualitativo da informação apresentada como elemento vital de transformação para melhor, do mundo em que vivemos.

Orlando Marcos Martins Mancini

Outubro de 2001

APRESENTAÇÃO

Esta Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes do Instituto de Artes da UNESP - Universidade Estadual Paulista, sob a orientação da Profª Drª Maria de Lourdes Sekeff Zampronha, destina-se a cumprir parte dos requisitos para obtenção do título de **Mestre em Artes**, na área de concentração - Música. A linha de pesquisa que se enquadra é a de *Processos e Modos de Cognição do Ensino Artístico e Musical*.

Uma das propostas deste trabalho foi a elaboração de um protótipo de *software* denominado: "Exercícios e Treinamentos Musicais".

A dissertação compreende quatro capítulos.

No primeiro capítulo - *O estudo de elementos teórico-perceptivos musicais e o computador* - apresentamos a problemática motivadora deste trabalho. Nele estão contidos: o problema, os pressupostos e nossa hipótese. Com uma visão crítica das "novas" possibilidades abertas pelo computador na área pedagógica, abordamos temas importantes como "Realidade Virtual", softwares educacionais, as teorias educacionais frente aos novos conceitos de conhecimento e, finalmente, uma possível categorização dos softwares musicais.

No segundo capítulo - *Dos elementos básicos teórico-perceptivos musicais ao som no computador* - mapeamos o conteúdo dos níveis determinados pelos elementos constitutivos da teoria musical. Nesse mapeamento, buscamos justificar sua utilização na elaboração do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".

No terceiro capítulo - *O projeto do Software "Exercícios e Treinamentos Musicais"* - apresentamos a passagem para o funcionamento interno do programa através do conteúdo teórico-perceptivo musical utilizado isomorficamente na organização da linguagem de programação *Basic*.



Finalmente, no quarto capítulo - *O programa de Exercícios e Treinamentos Musicais* - descrevemos a funcionalidade do programa escalonado em treinamentos e exercícios estabelecidos por graus sucessivos de possibilidades, o armazenamento dos dados representando uma base quantitativa na avaliação da apreensão e introjeção do referido conteúdo, ou seja, do conhecimento teórico musical elementar.

Seguem-se as Considerações Gerais e, a estas, dois anexos:

o Anexo A contendo o código de funcionamento do programa em linguagem *Basic*, e o Anexo B, contendo o CD com os arquivos de instalação do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".

RESUMO

Esta pesquisa sobre **a utilização do microcomputador como ferramenta interativa no auxílio do processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-musicais**, parte do princípio de que em todos os segmentos do campo musical, a *escuta*, reconhecimento e interpretação consciente dos diversos elementos musicais constitui tarefa árdua, exigindo muito estudo e experiência.

No panorama curricular de diferentes escolas de música, principalmente em São Paulo, o estudo dos elementos musicais básicos tem sido efetuado em dois campos: o da Teoria - Estruturação Musical, enfocando a lógica do som musical; e o da Percepção – Treinamento Musical, enfatizando a vivência perceptiva do som musical. Esses dois campos, entretanto, sempre revelaram a necessidade de processos e formas mais eficientes de estudo, conexão e fixação de tais elementos.

A nossa pesquisa resulta em uma proposta de utilização do microcomputador como ferramenta de atuação nesse processo, iniciando o preenchimento dessa grave lacuna, com a elaboração de um protótipo de *software* denominado: *Exercícios e Treinamentos Musicais* - um ambiente virtual de ensino-aprendizagem baseado em exercícios e treinamentos elementares. Ao emitir estímulos sensoriais análogos aos fornecidos pelo mundo real, busca propiciar ao estudante treinamentos e exercícios em diversos níveis de possibilidades, repetidamente, auxiliando-o na superação, passo a passo, das dificuldades inerentes ao processo de aprendizagem teórico-perceptiva dos elementos musicais elementares.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

ABSTRACT

This research **on the utilization of the microcomputer as interactive tool helping the teaching-learning process of theoretical-musical elements**, starts on the principle that in all segments of the musical field, the hearing, recognizing and conscious interpretation of the different musical elements constitute hard task that depends on much study and experience.

In the curricular scenario of different musical schools, mainly in São Paulo, the study of the basic musical elements has been achieved in two fields: the one of the musical theory – building, focusing the logical of the musical sound and the musical perception – training, emphasizing the perceptive existence of the musical sound. These two spaces always perceive the need of more efficient processes and forms of study, connection and fixing of such elements.

Our research results on a proposal of utilization of the microcomputer as performing tool in this process, beginning the fulfilling of this serious gap, with the developing of a software prototype designated: Musical Exercises and Trainings – a virtual scenario of teaching-learning on elemental exercises and trainings. By issuing sensorial stimulus alike to the given by the real universe, intends to propitiate trainings and exercises to the student on different possibility levels, repeatedly, helping him to surpass, step by step, the difficulties inherent to the theoretical-perceptive learning process of the elemental musical elements.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS iv
APRESENTAÇÃO vi
RESUMO viii
ABSTRACT ix
SUMÁRIO x
LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS xiii

INTRODUÇÃO 1

Capítulo I - O estudo de elementos teórico-perceptivos musicais e o computador 3
1.1 - "Treinamento Elementar para Músicos" 3
1.2 - Das máquinas ao computador 7
1.3 - A utilização do Computador no processo ensino-aprendizagem: "Realidade Virtual" 15
1.4 - As teorias de Ensino-Aprendizagem e o Computador: A Transformação dos Paradigmas 24
1.4.1 - Visão geral das três principais teorias educacionais 25
1.4.1.1 - O Behaviorismo 25
1.4.1.2 - O Cognitivismo 26
1.4.1.2.1 - Conceitos fundamentais da Teoria Cognitiva (MERGEL, 1998) 27
1.4.1.2.2 - Efeitos subjacentes no processo ensino-aprendizagem pela via cognitivista 28
1.4.1.3 - O Construtivismo 29
1.4.2 - Um ecletismo teórico 31
1.4.3 - O Conhecimento como Rede 32
1.4.4 - Teoria das Inteligências Múltiplas (ALVES, 1999). 34
1.4.5 – Algumas observações 36
1.5 – A utilização do computador no processo ensino-aprendizagem musical: Softwares Educacionais Musicais 38

Capítulo II - Dos elementos teórico-perceptivos musicais ao som no computador... 45
2.1 - Das vibrações aos tons musicais perceptíveis 49
2.2 - A relação perceptiva entre os tons: o intervalo 53
2.3 - A percepção da identidade cíclica: o *diapasôn* 59
2.4 - O *diapasôn* ou a oitava 61
2.5 - O diapente 65
2.6 – A ordenação da sucessividade dos tons: as escalas 70
2.7 – A sistematização da simultaneidade dos tons nas tríades e nos acordes: a série harmônica 84
2.8 – O som e o computador 89
2.9 – Perspectivas 96

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Capítulo III - O projeto do Software "Exercícios e Treinamentos Musicais".....102
3.1 – O Visual Basic.....103
3.1.1 - Basic.....103
3.1.2 – Características do Visual Basic (VB).....104
Controle.....105
3.2 - Etapas do desenvolvimento da aplicação.....107
3.2.1 – Definição dos objetivos do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".....107
3.2.1.1 - Os Níveis de Dificuldade.....109
3.2.1.2 – Delimitação de cada nível.....110
3.3 – O conteúdo do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".....117
3.4 – Algoritmos fundamentais do Programa.....121
3.4.1 – A aritmética básica do programa em relação às notas, os intervalos e o dispositivo MIDI.....121
3.4.2 – Alguns aspectos técnicos do programa.....126
3.4.2.1 - Configuração mínima.....126
3.4.2.2 – Acessando o Dispositivo MIDI.....126
3.3.2.3 - Constantes dos elementos teóricos no programa e dispositivo MIDI.....129
3.3.2.4 - Variáveis utilizadas pelo programa.....133
3.5 – Interface com o usuário.....135

Capítulo IV - O programa de Exercícios e Treinamentos Musicais.....138
4.1 - Iniciando o Programa.....139
4.2 - A tela de seleção de usuário.....140
4.3 - A Tela de cadastro de usuário.....141
4.4 - A Tela "Dica do Dia".....142
4.5 - Tela Principal do Programa.....143
4.6 - Os Treinamentos.....144
4.6.1 - Treinamento de Notas.....144
4.6.2 - Treinamento de Intervalos.....148
4.6.2 - Treinamento de Intervalos.....149
4.6.3 - Treinamento de Tríades.....153
4.6.4 - Treinamento de Acordes.....156
4.6.5 - Treinamento de Escalas.....160
4.6.6 - Treinamento de Modos.....168
4.7 - Os exercícios.....174
4.7.1 - Exercícios de Notas.....176
4.7.2 - Exercícios de Intervalos.....181
4.7.3 - Exercícios de Tríades.....186
4.7.4 - Exercícios de Acordes.....191
4.7.5 - Exercícios de Escalas.....197
4.7.6 - Exercícios de Modos.....203
4.8 - O Banco de Dados.....209
4.9 – Ajuda ao usuário.....217
4.9.1 – Tópicos para ajuda.....217
4.9.2 - Sobre o Programa.....218
4.9.3 - Instruções Passo a Passo.....218
4.9.4 - O que é isto?.....220
4.9.5 - Dica do Dia.....220

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Considerações Gerais.....221

Referências Bibliográficas.....224

ANEXOS
A – Código do Programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" 229
B – CD de Instalação do Programa "Exercícios e Treinamentos Musicais"

LISTA DE FIGURAS, TABELAS E QUADROS

Número	Descrição	Página
Figura 1 - (LEVARIE E LEVY, 1981:7)		50
Figura 2 – Acústica e tradução sensível		53
Figura 3 – Decodificação Estética		54
Figura 4 – O diapasôn		60
Figura 5 – Ciclo de Esterilidade		63
Figura 6 – O Diapente		66
Figura 7 – Elementos da divisão		66
Figura 8 – Novos intervalos		67
Figura 9 – O *diatessaron*		67
Figura 10 – Diapasôn, Diapente e Diatessaron		67
Figura 11 – Inversão de direção		68
Figura 12 – Corpo da Harmonia		68
Figura 13 – Escala Pentatônica		70
Figura 14 – Escala Pitagórica		71
Figura 15 – Escala Natural		74
Figura 16 – Temperamento mesotônico		77
Figura 17 – O Temperamento		78
Figura 18 – O sistema de Ellis		79
Figura 19 – Fórmula para obtenção dos cents		81
Figura 20 – Comparação entre alguns intervalos pelo sistema de Ellis		82
Figura 21 – Divisão de qualquer intervalo em qualquer número de partes		83
Figura 22 – Série Harmônica da nota dó		87
Figura 23 – Anatomia de uma placa de som		95
Figura 24 – Teresa Anne Marrin regendo com a Batuta Digital		99
Figura 25 - Visão do interior da Batuta Digital		101
Figura 26 – Organização do programa		109
Figura 27 – Tessitura geral do programa		110
Figura 28 – Tabela geral das durações		110
Figura 29 – Tabela geral das intensidades		111
Figura 30 – Tela de abertura do programa		139
Figura 31 – Tela de seleção de usuário		140
Figura 32 – Tela de cadastro de usuário		141
Figura 33 – Tela “Dica do Dia”		142
Figura 34 – Tela principal do programa		143
Figura 35 – Tela 1 - Treinamento de notas		144
Figura 36 – Botão sair do programa		145
Figura 37 – Tela 2 - Treinamento de notas		145
Figura 38 - – Tela 3 - Treinamento de notas		146
Figura 39 – Tela 4 - Treinamento de notas		147
Figura 40 – Tela 5 - Treinamento de notas		147
Figura 42 – Tela 1 - Treinamento de intervalos		149
Figura 43 – Tela 2 - Treinamento de intervalos		150
Figura 44 – Tela 3 - Treinamento de intervalos		150
Figura 45 – Botões [Sair/Outro]		152

unesp

Número	Descrição	Página
Figura 46 – Tela 1 - Treinamento de Tríades		153
Figura 47 – Tela 2 - Treinamento de Tríades		154
Figura 48 – Tela 3 - Treinamento de Tríades		155
Figura 50 – Tela 1 - Treinamento de Acordes		156
Figura 51 – Tela 2 - Treinamento de Acordes		157
Figura 52 – Tela 3 - Treinamento de Acordes		158
Figura 54 – Tela 1 – Treinamento de Escalas		160
Figura 55 – Tela 2 – Treinamento de Escalas		161
Figura 56 – Tela 3 – Treinamento de Escalas		162
Figura 57 – Tela de seleção de armaduras de clave		163
Figura 58 – Tela 4 – Treinamento de Escalas		164
Figura 59 – Tela 5 – Treinamento de Escalas		165
Figura 60 – Tela 6 – Treinamento de Escalas		166
Figura 61 – Tela 7 – Treinamento de Escalas		167
Figura 62 – Botões [Sair/Outro]		167
Figura 63 – Tela 1 – Treinamento de Modos		168
Figura 64 – Tela 2 – Treinamento de Modos		168
Figura 65 – Tela 3 – Treinamento de Modos		169
Figura 66 – Tela de seleção de armaduras de clave		170
Figura 67 – Tela 4 – Treinamento de modos		171
Figura 68 – Tela 5 – Treinamento de modos		172
Figura 69 – Tela 6 – Treinamento de modos		172
Figura 70 – Tela 7 – Treinamento de modos		173
Figura 71 – Botões [Sair/Outro]		173
Figura 72 – Menu “Exercícios de...” Notas		176
Figura 73 – Tela 1 – Exercícios de Notas		176
Figura 74 – Tela 2 – Exercícios de Notas		177
Figura 75 – Tela 3 – Exercícios de Notas		178
Figura 76 – Tela do relatório geral dos exercícios de notas		179
Figura 77 – Tela do relatório por exercício de notas		180
Figura 78 – Botões [Sair/Outro]		180
Figura 79 – Menu “Exercícios de...” Intervalos		181
Figura 80 – Tela 1 – Exercícios de Intervalos		181
Figura 81 – Tela 2 – Exercícios de Intervalos		182
Figura 82 – Tela 3 – Exercícios de Intervalos		183
Figura 83 – Tela do relatório geral dos exercícios de intervalos		184
Figura 84 – Tela do relatório por exercício de intervalos		185
Figura 85 – Botões [Sair/Outro]		185
Figura 86 – Menu “Exercícios de...” Tríades		186
Figura 87 – Tela 1 – Exercícios de Tríades		186
Figura 88 – Tela 2 – Exercícios de Tríades		188
Figura 89 – Tela 3 – Exercícios de Tríades		188
Figura 90 – Tela do relatório geral dos exercícios de tríades		189
Figura 91 – Tela do relatório por exercício dos exercícios de tríades		190
Figura 92 – Botões [Sair/Outro]		190
Figura 93 – Menu “Exercícios de...” Acordes		191
Figura 94 – Tela 1 – Exercícios de Acordes		191
Figura 95 – Tela 2 – Exercícios de Acordes		193
Figura 96 – Tela 3 – Exercícios de Acordes		194

Número	Descrição	Página
Figura 97 – Tela do relatório geral dos exercícios de acordes		195
Figura 98 – Tela do relatório por exercício de acordes		196
Figura 99 – Botões [Sair/Outro]		196
Figura 100 – Menu "Exercícios de..." Escalas		197
Figura 101 – Tela 1 – Exercícios de Escalas		197
Figura 102 – Tela 2 – Exercícios de Escalas		198
Figura 103 – Tela 3 – Exercícios de Escalas		198
Figura 104 – Tela de seleção de armaduras de clave		199
Figura 105 – Tela 4 – Exercícios de Escalas		200
Figura 106 – Tela do relatório geral dos exercícios de escalas		201
Figura 107 – Tela do relatório por exercício de escalas		202
Figura 108 – Botões [Sair/Outro]		202
Figura 109 – Menu "Exercícios de..." Modos		203
Figura 110 – Tela 1 – Exercícios de Modos		203
Figura 111 – Tela 2 - Exercícios de Modos		204
Figura 112 – Tela 3 – Exercícios de Modos		204
Figura 113 – Tela de seleção de armaduras de clave		205
Figura 114 – Tela 4 – Exercícios de Modos		206
Figura 115 – Tela do relatório geral dos exercícios de modos		207
Figura 116 – Tela do relatório por exercício de modos		208
Figura 117 – Botões [Sair/Outro]		208
Figura 118 – Menu do banco de dados		209
Figura 119 – Submenu "Utilitários"		209
Figura 120 – Submenu "Consultar..."		210
Figura 121 – Submenu "Exercícios do Usuário..."		210
Figura 122 – Submenu "Exercício por Tipo e Nível..."		211
Figura 123 – Submenu "Selecionar o Tipo de Consulta"		211
Figura 124 – Tela "Relatório Geral" dos exercícios		212
Figura 125 – Tela "Relatório por Exercício"		213
Figura 126 – Tela "Dados Pessoais"		214
Figura 127 – Gráfico estatístico dos acertos		215
Figura 128 – Gráfico estatístico do tempo		215
Figura 129 – Tela geral dos exercícios por tipo e nível		216
Figura 130 – Menu "Ajuda..."		217
Figura 131 – Tópicos para o arquivo de ajuda		217
Figura 132 – Sobre o programa		218
Figura 133 – Tela de seleção de instruções passo a passo		219
Figura 134 – Tela de instruções passo a passo		219
Figura 135 – Tela: O que é isto?		220
Tabela 1 – Classificação dos Softwares Musicais		39
Tabela 2 - Teorias das consonâncias		58
Tabela 3 – Alguns teóricos dos séculos XVI e XVII		75
Tabela 4 – A escala de Ellis		80
Tabela 5 – Algumas definições básicas do VB		105
Tabela 6 – Os níveis e as propriedades do som		116
Tabela 7 – Classificação dos Intervalos		118
Tabela 8 – Classificação dasTríades		119
Tabela 9 – Classificação dos Acordes		120
Tabela 10 – Numeração das Notas		121



Número	Descrição	Página
Tabela 11 – Divisão das notas		122
Tabela 12 – Divisão prolongada das notas		123
Tabela 13 – Tabela de classificação dos intervalos		124
Tabela 14 – Possibilidades dos acordes		157
Quadro 1 – Antecedentes Históricos da Realidade Virtual		17
Quadro 2 – Elementos da simulação		20
Quadro 3 – Vantagens no uso da simulação		21
Quadro 4 – Desvantagens no uso da simulação		22
Quadro 5 – Algumas situações favoráveis		23
Quadro 6 – As simulações devem		23
Quadro 8 – Coma pitagórica		72
Quadro 9 – Precursores da síntese musical eletrônica		91
Quadro 10 – Exercícios de Notas		177
Quadro 11 – Exercícios de Intervalos		182
Quadro 12 – Parâmetros dos exercícios de tríades		187
Quadro 13 – Parâmetros dos exercícios de acordes		192

INTRODUÇÃO

Este trabalho teve início em 1991 com estudos da linguagem *Basic* e utilização do microcomputador, objetivando disponibilizar materiais de apoio ao processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-perceptivos musicais. A motivação inicial se deu, juntamente com outros colegas (estudantes do Curso de Formação Musical da FASCS – Fundação das Artes de São Caetano do Sul e, posteriormente, no Curso de Bacharelado em Música da FAAM – Faculdade de Artes Alcântara Machado), pela constatação das grandes dificuldades sentidas na forma e eficiência do estudo do corpo teórico-perceptivo musical elementar ou básico. Em nossa posterior atuação como professor na área de contraponto e harmonia, prosseguia a grande dificuldade encontrada pelos professores e principalmente pelos alunos nesse tipo de estudo. Enfatizamos que a dificuldade não é a do entendimento do assunto, mesmo que muitas vezes exista, mas a ausência de uma forma mais eficiente de exercícios e treinamentos do material teórico proposto, onde o reconhecimento auditivo e o raciocínio do modelo teórico elementar pudessem ser praticados conjuntamente.

De 1993 a 1994 produzimos três softwares: Exercícios de Percepção Musical, Versão 1.0; Exercícios de Percepção Musical, Versão 2.0 e Exercícios de Estruturação Musical, Versão 1.0 (todos em Linguagem *Visual Basic*). Dada a nossa inexperiência inicial, esses programas serviram como inicio de um projeto continuado de estudos, aperfeiçoamento e entendimento dos assuntos envolvidos na questão.

A idéia inicial era distribuir os *softwares* o mais circunscrito possível ao nosso âmbito de atuação, onde pudéssemos observar, avaliar e melhorar os critérios que acompanharam os programas, desde sua concepção até sua utilização.

O critério inicial na concepção dos programas foi manter o conteúdo adequado ao currículo determinado pelas duas disciplinas: Estruturação e Percepção Musical. Outros critérios foram incorporados no transcorrer do processo como, por exemplo: identificação das necessidades dos possíveis usuários, análise da facilidade de utilização, tempo e percurso no desempenho de determinadas tarefas, apreciação da eficácia do programa, isto é, correspondência com os objetivos para os quais os programas foram concebidos, percepção do valor

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

atribuído aos programas por observação das atitudes de estudantes e professores e, finalmente, a verificação do valor comparativo do programa, ou seja, da sua utilidade em face de outras alternativas de ensino.

Nossa maior dificuldade, nesta fase inicial, se deu no momento da distribuição dos programas quando, devido a grande quantidade de cópias indevidas, o processo escapou de nosso controle. Começamos a receber telefonemas de todo o Brasil e até de outros países sul-americanos pedindo suporte técnico aos produtos e maiores informações sobre como obtê-los. Por outro lado, este pequeno entrave (isto também é praxe nas grandes empresas) mapeou a verdadeira amplitude que este assunto proporcionava ao processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-perceptivos musicais com utilização do computador.

No ano de 1993 participamos da II Jornada de Pesquisa da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC no CEART com o trabalho Produção de Material Didático em Música elaborado com a colaboração do Prof. Sérgio Luiz Ferreira de Figueiredo e Profª. Marisa Ramires Rosa de Lima, realizado de 18 a 21 de outubro desse mesmo ano.

No ano de 1996 o Diário do Grande ABC, na primeira página de seu caderno de informática, publicou matéria sobre os nossos programas e utilização do microcomputador no aprendizado da música.

Em decorrência dessas divulgações recebemos muitas sugestões e críticas que serviram para a reavaliação de nosso projeto de pesquisa continuada e de nosso projeto de pesquisa de mestrado, visando um mergulho ainda mais sustentado no tema de nosso objeto de pesquisa: A *utilização do computador como ferramenta interativa no auxílio do processo de ensino-aprendizagem de elementos teórico-musicais*.

Esta Dissertação, fruto de nossas investigações, de nossas análises e de uma primeira reavaliação do trabalho realizado, discorre sobre o processo de criação do "novo" software "Exercícios e Treinamentos Musicais", procurando recortar toda a multiplicidade e complexidade dos assuntos envolvidos nas grandes áreas de pesquisa, como por exemplo, Teoria Musical, Percepção Musical, Informática Educativa, Simulação (Realidade Virtual), Ciência Cognitiva e Inteligência Artificial.

unesp

Capítulo I

O estudo de elementos teórico-perceptivos musicais e o computador

unesp

Capítulo I

1.0 - O estudo de elementos teórico-perceptivos musicais e o computador

1.1 - "Treinamento Elementar para Músicos"

> *Este livro pretende oferecer uma série de exercícios que - se aplicados corretamente - devem proporcionar, infalivelmente, fundamental conhecimento teórico. Esta não é, absolutamente, a primeira vez que se faz uma tentativa dessa natureza para discutir o material elementar. Nem mesmo se pretende apresentá-lo de maneira original. Seu conteúdo já foi antes exposto e explicado inúmeras vezes e há, até, alguns livros excelentes, em várias línguas, sobre esse assunto.*
>
> Paul Hindemith (1975:vii)[1]

Essa epígrafe, retirada do livro "Treinamento Elementar para Músicos" de Paul Hindemith, apresenta de maneira exemplar a problemática que nosso trabalho enfoca: o exercício e/ou o treinamento necessário à aquisição do conhecimento do material teórico-perceptivo musical elementar ou básico.

Quando nos damos conta da imensidão de materiais especializados em torno dos princípios elementares que regem o som musical e sua lógica de utilização, tais como livros e métodos altamente especializados em teoria musical, ditados, solfejos, treinamentos auditivos, leituras de claves, percebemos que, pela quantidade do material disponível (muitos de qualidade discutível), é necessário muito tempo e trabalho na assimilação dos conceitos pertinentes a essa fase tão importante da educação musical.

---

[1] HINDEMITH, P. (1975) *Treinamento Elementar para Músicos*, São Paulo: Ricordi. Este livro é utilizado na maioria das escolas de música em São Paulo.

unesp

> *Mas, quem deseja acumular conhecimentos, catando-os grão por grão, em livros escritos sobre temas relativamente secundários, terá que passar anos nessa parte da educação musical – que além de tudo, não é mais que uma preparação para conhecimentos mais profundos.* (HINDEMITH, 1975:vii).

Nesse panorama pesquisado do processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-musicais elementares, observamos relações que vão desde as filosóficas, sociais, políticas, religiosas, metodológicas, até as mais subjetivas, pois que um músico formado por determinado "método", muito provavelmente negará que haja outro melhor.

Nos materiais que representam esses diversos "métodos" e que formam a fonte do estudo, conexão e fixação dos elementos teórico-perceptivos musicais básicos, encontramos, de modo geral, ênfase em um modelo experimental onde conceitos teóricos subjacentes podem ser vivenciados e adquiridos através da execução/repetição de treinamentos e/ou exercícios[2].

É inegável que este tipo de procedimento repetitivo, presente no treinamento e/ou exercício, é vital no processo ensino-aprendizagem, já que gera no professor-estudante uma cadeia de raciocínios auto-recorrentes que, se concatenados corretamente, formam um corpo básico de processos mentais cognitivos e de elementos estruturais. Mas, é igualmente inegável que todos os indesejáveis vícios e pré-conceitos também são gerados nesta mesma fase quando estes procedimentos não funcionam como deveriam. O problema clássico gerado neste momento é a separação, que poderá ser definitiva, entre o processo perceptivo e o teórico, ou seja, o perceber e o entender, ou ainda, o sentimento e a razão.

O problema ganha amplitude pragmática quando observada a dificuldade encontrada por estudantes e professores na criação, construção e utilização de formas eficientes do estudo embasado nos treinamentos e/ou exercícios. Quando são baseados somente em livros e/ou gravações, a tendência do estudante é "decorar perceptivamente" o exercício proposto sem atingir satisfatoriamente o objetivo teórico subjacente do qual o exercício é representante; já quando reunidos em grupo de dois ou mais alunos, com um deles aplicando exercícios para o(s)

---

[2] Entende-se aqui *treinamento* como um tipo de atividade baseada na repetição de procedimentos condicionantes; já o *exercício* é entendido como uma possibilidade de interpretação através de uma reavaliação de procedimentos. No primeiro a resposta é mecânica, no segundo, lúdica.

unesp

outro(s), estes de modo geral se tornam simples e previsíveis, exatamente pela visão incompleta da base teórica de como e para que criá-los.

O escopo de nossa investigação se fixa na elaboração de uma proposta que objetiva minimizar a dificuldade apresentada nessa fase de treinamentos e exercícios do corpo teórico elementar musical.

Os pressupostos interrogativos da nossa linha de investigação do problema são:

- qual é o corpo teórico-perceptivo elementar ou básico musical?
- como garantir a aplicação eficiente dos treinamentos e exercícios necessários à aquisição desse corpo teórico?

Os pressupostos afirmativos do problema podem ser estabelecidos assim:

- existe um corpo teórico-perceptivo musical elementar;
- este material deve obrigatoriamente ser estudado, apreendido e dominado;
- o estudo, apreensão e domínio desse material elementar são (e sempre foram) obtidos, basicamente, com a aplicação de exercícios e treinamentos.

Nossa hipótese é de que a simulação ou a "Realidade Virtual" gerada pela tecnologia nos computadores pode, em um curto prazo, minimizar este problema, e em longo prazo, quiçá, resolvê-lo definitivamente.

A espinha dorsal deste trabalho centra-se, portanto, nas "novas" possibilidades e potencialidades de utilização do computador como ferramenta interativa no processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-perceptivos musicais, exemplificando, com a elaboração de um programa denominado "Exercícios e Treinamentos Musicais", como um programa que, através de exercícios e treinamentos específicos, possibilita ao usuário interagir com o material organizado do "conhecimento teórico-perceptivo fundamental".

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

O desenvolvimento de um software dessa natureza requer uma gama de conhecimentos e recursos que somente são viáveis com a constituição de uma equipe de estudos e trabalho multidisciplinar. Em virtude da inviabilidade da formação desta equipe buscamos com a construção do software proposto, oferecer um protótipo motivador de trabalhos futuros.

Enfatizamos que a relevância desse trabalho se dá na medida em que procura aglutinar o conteúdo básico do material teórico-perceptivo musical em um ambiente virtual de aprendizagem baseado no estímulo sensorial, procurando garantir o treinamento do usuário em busca de uma superação de suas dificuldades no cenário da aprendizagem do conteúdo musical elementar ou básico de acordo com Hindemith (1975).

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

1.2 - Das máquinas ao computador

> *Novas maneiras de pensar e de conviver estão sendo elaboradas no mundo das telecomunicações e da informática. As relações entre os homens, o trabalho, a própria inteligência dependem, na verdade, da metamorfose incessante de dispositivos informacionais de todos os tipos. Escrita, leitura, visão, audição, criação e aprendizagem são capturadas por uma informática cada vez mais avançada. Não se pode mais conceber a pesquisa científica sem uma aparelhagem complexa que redistribui as antigas divisões entre experiência e teoria. Emerge, neste final do século XX, um conhecimento por simulação que os epistemologistas ainda não inventariaram.*
>
> Pierre Lévy (1998:7)[3]

A história testemunha que a tecnologia é o resultado da busca do ser humano por um mundo melhor. O produto tecnológico é quase sempre revolucionário no sentido de exigir dos humanos novos comportamentos frente às novas possibilidades que se lhes apresentam. Quando pensamos nas transformações humanas geradas pela utilização da pedra, do fogo, dos metais, da força animal, da roda, do vapor, da eletricidade, do motor, da válvula, do telefone, do transistor, da célula, do átomo, entre outras, damo-nos conta da dimensão representada pela tecnologia. É evidente que a aplicação tecnológica tem um lado que se coaduna com seu propósito inicial - um mundo melhor - mas, também tem um lado obscuro e ideológico por servir, não raro, a propósitos escusos. A tecnologia é, atualmente, produto do pensamento científico no sentido de "plasmar" o raciocínio teórico-abstrato em algo que, além de comprovar a própria teoria, funciona, tem utilidade pragmática. Dolce[4] agrupa as tecnologias, para fins didáticos, conforme sua origem ou aplicação. Assim, segundo seu emprego, afirma que podemos ter os

---

[3] LÉVY, P. (1998) *As Tecnologias da Inteligência*. São Paulo: Editora 34.

Pierre Lévy é um dos pensadores atuais que problematizam de maneira mais instigante a questão da técnica no mundo contemporâneo e, em especial, as novas tecnologias da informação. Para ele as tecnologias intelectuais não ocupam um setor como outro qualquer na mutação antropológica contemporânea; elas são potencialmente sua zona crítica, seu lugar político onde se digladiam diferentes realidades. O sentido que lhe interessa especialmente explorar é sobre a informática e a possibilidade de apropriação coletiva do fenômeno técnico. Então, apropriação é, para ele, um ponto crucial na definição da democracia nos dias de hoje e, por isto, ele oferece uma proposta concreta que é um software, as árvores do conhecimento, constituindo uma espécie de democracia cognitiva ao alcance das mãos. É, atualmente, professor na Universidade de Paris VIII, no Departamento de Hipermídia. (ROLNIK, S. (1994) *A emergência do cyberspace e as mutações culturais*. INTERNET <http://www.hotnet.net / ~candido>.

[4] DOLCE, J. (1997) *Tecnologia e Humanismo*. Revista da Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro: ano XII, nº 34. ISSN0102-1788. O Prof. Dr. Júlio Dolce é Professor do Departamento de Engenharia Mecânica e do Curso de pós-graduação em Tecnologia do Centro Federal de Educação Tecnológica do Rio de Janeiro - Cefet-RJ. O artigo pode ser conseguido na INTERNET <http://www.esg.br/publicações/artigos/a044.html>.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

seguintes tipos de tecnologia de base científica: a) *tecnologia de apoio à ciência* - produtos, processos e serviços tecnológicos de base científica desenvolvidos não para utilização direta do homem em geral, mas criados especialmente em apoio ao desenvolvimento da ciência, que na fronteira do conhecimento necessita de equipamentos cada vez mais sofisticados e tecnologicamente avançados. São as tecnologias que apóiam o desenvolvimento científico nos grandes centros de pesquisa, como por exemplo: aceleradores de partícula, supercomputadores, dispositivos de medição específicos; b) *tecnologia de inovações* - emprego do conhecimento científico de modo imbricado nas suas múltiplas facetas sintetizado numa invenção, que ainda no plano das idéias se mostra possível através das leis e princípios científicos que lhe dão validade. A maior parte das vezes as invenções ficam aguardando o desenvolvimento de tecnologia de outras áreas para poderem ter sua realização materializada na forma de uma inovação, que é a realização prática de um produto, processo ou serviço tecnológico de base científica, como por exemplo: teoria da relatividade/bomba atômica, mapa do genoma humano/vacina de doenças, "neutralizador de gravidade" por campo magnético/transportes; c) *tecnologia para o desenvolvimento de produtos e processos* - emprego de tecnologias existentes ou aplicação de novos conhecimentos para a criação ou aperfeiçoamento de bens, processos e serviços. São tecnologias utilizadas no desenvolvimento experimental e na engenharia que buscam empregar os conhecimentos adquiridos na pesquisa aplicada para a realização prática de produtos e processos, seu aperfeiçoamento, a redução de custos ou a melhoria da qualidade, como por exemplo: controladores virtuais de tráfego de aeroportos, caixas eletrônicos, supermercados virtuais (DOLCE, 2000:72).

Uma projeção desse estágio atual da tecnologia aponta para profundas transformações no universo humano. O relacionamento humano com seus semelhantes e com as coisas vem sendo transformado. Essas transformações vêm provocando profundos reflexos em muitos segmentos sociais, políticos, econômicos e educacionais. O *fazer* humano, representado pelas profissões, está sendo reformulado. Muitas delas estão sendo extintas ou completamente modificadas. Ao mesmo tempo efeitos colaterais indesejáveis como o aumento do caos e das anomalias sociais como a marginalização, a violência urbana, o desemprego, a fome, já podem ser observados, promovendo uma desestruturação da normalidade, ou seja, da realidade vigente.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

> *"A técnica em geral não é boa, nem má, nem neutra, nem necessária, nem invencível. É uma dimensão, recortada pela mente, de um devir heterogêneo e complexo na cidade do mundo. Quanto mais reconhecermos isto, mais nos aproximaremos do evento de uma tecnodemocracia" (LÉVY, 1994: 203).*

O produto desta tecnologia tem um representante pragmático: uma máquina. A máquina até bem pouco tempo tinha uma identidade própria que se conectava diretamente aos vários propósitos a que se destinava. Desde a revolução industrial essas características podiam ser tipificadas e identificadas de acordo com o propósito de sua utilização ou seja, sua finalidade, ou ainda, sua funcionalidade. É como o Dicionário Aurélio[5] define máquina:

> *[Do lat. machina < gr. dórico machaná (gr. mechané).] S. f.*
>
> *1. Aparelho ou instrumento próprio para comunicar movimento ou para aproveitar, pôr em ação, ou transformar uma energia ou um agente natural; motor; 2. O conjunto orgânico das peças dum instrumento; maquinismo, mecanismo; 3. Veículo locomotor; 4. Utensílio, instrumento; 5. Fig. Estrutura orgânica e harmônica; 6. Fig. Construção importante, complexa, ou suntuosa; 7. Fig. Entidade ou organismo complexo; 8. Fig. Multiplicidade de coisas que se relacionam entre si. Complexidade, enredamento; 9 Fig. Pessoa sem idéias próprias e que procede como autômato.*

Imaginemos, porém, uma máquina concebida sem finalidade específica mas que possa realizar potencialmente qualquer tarefa. Uma máquina sem uma forma específica mas que possa ter qualquer forma de acordo com necessidades específicas. Uma máquina que possa ser moldada através de instruções predeterminadas à realização de qualquer tarefa desejada pelo homem. Uma máquina que, inclusive, redimensione este próprio conceito oferecido que se tem de máquina e, através deste redimensionamento, atualize e gere "conflitos" entre outros conceitos ramificados. As máquinas mais antigas, às quais nos acostumamos a lidar em nosso cotidiano com alguma tranqüilidade - desde um simples liquidificador até um complexo guindaste -, passam a ser vistas conceitualmente como uma extensão possível e funcional dessa "nova" máquina, ou seja, passam a fazer parte dela.

---

[5] FERREIRA, A. B. H. (1999) *Dicionário Aurélio Eletrônico*. NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO - SÉCULO XXI. São Paulo: Editora Nova Fronteira.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Agora, imaginemos esta máquina interligada com outras do mesmo tipo, indefinidamente, em qualquer quantidade e independente da distância geográfica, uma interligação onde cada uma delas possa estender suas capacidades próprias com as possibilidades das outras máquinas conectadas.

O *fazer* humano, frente às novas potencialidades dessa máquina, entra em colapso, já que quase tudo poder ser revisto à luz das novas perspectivas. A relação dos homens com o tempo e o espaço transforma-se profundamente, pois que tal máquina, de posse de um processo "inteligente"[6], diminui cada vez mais os aspectos temporais e espaciais exigidos na consecução de determinadas tarefas. *"As próprias bases do funcionamento social e das atividades cognitivas modificam-se a uma velocidade que todos podem perceber diretamente"* (LÉVY, 1998:8).

Esse mundo, recém-fictício, salta diante dos nossos olhos, patrocinado pela **Tecnologia, Informática** e a **Cibernética,** no **Computador**.

> *A 'máquina' maciça e fascinante, foi substituída por um agenciamento instável e complicado de circuitos, órgãos, aparelhos diversos, camadas de programas, interfaces, cada parte podendo, por sua vez, decompor-se em redes de interfaces. Na medida em que cada conexão suplementar, cada nova camada de programa transforma o funcionamento e o significado do conjunto, o computador emprega a estrutura de um hipertexto, como talvez seja o caso de todo o dispositivo técnico complexo. E os usos do computador constituem ainda conexões suplementares, estendendo mais longe o hipertexto, conectando-o a novos agenciamentos, reinventando assim o significado dos elementos conectados.* (LÉVY, 1998:58).

Toda dificuldade no entendimento do significado da máquina é amplificada no entendimento do significado do computador. Reiteramos que potencialmente esta máquina é capaz de atuar em todas as áreas de atividades humanas. Estes aparatos tecnológicos conseguem interferir no nosso processo de conhecer e representar o mundo. Extrapolando sua base material - uma máquina formada por um conjunto de vários equipamentos e componentes que, funcionando em conjunto, permite a obtenção de forma automática de determinados resultados - o computador é constantemente (re)configurado, através de instruções programadas, a se comportar de forma a que um resultado determinado seja obtido.

---

[6] BUTTON, G. et al. (1998) *Computadores, Mentes e Conduta*. Trad. FERREIRA, R.L. São Paulo: Fundação Editora da UNESP. Este livro discute a questão controversa e emergente sobre o empenho da "filosofia da mente" em combater a concepção que dá origem ao fetichismo do computador e do papel da pretensa racionalidade científica que nos forneceu essa máquina.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

> *Os produtos da técnica moderna, longe de adequarem-se apenas a um uso instrumental e calculável, são importantes fontes do imaginário, entidades que participam plenamente da instituição de mundos percebidos* (LÉVY, 1998:16).

Esta nova relação homem-máquina pode ser vista não só como uma (con)seqüência histórica de ambos, mas como uma realidade nova, inaugurada por outros significados, fruto da integração comunicativa da relação. Nesta integração a máquina passa a ser vista como extensão representativa, uma espécie de projeção intelectual do homem. Nessa projeção surge a possibilidade de um tipo de conhecimento adquirido por simulação, fruto da vivência/experiência de uma situação hipotética, não só análoga a um tipo de realidade, mas quase homóloga a ela, isto é, uma "cópia virtual" de um acontecimento (im)possível. O modo de operação linear do computador é capaz de simular fenômenos que se inserem ou até mesmo transcendem a linearidade da realidade concreta. A simulação funciona não só como uma imaginação instalada no computador, uma ferramenta de ajuda ao raciocínio, mas também introduz um modo diferente de raciocinar, de aprender. Toda uma base experimental empírico-analítica pode usufruir dessa nova possibilidade. As perspectivas abertas no campo da educação e do processo ensino-aprendizagem são inéditas e potencialmente produtivas. Se por um lado a interligação facilita o acesso a quase todo tipo de representação do conhecimento humano em sua macroestrutura, por outro possibilita a criação de um tipo de ambiente específico que pode ser adaptado à necessidades específicas dentro de uma microestrutura.

> *É indisfarçável o otimismo que viceja por trás dos avanços tecnológicos monumentais, embora também existam vozes, por vezes, incrivelmente dissonantes ou retrógradas, como a de Stoll [7], que gostaria de defender a posição contrária ao computador nas escolas, a estas alturas do campeonato e logo nos Estados Unidos. Na prática, a marca do avanço tecnológico é definitiva em nossa civilização, o que nos leva certamente a aceitar a idéia de que já não faz sentido apenas reclamar. É muito mais inteligente saber usar, ainda que esta atitude também deva conter a iniciativa de suprimir certas rotas dos avanços que, além de destruírem a natureza, também podem nos destruir, como a fascinação em torno dos*

---

[7] Clifford Stoll é professor de astrofísica na Universidade da Califórnia, em Berkeley, nos Estados Unidos. Especialista em Internet e crítico severo ao culto da tecnologia. Sua principal alerta é para o risco do uso indiscriminado das máquinas.

unesp

> *jogos que usam como motivação básica a guerra, a violência e sobretudo o crime mesclado com sexo.* (DEMO[8], 2000).

Neste mundo de simulações onde a "realidade" é "virtual", a inserção e/ou utilização de alguns modelos teóricos de explicação de fenômenos nem sempre é apropriada. A distinção estanque entre natural e artificial, real e virtual, homem-máquina, etc. já não é mais tão tranqüila se temos em mente que o comportamento "normal" humano se modifica, fruto dessa "virtualidade" que pode tornar disponível quase tudo que dependa de informação, "aqui e agora". Disponibilidade, eis a palavra chave desse mundo virtual.

Cancello[9] em "Informática, Mundo e Educação" acrescenta que o fenômeno do incremento da velocidade provocou um salto qualitativo nas possibilidades das máquinas que, entre outras coisas, permitiu um acesso em tempo real aos hipertextos.

> *A idéia de hypertexto não é exclusividade do cyberespaço. Na leitura clássica (livros e textos impressos), o texto e o leitor se engajam num processo também hypermediático, pois a leitura é feita de interconexões à memória do leitor, às referências do texto, aos índices e ao índex que remetem o leitor para fora da linearidade do texto. Assim, todo texto escrito é um hypertexto onde o motor da interatividade se situa entre a memória subjetiva do leitor e a interatividade em relação ao objeto livro. Toda leitura exige um estado de atenção, de lapsos e de correlações similares ao surfar no Web. No entanto, a diferença entre um "hypertexto livro" e um "hypertexto cyberespaço" se situa no fato de que, no cyberespaço, a conexão é em tempo real, imediata, "live".* (LEMOS[10], 1998).

Cancello (1998) segue afirmando que o hipertexto, ligado à Internet, torna rápido e fácil o acesso a toda informação. Isto faz com que a "novidade" esteja a tal ponto disponível que o "novo" torna-se banal. Neste ponto emerge a fronteira de um assunto extremamente importante para a educação já que o conhecimento (visto metaforicamente como a construção de uma casa onde "acrescentar um tijolo ao edifício do saber" é por demais utilizada) reflete uma ordem racional e linear, que se acreditava inerente ao processo. O hipertexto, no entanto, ao mudar inteiramente o

---

[8] DEMO, P. "A Tecnologia na Educação e na Aprendizagem". Palestra ministrada no dia 27/5/2000 no Educador 2000 - Congresso Internacional de Educação. Pedro Demo é PhD em Sociologia pela Universidade de Saarbrücken, Alemanha e professor titular da UnB, Departamento de Serviço Social.

[9] CANCELLO, L. A. G. (1998) *Informática, Mundo, Educação*, <http//:orion.ufrgs/faced/cancello>.

[10] In CANCELLO, op.cit.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

referencial (no simples clicar do *mouse*), engendra na mente do usuário um padrão não-linear, cujas novas metáforas são a teia (*Web*) e a rede (*Net*). Estamos, aqui, em plena mudança de paradigma.

> *A partir deste ponto fica mais evidente que o computador, quando usado na educação, está longe de ser um simples artefato "a mais", como um caderno sofisticado ou uma máquina de escrever pós-moderna. Ele muda toda a concepção do que é o conhecimento e de como este pode ser obtido.* (CANCELLO, 1998).

Um exemplo dramático da noção de descontinuidade, através da informática, do hipertexto em tempo real, pode ser lido nas novas concepções da História.

> *Na forma clássica de história, o descontínuo é um dado material investigado, uma lacuna, ou algo impensado e, em todos os casos, sempre uma espécie de besta negra a ser exorcizada como falta de totalidade e coerência, ou falta de sentido. Na mudança epistêmica, contudo, a descontinuidade teria passado a ser uma opção deliberada, como o resultado de uma descrição, e não mais o dado prévio de uma falta de coerência ou um resíduo a ser descartado. Logo a descontinuidade teria deixado de ser um vazio entre duas positividades cheias passando a ser uma forma e uma função, diferentes conforme nível e o domínio a que são aplicadas. Pela aplicação do descontínuo na prática historiográfica, a história teria deixado de ser uma reconstituição de encadeamentos além das sucessões aparentes e rupturas. A descontinuidade se teria tornado sistemática, como uma regulação não só no trabalho de historiadores, mas também lingüistas, antropólogos, psicanalistas, teóricos da literatura etc., para a análise de séries temporais de dimensões muito variadas* (HANSEN, 1994)[11].

Para Peter Drucker[12] estamos vivendo uma segunda Renascença. A primeira Renascença revolucionou a educação, e a educação revolucionou o mundo. O ingrediente motivador da primeira Renascença foi, segundo Drucker, uma tecnologia educacional, o livro impresso pela imprensa de tipo móvel inventada por Guttenberg em 1450. O livro não mudou só a educação. Sem a imprensa não teria havido a Reforma Protestante, o surgimento da ciência moderna, o fortalecimento

---

[11] In CANCELLO, op. Cit.

[12] DRUCKER, P. F. (1989) *As Novas Realidades*. São Paulo: Liv. Pioneira. Peter F. Drucker é professor de ciências sociais na *Claremont Graduate School* e autor de mais de 30 livros.

unesp

das diferentes línguas, e, conseqüentemente, o florescimento das culturas regionais e nacionais e o aparecimento dos estados modernos.

A segunda Renascença em que fala Drucker tem sua força motriz em outra tecnologia educacional: o computador. O computador, que nasceu como tecnologia bélica, e se popularizou como tecnologia industrial e comercial, é hoje, eminentemente, meio de comunicação e tecnologia educacional, ou seja, a mais importante tecnologia educacional englobando todas as outras.

> *A revolução que o computador está causando em nossas vidas vem sendo muito mais ampla e profunda do que aquela que o livro provocou. Vai levar algum tempo até que assimilemos o computador às nossas rotinas, já que levou séculos para que o livro o fosse. Mas o caminho do computador para a 'sala de aula' como meio efetivo de educação escolar passa necessariamente pela nossa conscientização e familiarização. (DRUCKER, 1989:27).*

unesp

1.3 - A utilização do Computador no processo ensino-aprendizagem: "Realidade Virtual"

O conceito de "Realidade Virtual" vem sofrendo grandes transformações no seu escopo. Vários autores importantes utilizam essa palavra como uma espécie de palavra-chave ao entendimento da revolução proporcionada pela Tecnologia, Cibernética e a Informática. A dimensão ou domínio virtual da realidade é constituído por entidades e ações puramente informacionais em um meio, conceitualmente análogo a um espaço físico, em que seres humanos, máquinas e programas computacionais interagem (AURÉLIO, 1999).

Segundo Lévy (LÉVY, 1996:15), a palavra virtual vem do latim medieval *virtualis*, derivado por sua vez de *virtus*, força, potência. Na filosofia escolástica, é virtual o que existe em potência e não em ato. O virtual tende a atualizar-se sem ter passado, no entanto, à concretização efetiva ou formal. A árvore está virtualmente presente na semente. As objeções ao termo "Realidade Virtual" se devem ao fato de ser aparentemente um termo contraditório, paradoxal, ou seja, um oximoro[13]. Tal contradição não procede, pois em termos rigorosamente filosóficos, o virtual não se opõe ao real, mas ao atual. Contudo, como toda a oposição efetiva pode ser vista como complementação, a virtualidade e a atualidade podem ser entendidas como duas facetas de uma mesma realidade.

Tecnicamente o termo aponta para uma reunião de tecnologias específicas de manipulação de dados que podem, em um primeiro momento, serem resumidas em dispositivos de entrada, armazenamento e/ou manipulação e/ou transformação de saída de informações que podem ser captadas e decodificadas pelos sentidos humanos. As captações e decodificações são associadas a formas comuns de apresentação das informações, tais como: livros convencionais, filmes, músicas, entre outras.

---

[13] Figura que consiste em reunir palavras contraditórias; paradoxismo (Aurélio, 1999).

unesp

Para Jerry Isdale[14] da *Isdale Engineering* a melhor definição para "Realidade Virtual" (RV) está no livro *The Silicon Mirage*[15]: "*Realidade Virtual é uma forma humana de visualização, manipulação e interação com computadores de dados extremamente complexos*".

Isdale afirma que a parte da definição relacionada à visualização contém a tensão do significado do conceito, pois é a parte onde se situa a geração de saída de informações relacionadas aos sentidos humanos em um "mundo" dentro do computador. Este mundo interno ao computador pode, por exemplo, ser um modelo CAD[16], uma simulação científica ou a visão interior de um banco de dados. O usuário pode interagir e manipular diretamente objetos dentro desse mundo. "*A interação em tempo-real com este mundo é o ponto crítico para a existência de uma 'Realidade Virtual'*".

> *Para muitos, a RV é uma simulação interativa, quando se usa um* mouse, joystick *ou um simples teclado para voar sobre um modelo, como por exemplo um simulador de vôo que faz uso da realidade virtual interativa. Mas para outros, esta definição não basta e afirmam que uma RV é um ambiente de rede onde várias pessoas compartilham suas realidades, como é o caso das comunidades virtuais (BBS) e os esquemas MUD (*Multi User Dungeon*). Alguns limitam o conceito de RV ao uso de equipamento sofisticado como o HMD (*Head Mount Devices*), que permite ao usuário submergir ainda mais nos novos mundos artificiais, ou realidades sintéticas tridimensionais dotadas com interfaces homem-máquina e com métodos de interação específicos. Pode-se dizer, então, que a RV é um método específico de interface com uma realidade artificial tridimensional. Para outros pesquisadores, é mediante à RV que se permite aos usuários experimentar modelos tangíveis de lugares e coisas, donde se entende que o modelo pode ser percebido diretamente pelos sentidos – não como se faz mediante a linguagem ou o uso de modelos matemáticos – mas através da visão, olfato, tato, paladar e da audição (CASAS,1999)*[17].

---

[14] ISDALE, J. (1993) *What Is Virtual Reality?* <ftp://sunee.uwaterloo.ca/pub/vr/documents/ whatisvr.txt >. A página está relacionada com a *VESAMOTEX - Virtual Education - Science and Math of Texas* - Slaton High School - Slaton, Texas.

[15] AUKSTAKALNIS, S. BLATNER, D. (1992) "Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality". USA: Peach Pit Press. ISBN 0-938151-82-7.

[16] CAD abreviatura de *Computer Aided Design* (Projeto Assistido por Computador) - programas usados para projetos de engenharia, arquitetônicos e científicos - construção de automóveis, aviões, edifícios, etc.

[17] CASAS, L.A.A.(1999) *Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual.* Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, <http:// www.eps.ufsc.br/teses99/casas/>.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Segue abaixo uma breve visão histórica da "Realidade Virtual" na ótica de Casas (1999).

ANTECEDENTES HISTÓRICOS DA REALIDADE VIRTUAL		
ANO	***ACONTECIMENTO***	***CARACTERÍSTICAS***
1929	LINK - Simulador de Vôo	Link projetou uma viagem onde os passageiros sentiam como se estivessem em um aeroplano.
1960	Simulador Sensorama Arcade	Simulador desenvolvido no inicio dos anos 60 que utilizou estímulos de visão, audição, movimento e cheiro para a imersão do participante, além da experiência de um passeio de motocicleta.
1965	Head Mounted Display (HMD)	Sutherland projetou um *Head Mounted Display* (HMD) que muda a visão dos usuários conforme a trajetória de seus movimentos. De qualquer modo, esta unidade era extremamente pesada e incômoda, tendo que ser suportada no teto. Em 1965, o centro de pesquisa AMES, da NASA, começou a desenvolver equipamento de RV a baixo custo. McGreevy aproveitou esta idéia, e pelo uso do capacete de motocicleta e uma tela LCD, desenvolveu o novo microfone *lighter-weight* .
1967	Projeto Grope	Brooks e a *University of North Carolina* iniciaram o projeto Grope. O usuário veste um equipamento que permite "sentir" certos aspectos do ambiente virtual quando se aplica certa pressão em lugares específicos, procurando-se simular as forças "encontradas" no mundo virtual.
1972	O Jogo Pong	Embora não tenha sido um desenvolvimento estrito da RV, o jogo introduziu interatividade, aspecto vital para a RV. Tomado posteriormente por Kreuger, que abriu o "*Videopalace*", que consiste em uma série de ambientes onde muitas pessoas podem compartilhar mundos virtuais. Entretanto os mundos da RV podem ser lugares solitários se não existirem pessoas para interatuar. Kreuger chamou a este mundo de *Realidade Artificial*.
1986	A Luva e o Capacete	O programador de jogos Jarom Lanier desenvolveu uma luva para ser usada nos mundos virtuais. Esta luva, mais um capacete, é o que hoje se conhece como a RV, que representou uma mudança tecnológica.

Quadro 1 (CASAS, 1999)

Casas prossegue afirmando que a história do computador evidencia muitos movimentos sociais e tecnológicos ocorridos concomitantemente de forma a propiciar o que hoje é chamado de RV (como por exemplo, o inicio com os cartões perfurados até os teclados e monitores de vídeo, o mouse, as interfaces gráficas como os sistemas operacionais, etc.).

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

A visão crítica dessa história possibilita um conhecimento prospectivo e perspectivo não só no que é, mas no que pode vir a ser a RV.

Alguns outros termos são usados como correlatos ao termo "Realidade Virtual", como por exemplo "Ambientes Sintéticos", "Ciberespaço", "Realidade Artificial", entre outros. Todos têm como pressuposto, na nossa ótica, a **Simulação**.

As aplicações desenvolvidas com a simulação formam um largo espectro de possibilidades. Muitas aplicações simulam "mundos" similares ao nosso próprio mundo; algumas possibilitam formas de visão por uma perspectiva impossível no mundo real; outras aplicações são muito diferentes de qualquer coisa que possamos ter experimentado diretamente.

> *Mas o que nos interessa aqui é, em primeiro lugar, o benefício cognitivo. A manipulação dos parâmetros e a simulação de todas as circunstâncias possíveis dão ao usuário do programa uma espécie de intuição sobre as relações de causa e efeito presentes no modelo. Ele adquire um conhecimento por simulação [grifo nosso] do sistema modelado, que não se assemelha nem a um conhecimento teórico, nem a uma experiência prática, nem ao acúmulo de uma tradição oral* (LÉVY, 1998:122).

O dicionário Aurélio Século XXI (1999) traz as seguintes definições para simulação:

> *[Do lat. simulatione.] - S. f. : 1. Ato ou efeito de simular; 2. Disfarce, fingimento; simulacro; 3. Hipocrisia, fingimento, impostura; 4. Reprodução ou representação do funcionamento de um processo, fenômeno ou sistema relativamente complexo, por meio de outro, geralmente para fins científicos de observação, análise e predição, ou para treinamento, diversão, etc.; 5. Experiência ou ensaio realizado com o auxílio de modelos, especialmente de modelos computacionais, relativos a processos ou objetos concretos que não podem ser submetidos a experimentação direta; 6. Jur. Declaração enganosa da vontade, com o objetivo de produzir efeito diferente daquele que nela se indica; 7. Psicol. Imitação de uma perturbação somática ou psíquica, com fins utilitários.*

Nota-se uma certa ambigüidade nestas definições. O uso corriqueiro da palavra indica um fingimento, ou seja, fazer algo passar por aquilo que não é, (análogo ao esquema da mentira). Toda esta conotação negativa está enraizada na visão do processo ensino-aprendizagem por simulação desde que dispositivos informacionais vêm sendo utilizados como recursos didático-pedagógicos. Notamos que as simulações são construções deliberadas de situações que refletem a ocorrência real ou virtual de um fenômeno possível ou imaginário, imitando ou

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

criando aspectos concretos, mas que, definitivamente, interferem na realidade sensória, sensitiva, emotiva, comportamental, psíquica e intelectiva dos homens e são criadas exatamente com este propósito.

O computador é capaz de criar situações onde, através de nossos sentidos (por enquanto visão, audição e tato, mas, em um período curto, todos os outros), situações homólogas, análogas ou impossíveis no mundo real possam ser experimentadas. Os níveis de interferência dessas situações criadas pelo computador no ser humano vão desde as sensações e sentimentos até as imagens mentais da própria realidade.

Rothwell e Kazanas (1997)[18] definem a simulação como uma "representação de condições reais" associadas a um estudo de caso. Min (1995)[19] afirma que uma "representação não é uma simulação" mas um modelo que serve como base à simulação. De acordo com Min para ser considerada uma simulação, uma situação deve permitir experimentação aos participantes, e tanto pode representar a realidade tal como ela é, quanto ser uma simplificação deliberada. Observa que os estudantes freqüentemente adquirem maior perspicácia na própria realidade concreta através de simplificações interessantes em contrapartida a situações complexas onde o exame de todos os componentes seja obrigatório.

Min descreve quatro tipos diferentes de simulação por computador:

- simulação de conversação;
- simulação do comportamento de um especialista;
- simulação por figuras em movimento;
- simulação de fenômenos (modelo de simulação dirigida).

Enfatiza esta última como a mais importante pelo fato de estar baseada em modelos matemáticos que podem ser experimentalmente manipulados pelos participantes até que os conceitos subjacentes se tornem aparentes e profundamente compreendidos.

---

[18] ROTHWELL, W. J. e KAZANAS, H. C. (1997) *Mastering the instructional design process: A systematic approach.* San Francisco: Jossey-Bass.

[19] MIN, R. (1995) *Simulation technology and parallelism in learning environments.* De Lier: Academic Book Center. ISBN 90-5478-036-3.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Boyle (1997)[20] identifica três tipos de simulações baseadas no nível de atividade de aprendizado exigida:

- simulação passiva - um aprendiz simplesmente observa a operação da simulação;
- simulação por exploração - um aprendiz seleciona de múltiplas possibilidades como proceder em situações desconhecidas;
- simulação baseada em tarefas - um aprendiz interage com objetos ou características de situações reais de forma a atingir um efeito ou um objetivo.

Na visão de Boyle (1997) a simulação baseada em tarefas inclui os possíveis casos de "aprender-fazendo[21]", que em virtude dos diversos níveis de atividade, raciocínio, reflexão e objetividade exigidos do aprendiz é de grande valor educacional. No "aprender-fazendo" o aprendiz obtém e analisa informações, toma decisões e experimenta conseqüências imediatas de suas ações.

Nessa diversidade de significados e implicações conceituais que o aprendizado por simulação pode engendrar, algumas características importantes podem ser especificadas.

AS SIMULAÇÕES ENVOLVEM:
Aspectos representativos de situações reais;
experimentos onde a situação real é por demais perigosa, muito cara, lenta demais, rápida demais ou impossível de ser experimentada;
métodos alternativos empregados no aprendizado do que fazer em situações muito estressantes;
métodos para analisar problemas antes de tomar decisões;
atividades práticas que partem da descoberta através do retorno imediato de conseqüências após a execução de alguma ação fruto de tomada de decisão;
cadeias de eventos que não poderiam ser repetidamente observados de forma natural;
oportunidades geradoras de mudança e desenvolvimento durante seqüências de atividades;
formas de interação entre diversos participantes se atividades em grupo estiverem incluídas;
informações que possibilitam avaliação ou que avaliam imediatamente;
Produção de relatórios críticos sobre atividades.

Quadro 2 – Elementos da simulação

[20] Boyle, T. (1997) *Design for multimedia learning*. Hertfordshire: Prentice Hall Europe.

[21] Tradução aproximada do termo em inglês: *case based learn-by-doing environments – CaBLE*.

unesp

Talvez a maior vantagem do aprendizado por simulação é que enquanto um aprendiz trabalha com o programa está experimentando e desenvolvendo um todo orgânico. Este engajamento ativo contrasta com o método comum de ensino onde o estudante freqüentemente ouve passivamente (Min, 1995).

Algumas vantagens no uso de simulações tem sido relatadas [Kennedy (1998)[22], Schank (1995)[23], Boyle (1997)] e são relacionadas no quadro seguinte:

VANTAGENS NO USO DA SIMULAÇÃO
Exige pouco esforço para usar, uma breve introdução é normalmente suficiente.
Está baseada em aprendizado experimental e geram excelentes técnicas de aprendizado por descoberta.
Torna os estudantes participantes ativos no processo de aprendizagem.
Capacita os aprendizes a diferenciar situações e variáveis de acordo com exigências diversas de raciocínio, relevância, limitações e efeitos.
Encoraja ações, comportamentos, pensamento intuitivo, pensamento imaginativo e flexibilidade na resolução de problemas ao invés de rotas estanques de aprendizado.
Possibilita experiência em tomadas de decisões permitindo aos estudantes rapidamente observar as conseqüências de suas decisões.
Permite aos participantes repeti-la tentando várias estratégias diferentes.
Centraliza o processo ensino-aprendizagem mais no aprender do que no ensinar.
Enfatiza o conhecimento como cumulativo e constantemente em expansão.
Pode facilmente ser adequada no processo de aprendizagem interdisciplinar.
Provê retorno avaliativo, imediato e constante.
Provê informações em tempo real, ou seja, no tempo em que o aprendiz necessite delas.
Permite adequação do tempo de forma que situações complexas muito lentas ou muito rápidas possam ser experimentadas.
Permite que situações perigosas possam ser testadas.
Tem uma alta taxa de transferência para situações da vida real.
Pode ser usada para evocar emoções ou mudanças de atitude.
Pode envolver interação grupal, comunicação e aprendizado colaborativo.
Pode ser feita de modo a acomodar diversos níveis de aprendizado.

Quadro 3 – Vantagens no uso da simulação

Mesmo que existam vantagens interessantes no uso da simulação por computadores como um método de aprendizado, algumas limitações e

---

[22] KENNEDY, C. (1998) *Reinventing teaching in the classroom of the future: The political science laboratory experience*. New York: Penn State University, <http://www.personal.psu.edu/faculty/c/l/clk8/ reinventteach. html>.

[23] SCHANK, R. C. (1995) *Engines for education*. Hillsdale, NJ: Lawerence Erlbaum Associates.

desvantagens também podem ser relacionadas [Kennedy (1998), Schank (1995) e Boyle (1997)].

DESVANTAGENS NO USO DA SIMULAÇÃO
Nenhuma ferramenta educacional é efetiva para todos.
As simulações não podem reagir com situações inesperadas que os participantes possam desenvolver durante o processo.
As simulações podem funcionar bem tecnicamente, mas apresentar dificuldades de adequação em um determinado currículo.
As simulações podem consumir mais tempo do que outras atividades alternativas de aprendizado.
Os participantes podem se perder em atividades simuladas desviando dos verdadeiros objetivos.
Os participantes terão várias experiências e poderão não completar todos os componentes necessários.
O sucesso da simulação dependerá necessariamente do projeto e execução do programa por parte dos programadores.
Mudanças de atitudes indesejadas podem ser produzidas pela simulação.
O suporte financeiro pode ser difícil de ser obtido, pois muitos órgãos de fomento, ainda não familiarizados com estes materiais, encaram-nos como jogos e entretenimentos.
As pesquisas publicadas em simulações estão iniciando e, na maioria dos casos, não tem conclusão.
Nenhum critério foi estabelecido para avaliações decisivas em simulações.

Quadro 4 – Desvantagens no uso da simulação

Schank (1995) nota que um dos maiores problemas com as simulações é que nunca capturam todas as sutilezas do mundo real. O desafio para os programadores é criar simulações que possibilitem aos aprendizes transferir o aprendizado mais rápido e facilmente para as situações reais. As situações precisam ser pensadas de forma que os aprendizes possam falhar e ter oportunidade de aprender com essas falhas. Os computadores podem tornar o aprendizado mais leve e divertido se os programadores desenvolverem softwares fáceis de usar, com múltiplos propósitos e flexíveis o bastante para serem adaptados aos diferentes níveis dos aprendizes. As simulações precisam ser pensadas de forma a tornar possível uma aceleração ou refreamento permitindo reflexão, pesquisa e resolução de problemas.

Min sugere que o foco primário dos programadores de simulações deve centrar-se na possibilidade do aprendizado individual adaptando os programas às diferentes circunstâncias e níveis de aprendizado. A responsabilidade mais importante dos programadores é identificar quando as simulações podem ser usadas, e a partir desta identificação, mapear sua utilização.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Portanto, podemos identificar algumas situações nas quais a simulação por computador pode se tornar uma grande ferramenta de aprendizado.

ALGUMAS SITUAÇÕES FAVORÁVEIS
Quando o processo a ser investigado é muito rápido, muito lento ou muito complexo para ser observado ou experimentado.
Quando os processos não possam ser examinados na sua ocorrência natural por serem raros, perigosos demais ou inacessíveis.
Quando o sistema a ser examinado é perigoso demais para ser manipulado.
Quando a situação gerar problemas éticos do ponto de vista da pesquisa com experimentos tradicionais, como por exemplo, alguns casos de dissecação.
Quando se necessita de diversas manipulações experimentais com a visualização dos resultados dessa manipulação.
Quando são necessários tratamentos individualizados para investigações.
Quando múltiplos objetivos com várias metas precisam ser atingidos.

Quadro 5 – Algumas situações favoráveis

Como conclusão do exposto, alguns critérios iniciais podem ser relacionados como garantia do bom emprego de simulações (isto desde que os recursos como tempo, equipamento e facilidades estejam disponíveis).

AS SIMULAÇÕES DEVEM
Gerar realismo suficiente para portar as "verdades" do processo.
Gerar respostas consistentes para suportar decisões significantes e deliberadas.
Gerar testes adequados na determinação de como a simulação flui e o que verdadeiramente ela ensina.
Gerar consistência em todas as regras, direções e opções.
Gerar níveis adequados às experiências e habilidades dos participantes, ou pelo menos, não devem ser tão complexas ou elaboradas a ponto de confundir os participantes.
Gerar objetivos muito claros.
Gerar relatórios estatísticos que avaliem ou possibilitem avaliação.
Gerar atividades suplementares (incluídas ou sugeridas).

Quadro 6 – As simulações devem

unesp

1.4 - As teorias de Ensino-Aprendizagem e o Computador: A Transformação dos Paradigmas

> *Nenhuma reflexão séria sobre o devir da cultura contemporânea pode ignorar a enorme incidência das mídias eletrônicas (sobretudo a televisão) e da informática. [...] Não será encontrada aqui, portanto, nem uma apologia nem uma crítica da informática em geral, mas sim um ensaio de avaliação das questões antropológicas ligadas ao uso crescente dos computadores: o transcendental histórico ameaçado pela proliferação dos programas* (LÉVY, 1998:17).

A maioria dos trabalhos por nós observados enfatiza a necessidade de definição de bases teóricas e metodológicas educacionais mais sólidas que possam fundamentar um programa educacional de computador. Segundo essa visão, essas bases teóricas resultariam em uma implementação mais eficiente do uso do computador como ferramenta no processo ensino-aprendizagem. Além de todos os componentes de ordem técnica (fazer e usar o programa, periféricos em geral, teclados, módulos de som, dispositivos MIDI, entre outros), essas pesquisas indagam: como o software educativo pode enriquecer o processo ensino-aprendizagem procurando evitar que a automatização (propiciada pelo computador) não gere os mesmos erros pedagógicos cometidos no passado?

A hipótese subjacente desses trabalhos é que as teorias de aprendizagem devem ser a linha mestra condutora no projeto de elaboração e aplicação de softwares educacionais.

> *As teorias são úteis por abrirem nossos olhos para outras possibilidades e formas de ver o mundo. É indiferente se nos damos conta disso ou não, mas, o que pode ser dito é que os melhores programas estão certamente baseados no conhecimento acerca das teorias do aprendizado. (MERGEL, 1998)*[24].

---

[24] MERGEL, B. (1998) Instructional Design & Learnin Theories, <http:// www.usasc.ca/education/coursework/802papers/mergel/mergel.pdf>.

"*Theories are useful because they open our eyes to other possibilities and ways of seeing the world. Whether we realize it or not, the best design decisions are most certainly based on our knowledge of learning theories*".

unesp

1.4.1 - Visão geral das três principais teorias educacionais

As três teorias principais do processo educacional que predominam são (SCHUMAN)[25]: O Behaviorismo - baseada nas mudanças de comportamento observáveis; O Cognitivismo – baseada no processo do pensamento atrás do comportamento; e O Construtivismo – Baseado na premissa que construímos nossa própria perspectiva do mundo através de esquemas e experiências individuais.

1.4.1.1 - O Behaviorismo

A teoria behaviorista estuda as mudanças observáveis do comportamento. Baseia-se na repetição de um comportamento novo (condicionamento) até que se torne automático (aprendido). Esta teoria está diretamente associada aos trabalhos de Skinner (1904-1990), para quem, portanto, aprender significa exibir o comportamento apropriado através de condicionamentos. Porém, o behaviorismo como teoria de aprendizagem pode ser traçada desde Aristóteles cujo ensaio "Memória" focou as associações feitas entre eventos como a claridade e trovão. Outros filósofos que seguiram os pensamentos de Aristóteles são Hobbs (1650), Hume (1740), Brown (1820), Bain (1855) e Ebbinghause (1885) (Black, 1995)[26].

A teoria behaviorista se concentra no estudo de comportamentos observáveis que possam ser medidos. Para ela a mente é como uma "caixa preta" no sentido de que a resposta a estímulos pode ser observada quantitativamente. O behaviorismo ignora totalmente os processos que ocorrem na mente. Alguns pesquisadores que desenvolveram esta teoria foram Pavlov (1849-1936), Thorndike (1874-1949), Watson (1878-1958) e Skinner (1904-1990). (GOOD e BROPHY)[27].

---

[25] SCHUMAN, L. (1996). *Perspectives on instruction*. <http://edweb.sdsu.edu/courses/ edtec540/Perspectives/ Perspectives.html>.

[26] BLACK, E. (1995). *Behaviorism as a learning theory*. <http://129.7.160.115/inst5931/Behaviorism.html>

[27] GOOD, T. L. e BROPHY, J. E. (1990). *Educational psychology: A realistic approach.* New York: Longman.

Para o behaviorismo a modificação do comportamento pode ser obtida seguindo cinco passos:

1. Definir o comportamento que se quer obter;
2. Determinar reforços;
3. Selecionar procedimentos para alterar comportamentos;
4. Implementar procedimentos e guardar os resultados;
5. Avaliar o progresso e revisar as necessidades.

A Instrução Auxiliada por Computador (IAC) – do inglês CAI (Computer Assisted Instruction) – é o acrônimo empregado para softwares que seguem a linha behaviorista, tendo como pressuposto a mudança do comportamento. Estes softwares envolvem desde atividades práticas, exercícios e treinamentos, até a realidade virtual.

1.4.1.2 - O Cognitivismo

Assim como o behaviorismo, o cognitivismo também pode ser traçado desde a Grécia antiga com Platão e Aristóteles. O maior representante do cognitivismo é Jean Piaget que desenvolveu os principais aspectos de sua teoria na década de 1920. As idéias de Piaget somente frutificaram nos Estados Unidos depois de 1960 quando Miller e Bruner fundaram o *Harvard Center for Cognitive Studies.* (MERGEL, 1998).

Tendo como seu fundamento a idéia de que as nossas estruturas mentais precisam ser construídas, a teoria cognitivista está baseada no processo interior do pensamento que dá suporte às mudanças do comportamento. As mudanças de comportamento são observadas e usadas como indicadores sobre o que está acontecendo "dentro da mente" do observado.

A teoria cognitiva, como a behaviorista, reconhece o aprendizado envolvendo associações estabelecidas por proximidade e repetição. Também reconhece a importância do reforço, embora enfatize o seu papel como um elemento motivador. Porém, mesmo aceitando tais conceitos behavioristas, os teóricos cognitivos entendem a aprendizagem como um processo envolvendo a aquisição ou

unesp

reorganização das estruturas cognitivas pelas quais os humanos processam a informação mental. (GOOD e BROPHY, 1990).

1.4.1.2.1 - Conceitos fundamentais da Teoria Cognitiva (MERGEL, 1998)

- Esquema – São instrumentos de ação e generalização. Uma estrutura de conhecimento interna. As novas informações são comparadas a estruturas cognitivas existentes chamadas de esquema. O esquema pode ser combinado, estendido ou alterado para acomodar as novas informações.

- Modelo de processamento de informações em três estágios – as primeiras entradas de uma impressão sensória (*Registro Sensório*) são processadas em uma *Memória de Curto Prazo* depois são transferidas a uma *Memória de Longo Prazo* para armazenamento e recuperação quando necessário.
    - *Registro sensório* – os estímulos recebidos pelos sentidos de frações de segundo até quatro segundos vão se esvaecendo ou são substituídos por outros estímulos. Os estímulos processados pelo registro sensório transformam-se em impressões e são transferidas para a memória de curto prazo. Muitos desses estímulos nunca alcançam a memória de curto prazo, mas toda a informação é monitorada pelo registro sensório em algum nível e transformada se necessário.
    - *Memória de curto prazo* – a impressão sensória importante é transferida do registro sensório à memória de curto prazo. A informação pode ser retida por até 20 segundos ou mais, se treinada repetidamente. A Memória de curto prazo pode reter até sete itens. Esta capacidade pode ser aumentada se o material for unido estruturalmente em componentes significativos.
    - *Memória para armazenamento de longo prazo* – as informações são recebidas da memória de curto prazo e então armazenadas na de longo prazo. A memória de longo prazo tem capacidade ilimitada. Algumas informações podem ser "forçadas" a ingressar nessa memória através de exercícios de memorização em processos de aprendizagem. Níveis mais profundos de processamento como os que

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

levam em consideração o acoplamento entre as informações velhas e as novas são muito melhores para a retenção na memória de longo prazo.

1.4.1.2.2 - Efeitos subjacentes no processo ensino-aprendizagem pela via cognitivista

- Efeitos Significativos – a informação significativa é mais fácil de reter e de se lembrar. Se um estudante consegue unir uma informação aparentemente sem sentido com um esquema utilizado anteriormente terá mais chance de retenção.
- Efeitos de Posicionamento Consecutivos - é mais fácil se lembrar de itens em uma lista que estejam no princípio ou no fim dela ao invés de medianos (a não ser que o item seja muito distinto dos demais).
- Efeitos do Praticar – Os exercícios, práticas, ensaios e treinamentos melhoram a retenção quando são distribuídos em vários contextos pertinentes. Com a distribuição dos materiais das práticas o estudante pode associar informações conectando-as com muitos contextos diferentes.
- Efeitos de Transferência – São os efeitos de aproveitamento de aprendizados anteriores no aprendizado de informações ou tarefas atuais.
- Efeitos de Interferência – Ocorre quando um aprendizado anterior interfere com o aprendizado atual de novos materiais.
- Efeitos da Organização – É mais fácil lembrar de informações quando estas estão organizadas em categorias.
- Efeito dos Níveis de Processamento – As palavras podem ser processadas desde um nível analítico baixo de suas características físicas até níveis altos de análise semântica. Quanto mais profundamente uma palavra for processada mais fácil será lembrar e utilizar essa mesma palavra.



- Efeitos de Contextos Relacionados – Se um aprendizado tem lugar dentro de um certo contexto, será mais fácil lembrar esse aprendizado dentro do mesmo contexto ao invés de contextos novos.

- Efeitos Mnemônicos – São estratégias mnemônicas usadas na organização de novas informações aparentemente sem significado em imagens ou contextos semânticos mais significativos.

- Efeitos do Esquema – Se uma informação não se enquadra em um esquema que uma pessoa já possui, será mais difícil para esta pessoa lembrar da informação. E o que tal pessoa conseguir lembrar ou conceber dessa informação será também afetado pelo esquema que a pessoa possuía a priori.

1.4.1.3 - O Construtivismo

BARTLETT (1932) foi o pioneiro no que hoje é conhecida como a teoria construtivista (GOOD e BROPHY, 1990). Os construtivistas acreditam que "*os aprendizes constroem suas realidades próprias ou pelo menos a interpretam baseado em suas percepções de experiências próprias. Então um conhecimento individual é uma função de experiências anteriores, estruturas mentais e crenças que são utilizadas para a interpretação de objetos e eventos*". (JONASSEN, 1991)[28].

O conhecimento tem duas formas distintas de construção: a Realística e a Radical.

- Para o construtivismo realístico cognição é o processo pelo qual os aprendizes constroem estruturas mentais que correspondem ou se combinam com estruturas externas localizadas no meio ambiente.
- Para o construtivismo radical a cognição serve para organizar os aprendizes no mundo experimental ao invés de descobrir realidades ontológicas.

---

[28] JONASSEN, D. H. (1991) Objectivism versus constructivism: do we need a new philosophical paradigm? Educational Technology Research and Development, <http://led.gcal.ac.uk/clti/papers/TMPapers11.ttml>.

"Learners construct their own reality or at least interpret it based upon their perceptions of experiences, so an individual's knowledge is a function of one's prior experiences, mental structures, and beliefs that are used to interpret objects and events. What someone knows is grounded in perception of the physical and social experiences which are comprehended by the mind".

unesp

Os princípios do Construtivismo (MERRIL, 1991:45-53)[29]:

- O conhecimento é construído da experiência;
- O aprendizado é uma interpretação pessoal do mundo;
- O aprendizado é um processo ativo no qual o significado é desenvolvido tendo como base a experiência;
- O crescimento conceitual tem origem entre negociações de significados, o compartilhar de múltiplas perspectivas e a mudança de nossas representações internas através de aprendizagem colaborativa;
- O aprendizado deve estar situado em modelos realísticos; os testes devem estar integrados com as tarefas e não como uma atividade mental separada.

> *Há muitas maneiras de estruturar o mundo e muitas perspectivas para se perceber eventos, não havendo um significado correto que nós tenhamos de seguir. (STRUDWICK, 1998)[30].*

Na teoria construtivista o conhecimento não pode ser concebido como algo predeterminado desde o nascimento, nem como o resultado do simples registro de percepções e informações. Resulta das ações e interações do sujeito com o ambiente onde vive. Todo conhecimento é uma construção que vai sendo elaborada desde a infância, através de interações do sujeito com os objetos que procura conhecer, sejam eles do mundo físico ou cultural (ALVES, 1999)[31].

Os Softwares que seguem as idéias construtivistas devem permitir ao aluno interação, manipulação de representações virtuais. O estudante não deve apenas tomar decisões, mas sim vivenciar, participar, experimentar.

Projetos não lineares (no formato de hipertextos) podem ser usados na criação de programas construtivistas. Os estudantes podem não apenas escolher a

---

[29] MERRILL, M. D. (1991). Constructivism and instructional design. Educational Technology, In SMORGANSBORD, A., (s.d.). Constructivism and instructional design. <http://hagar.up.ac.za/catts/learner/smorgan/cons.html>.

[30] In MERGEL, op. Cit.

[31] ALVES, A. G. (1999) *Agentes cognitivos como guias de mundos lúdicos virtuais.* Tese de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina. <http://www.eps.ufsc.br/teses99/alves>.

velocidade com que percorrem o material, mas também por onde querem percorrê-lo. A aprendizagem deverá ser construída através da exploração.

1.4.2 - Um ecletismo teórico

Muitos autores propõem a união das três teorias na elaboração de softwares educacionais, justificando que os alunos podem aprender um conjunto de termos e informações muito bem estruturados através do behaviorismo e do cognitivismo, enquanto recursos construtivistas ajudam estudantes a lidar com problemas reais por caminhos que os habilitem resolver problemas.

O que pode ser inferido é que os softwares behavioristas podem agregar aspectos construtivistas acrescentando maleabilidades, tais como: permitir que o aluno decida por qual caminho seguir, favorecer experiências e conhecimento, dando ao aluno uma chance de ver exemplos, trazer problemas do mundo real para serem resolvidos.

Jonnassen (s.d.)[32] identifica três estágios no aprendizado e os combina com o que acredita ser o mais apropriado às abordagens das teorias do processo ensino-aprendizagem por computador.

1. Aprendizado Introdutório – os aprendizes tem muito pouco conhecimento a priori diretamente transferível sobre habilidades e conteúdos de áreas específicas. Estão em estágios iniciais de cursos e de integração com as disciplinas. Neste estágio a abordagem behaviorista/cognitivista é a mais recomendável pelas suas próprias características no que se refere aos materiais pré-determinados, circunscritos, seqüenciais e de critérios referenciais. Os aprendizes podem desenvolver algumas âncoras para exploração posterior.

2. Aquisição de conhecimentos avançados – segue o conhecimento introdutório e precede o conhecimento final. Neste ponto a abordagem construtivista pode ser introduzida.

---

[32] Jonassen, D. H. e McAleese, T.M.R. (s.d.). A Manifesto for a constructivist approach to technology in higher education. <http://led.gcal.ac.uk/clti/papers/TMPapers11.ttml>.

3. Conhecimento especializado – neste estágio o aprendiz é capaz de tomar decisões inteligentes dentro do ambiente de aprendizagem. Uma abordagem construtivista poderá funcionar bem neste caso.

Apontando estes estágios diferentes de aprendizagem, Jonassen (s.d.) enfatiza que é importante considerar o contexto antes de recomendar qualquer metodologia específica.

1.4.3 - O Conhecimento como Rede

As teorias expostas têm em comum uma concepção cartesiana de conhecimento: idéias de raciocínio encadeado regido principalmente por inferências dedutivas, noções de pré-requisito, precisão absoluta em nível descritivo e demonstrativo, medida, entre outros (ABDOUNUR, 1999:98)[33].

Pierre Lévy (1998) criou a expressão ecologia cognitiva para designar a relação entre pensamento individual, instituições sociais e técnicas de comunicação que, articuladas formam coletividades pensantes homens-coisas, transgredindo as fronteiras tradicionais das espécies e reinos. Segundo este modo de compreender, a inteligência, esta além do sujeito e do objeto, não como uma entidade abstrata de um mundo ideal, mas como resultado interativo que engloba materialmente todos esses conceitos e objetos envolvidos em uma grande rede.

> *Não sou 'eu' que sou inteligente, mas 'eu' com o grupo humano do qual sou membro, com minha língua, com toda uma herança de métodos e tecnologias intelectuais – escrita, bibliotecas públicas, diálogos com amigos, recursos de informática e de telecomunicações. Fora da coletividade, desprovido de tecnologias intelectuais, 'eu' não pensaria. Quem pensa? O pensamento ocorre numa rede onde homens e coisas interconectam-se transformando e traduzindo as representações (LÉVY, 1998:135).*

---

[33] ABDOUNUR, O. J. (1999) Matemática e Música: O Pensamento analógico na construção de significados. São Paulo: Escrituras Editora. Oscar João Abdounur é professor no Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo (IMEUSP) desde 1989, onde atua na área de Epistemologia, Didática e História da Matemática.

unesp

Lévy enfatiza que a ecologia cognitiva é o estudo das dimensões técnicas e coletivas da cognição. Mas que esta ciência ainda está para nascer e, portanto, limita-se a anunciar seu programa e a apresentar alguns de seus princípios. (LEVÝ, 1998:37).

Machado (1995)[34], discorrendo a respeito da construção de significados, lembra que compreender é aprender o significado; aprender o significado de um objeto ou de um acontecimento é vê-lo em suas relações com outros objetos ou acontecimentos; os significados constituem feixes de relações; as relações entretecem-se, articulam-se em teias, em redes, constituídas social e individualmente e em permanente estado de atualização; tanto em âmbito social como individual, a idéia de conhecer assemelha-se a de enredar. A rede de significados constitui um espaço de representações, uma teia de significações desprovida de hierarquia entre seus nós que desterritorializam-se num processo de reconfiguração contínua (in Ribeiro & Abdounur, 1995)[35].

Nesta idéia do enredamento dinâmico os conceitos de consciência, conhecimento, aprendizado, inteligência ganham novas configurações e novos significados dependendo da concepção à luz da qual são interpretados. À luz das concepções de inteligência sugeridas por Gardner, essa faculdade humana manifesta-se num espectro de competências (ABDOUNUR, 1999:107).

---

[34] MACHADO, N. J. (1995) Epistemologia e Didática. As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente. São Paulo: Cortez Ed.

[35] RIBEIRO, R. e ABODUNUR, O. J. (1995) Analogias na Estruturação de Criação negras e mestiças. Porto Rico: Anais do XXV Congresso Interamericano de Psicologia.

unesp

1.4.4 - Teoria das Inteligências Múltiplas (ALVES, 1999).

Na "Teoria das Inteligências Múltiplas", de Howard Gardner, o conhecimento precisa da ação coordenada de todos os sentidos – tato, movimento, audição, visão, fala. Os sentidos agem completamente, como superposição de significantes, combinando e reforçando significados. Gardner afirma que conhecemos através de um sistema de "inteligências" ou habilidades interconectadas e, em parte, independentes, localizadas em diferentes regiões do cérebro, com pesos diferentes para cada indivíduo e para cada cultura. Ele identifica sete inteligências:

1. Verbal lingüística - relaciona-se com as palavras e a linguagem. Usamos esta inteligência para ouvir, falar, ler e escrever. A dimensão lingüística, como a lógico-matemática, também é tradicionalmente lembrada pela psicologia;

2. Lógico-matemática - trata do raciocínio dedutivo e indutivo, número e relacionamento. Envolve a habilidade de reconhecer padrões, trabalhar com formas geométricas e fazer relacionamentos entre segmentos de informação. A dimensão lógico-matemática tem sido regularmente considerada pelos psicólogos e epistemólogos, como Piaget, por exemplo. Ela é normalmente associada à competência em desenvolver raciocínios dedutivos, em construir ou acompanhar cadeias causais, em vislumbrar soluções para problemas, em lidar com números ou outros objetos matemáticos, envolvendo cálculos, transformações;

3. Musical - habilidade de reconhecer padrões sonoros, tons, ritmos. Inclui sensibilidade a sons ambientais, vozes humanas e instrumentos musicais. A consideração da competência musical como uma das dimensões básicas da inteligência é, para Gardner, resultante de numerosas observações empíricas e é apresentada como um dado de realidade;

4. Corporal-cinestésica - relacionada com o movimento físico, o conhecimento do corpo e seu funcionamento. Inclui a habilidade de usar o corpo para

expressar emoções, jogar, interpretar e usar linguagem corporal. A competência corporal-cinestésica manifesta-se tipicamente no atleta, no artista, que seguramente não elaboram cadeias de raciocínios para realizar seus movimentos, não conseguindo, geralmente, explicá-los verbalmente;

5. Visual-espacial: está relacionada com a capacidade de visualizar um objeto e criar imagens mentais. A dimensão espacial da inteligência está diretamente associada às atividades do arquiteto, ou do navegador, por exemplo, revelando-se em uma competência manifestada na percepção e na administração do espaço, na elaboração ou na utilização de mapas, de plantas, de representações planas de um modo geral;

6. Interpessoal: usada nos relacionamentos pessoa-a-pessoa. Inclui a habilidade de comunicar-se com os outros e ter empatia por seus sentimentos e convicções. A inteligência interpessoal revela-se através de uma competência especial em relacionar-se bem com os outros, em perceber seus humores, suas motivações, em captar suas intenções, mesmo as menos evidentes, em descentrar-se, enfim, conseguir analisar questões coletivas de diferentes pontos de vista.

7. Intrapessoal: é baseada no conhecimento de si mesmo. Inclui metacognição (pensar sobre o pensar), respostas emocionais, auto-reflexão e consciência de conceitos metafísicos. No caso da inteligência intrapessoal, a característica básica é a de estar bem consigo mesmo, administrando os próprios humores, os sentimentos, as emoções e os projetos.

Esta teoria constitui um grande contraste com os sistemas tradicionais de educação que tipicamente colocam uma grande ênfase no desenvolvimento e uso das inteligências verbais e matemáticas. A Teoria das Múltiplas Inteligências implica em que os educadores devam estruturar a apresentação do material em uma forma que envolva a maioria ou todas as inteligências. Neste aspecto, os softwares educacionais podem favorecer o desenvolvimento destas inteligências,

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

principalmente pelo uso de multimídia e Realidade Virtual. O aluno pode interagir com o computador de várias formas, através da visão, escrita, leitura, fala, audição, musicalidade, criação de metáforas visuais, experiências em três dimensões, histórias, resolver problemas, geometria, jogos de lógica, estudo individual, escolhas pessoais, aprendizagem cooperativa, trabalhos em grupo, ensinar para outras faixas etárias, clubes, e uma infinidade de opções que os softwares e os meios de comunicação podem fornecer (SMITH-GRATTO, 1999)[36] .

1.4.5 – Algumas observações

No ponto de vista pragmático, a teoria behaviorista e a cognitivista são as mais viáveis em termos de realização prática de um projeto de software educacional. Não pelos pressupostos filosóficos de cada uma, mas pela facilidade e disponibilidade da base material necessária a consecução de um projeto de um software educacional. Os conceitos e objetivos de ambas estão presentes na grande maioria dos programas tradicionais existentes no mercado e utilizados em larga escala por pessoas em todo o mundo, como por exemplo, nos sistemas operacionais dos computadores (Linux, Windows), nas linguagens de programação que viabilizam a execução de um projeto (Basic, C, C++, orientadas a objeto), nos editores (partitura, desenho, texto) entre outros. Todos estes softwares, que compõe a base material disponível na execução de um projeto de software educacional, têm características predominantemente behavioristas e cognitivistas. Portanto, apesar de diferenças filosóficas entre o behaviorismo e o cognitivismo, não existem diferenças práticas substanciais que justifiquem uma oposição entre ambas. Muitas estratégias utilizadas pelos behavioristas são também utilizadas pelos cognitivistas mesmo que por razões diferentes (MERGEL, 1998).

Nessa concepção os programadores e educadores:

- analisam situações e definem metas;

---

[36] Smith-Gratto, K. (1999) *Toward Combining Programmed Instruction and Constructivism for Tutorial Design*, <http://www.coe.uh.edu/insite/elec_pub/html1995/199.htm>. Karen Smith-Gratto é professor de tecnologia aplicada aos softwares na Carolina do Norte (North Carolina A & T State University, Department of Curriculum and Instruction, 201 Hodgin Hall, Greensboro) E-mail: *gratto@netmcr.com*.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

- desenvolvem os objetivos cognitivos da situação específica do ensino-aprendizagem dividindo os procedimentos em segmentos menores.

As avaliações são feitas levando em consideração se os objetivos foram atingidos satisfatoriamente. Nesta visão os articuladores do programa decidem o que os aprendizes vão aprender e tentam transferir esse conhecimento. Esses pacotes de programas são, normalmente, sistemas de softwares fechados.

Na abordagem construtivista o programa do processo ensino-aprendizagem é um produto muito mais aberto do que prescritivo. O conteúdo não é especificado previamente, as direções são estabelecidas pelos aprendizes e a avaliação é mais subjetiva, pois não depende de critérios quantitativos (normalmente o critério é auto-avaliativo). Essas mesmas razões divergentes e subjetivas do aprendizado construtivista existem na elaboração do projeto por essa via. A flexibilidade da criação e a falta de critérios objetivos gerados contribuem para a ausência de um padrão de qualidade nos softwares construtivistas.

Isto não quer dizer que as técnicas consagradas pelo behaviorismo-cognitivismo sejam melhores do que as da abordagem construtivista ou vice-e-versa. O que certamente ocorre é que esses problemas, inerentes da própria característica "aberta" de um software construtivista, geram dificuldades técnicas que demandam muito esforço e tempo na elaboração de um bom projeto. Isto deve ser levado em consideração na construção, utilização e avaliação de um software com finalidades educacionais.

unesp

1.5 – A utilização do computador no processo ensino-aprendizagem musical: Softwares[37] Educacionais Musicais

> *O mundo da tecnologia esta proporcionando um processo de desenvolvimento contínuo onde existem melhoras e mudanças constantes. O que é inimaginável hoje pode ser a realidade de amanhã. Devemos ter paciência em aprender alguma coisa nova todos os dias e a curiosidade de descobrir quais são as novas contribuições que estes recursos podem trazer à Educação Musical*
>
> *Cristina Fuertes*[38].

Em princípio, todos os aplicativos, mesmo fora da área musical, desde que utilizem os recursos de som disponíveis no computador (editores de texto, banco de dados, programas de autoria, entre outros), têm a possibilidade de serem utilizados como softwares educacionais musicais (seja para tarefas especificas ou de apoio). Catalogamos através da INTERNET o nome de 3500 softwares ligados à área musical e que podem, potencialmente, atuar nas diversas áreas da educação musical. No intuito de agrupar os softwares musicais adotamos o mesmo esquema de classificação dos softwares educacionais em geral.

Em uma primeira divisão os softwares musicais podem ser divididos em duas categorias principais Programas Abertos ou Fechados.

Programas Abertos:

São aplicativos onde o usuário (estudante ou professor) pode acessar e interagir com as informações, ou seja, pode manipular as informações de forma personalizada. Neste grupo podem ser incluídos a maioria dos editores de partitura, seqüenciadores e editores de som,

---

[37] Software, programa e aplicativo, são termos utilizados como correlatos tendo o mesmo significado.

[38] FUERTES,C. (2000) Music Education by Computers – suggestions, <http://www.xtec.es/recursos/musica/musica.htm>.

The world of technology is undergoing a process of continual development and there are constantly changes and improvements. What is unimaginable today could well be a reality tomorrow. You just need to have the patience to learn something new every day, and the curiosity to discover what new contributions these resources can make to music education.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

como também algumas outras aplicações específicas utilizando multimídia. Muitos desses programas, embora não se relacionem diretamente com a aquisição ou com a prática de conhecimentos específicos, permitem usar o computador em tarefas comuns do dia-a-dia de um músico.

Programas Fechados:

São aplicativos onde os processos e objetivos não podem ser criados ou alterados pelo usuário. O usuário não pode alterar, adicionar ou apagar as informações principais (em alguns casos somente as informações secundárias, como, por exemplo, dados pessoais). São desenvolvidos para cumprir atividades específicas em diversas áreas de atividade musical. Normalmente, são criados com os programas dedicados (de autoria).

Classificação dos Programas Musicais (softwares ou aplicativos)	
Abertos	Edição de partituras
	Seqüenciadores (*Sequencers*)
	Gravação/Edição de som
	Programas dedicados (ou de autoria)
Fechados	Tutoriais
	Programas de Treinamento
	Aplicativos em Multimídia

Tabela 1 – Classificação dos Softwares Musicais

Exemplos de Programas Abertos:

- *Editores de Partitura*

  Programas utilizados para escrever, editar e imprimir partituras. São, de modo geral, análogos aos processadores de texto (Word, PageMaker, StarOffice, entre outros). As informações neste tipo de programa podem ser interpretadas de diferentes formas, por exemplo, exibidas no monitor ou impressas na impressora como uma partitura,

unesp

transformadas em mensagens MIDI e executadas no dispositivo (interface MIDI) do computador, ou ainda, enviadas a dispositivos periféricos pela placa MIDI para que sejam transformadas em sons.

- *Seqüenciadores*

  Programas utilizados para gravar, modificar e tocar seqüências de eventos musicais. Eles trabalham analogamente a gravadores de vários canais de estúdios profissionais, gravando mensagens MIDI. Como a informação é digital (numérica) pode ser facilmente manipulada de diversas formas, por exemplo, copiada, duplicada, modificada, apagada, etc.

- *Editores de Som*

  Programas que permitem criar, gravar ou modificar os parâmetros envolvidos em sons sintetizados. Trabalham conjuntamente com sintetizadores (dispositivos que permitem a manipulação e criação de novos sons além dos padronizados que são pré-estabelecidos).

- *Programas Dedicados (ou de autoria)*

  Programas estruturados livremente que permitem ao usuário (estudante ou professor) gerar novas atividades e criar tipos específicos de treinamentos ou exercícios. Eles não são, de modo geral, concebidos especificamente para a área musical, mas, com diversos recursos em multimídia disponíveis, eles permitem produzir atividades musicais adaptadas a diversos níveis do processo ensino-aprendizagem dos usuários. Estes softwares têm linguagens de programação sofisticada que permitem criar outros softwares (uma espécie de "meta-programa").

<u>Exemplos de Programas Fechados:</u>

- *Tutoriais*

  Esta categoria inclui programas cujo objetivo é conduzir os aprendizes através de um conteúdo pré-programado e não passível de controle (do



usuário) sobre o processo principal de informações. As informações são, normalmente, apresentadas da mesma forma seqüencial que um livro apresenta, mas utilizando meios (fotos, filmes, narrações gravadas, diálogos, gravações de música, etc.) multisensoriais, portanto, muito mais abrangentes.

- *Programas de Treinamento*

  Estes programas permitem aos usuários interagir com um material conceitual conhecido. Eles têm a finalidade de permitir o treinamento auditivo ou conceitual de elementos teóricos e perceptivos sonoros. De um modo geral, os usuários praticam determinados exercícios gerados pelo computador. O computador também participa como um intermediário verificando e corrigindo os resultados frente a um determinado contexto. O computador pode também sugerir outros tipos de exercícios frente aos resultados obtidos pelo usuário.

- *Aplicativos em Multimídia*

  Estes aplicativos são normalmente apresentados no formato de CD-ROM (atualmente). Os usuários podem acessar uma grande quantidade de informações (textos, gráficos, sons, filmes, fotos, partituras, gravações, etc.). Estas informações estão interligadas (hipertexto) o que possibilita ao usuário uma grande flexibilidade na utilização não linear. Por ser análogo a uma enciclopédia, este tipo de aplicativo é, sem dúvida nenhuma, o mais explorado no processo ensino-aprendizagem, e também o de maior quantidade disponível. Eles podem envolver a seleção de arquivos musicais gravados de acordo com diferentes critérios (compositor, dificuldade, período, estilo, instrumento, intérprete, etc.), ouvir interativamente uma obra musical, aprender sobre instrumentos musicais, estudar o processo físico sonoro, entre outros. Muitos destes aplicativos podem incluir atividades lúdicas relacionadas ao conteúdo abordado, glossários de terminologia musical, etc.

unesp

Os escassos trabalhos brasileiros abordando a utilização de softwares educacionais musicais, como por exemplo, *Utilização de Softwares no processo de ensino e aprendizagem de instrumentos de teclado*[39], apontam deficiências nos estudos relacionados ao uso de softwares no processo educacional musical.

Todos ressaltam a necessidade e importância de participação dos professores na elaboração dos mesmos, da utilização de concepções educativas no seu processo de criação, de sua avaliação prévia e, de realização de pesquisas mais extensas sobre o tema. Abordam também, como o uso de softwares em diferentes domínios da música tem levado educadores a pesquisarem sobre as possibilidades e limites destas ferramentas.

As discussões apresentadas abordam questões e autores como:

Otimização do tempo - (PARRISH, 1997; BERZ e BOWMAN, 1994) verificaram que em aulas de teoria musical, a utilização de softwares pode reduzir o tempo empregado em atividades ou exercícios relacionados a conteúdos teóricos (in KRÜGER, 1999).

Composição Musical - investigando a facilidade de manuseio de seqüenciadores e editores na realização de composições. Seu uso em escolas de música ou de ensino regular, para visualizar, apreciar e imprimir peças, possibilitando a divulgação e análise crítica das obras dos alunos, bem como o entrosamento entre os estudantes, seus familiares e amigos. Em uma escola de ensino regular, ROGERS (in KRÜGER, 1999) constatou que os alunos de 11-14 anos de uma classe utilizavam alternadamente um software (provavelmente um editor de partituras) e sintetizadores com seqüenciadores para a realização de suas composições. Desta forma, o uso destas ferramentas aumentou a média da realização de composições de 57% para 70% em um ano.

Integração de Recursos - MacGREGOR (in KRÜGER, 1999) comenta sobre a intensificação da pesquisa e utilização de computadores, sintetizadores e

---

[39] KRÜGER, S. E., GERLING, C. C. e HENTSCHKE, L. (1999) *Utilização de Softwares no processo de ensino e aprendizagem de instrumentos de teclado.* Porto Alegre: Revista opus n.6. ISSN 11517-7017, http://www.musica.ufmg.br/ anppom/ opus/opus6/kruger.htm#BM2.

unesp

outros recursos tecnológicos em aulas de música, o que pode ser encontrado em países como Estados Unidos, Inglaterra e Austrália.

RUDOLPH (in KRÜGER, 1999) demonstra que, em conjunto com seqüenciadores e editores, também são utilizados programas para ensino-aprendizagem de tópicos musicais específicos, como cursos de teoria musical, treinamento de conceitos ou elementos musicais (por exemplo, harmonia, intervalos, escalas, ritmo, melodia), leitura à primeira vista, história e apreciação musical, análise, composição, regência, treinamento auditivo, entre outros. Muitos destes podem ser utilizados a fim de integrar aulas teóricas e práticas de instrumentos, ou para servir de auxílio ao estudo dos alunos.

Importância da Integração - GLANZMANN (1995), ROGERS (1997), HUNT e KIRK (1997), DALGARNO (1997) e KRÜGER (1996,1997), investigam a importância desta integração (in KRÜGER, 1999).

Dentre as conclusões apresentadas no artigo, às quais compactuamos, enfatiza-se:

- as pesquisas brasileiras são realizadas em pequena escala em comparação com estudos realizados em outros países, o que reduz a capacidade de generalização dos resultados, mas que apesar das limitações apontam para a viabilidade da composição de um grupo de recursos tecnológicos;
- o aprendizado musical realizado através de softwares de atuação direta, em atividades de execução e técnica musical pode ser complementado por softwares de atuação indireta;
- a urgência da intensificação de pesquisas sobre a utilização de softwares de uso direto, em ambientes reais de aprendizado (aulas práticas ou sessões de estudo de alunos), a fim de que possa ser analisada a influência dos softwares no desenvolvimento musical dos alunos em diferentes contextos;
- a continuidade e intensificação das pesquisas quanto aos programas de computador utilizados no ensino instrumental no Brasil;

unesp

- a necessidade de proporcionar aos professores instrumentos de avaliação apropriados à complexidade do processo educacional. Isto porque, apesar de amplas possibilidades de uso, cada software possui peculiaridades que precisam ser analisadas em relação aos objetivos estabelecidos pelo professor e ao ambiente educacional.

unesp

Capítulo II

Dos elementos teórico-perceptivos musicais ao som no computador

unesp

Capítulo II

2.0 - Dos elementos teórico-perceptivos musicais ao som no computador

> *A teoria musical é atualmente entendida, principalmente, como o estudo da estrutura da música. Isto faz com que possa ser dividida em: melodia, ritmo, contraponto, harmonia e forma. Porém, estes elementos não são facilmente distinguíveis e separados uns dos outros nos seus contextos. Em um nível mais fundamental a teoria inclui considerações sobre sistemas tonais, escalas, afinação, intervalos, consonância, dissonância, proporções entre durações e o sistema das alturas [grifo nosso] [...]. A tradição musical ocidental é notável pela quantidade e amplitude de sua teoria.*
>
> *Claude V. Palisca*[40].

Com esta abordagem pretendemos mapear os elementos pertinentes ao conteúdo teórico-perceptivo, denominado de elementar ou básico, buscando justificar sua utilização na elaboração do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais", evidenciando os aspectos relacionados ao que deve ser entendido na utilização de um software dessa natureza. Percorreremos alguns elementos necessários a compreensão da complexidade de eventos teórico-perceptivos sonoros musicais a partir de suas formações mais básicas até as sistêmicas: vibrações auditivas (do som ao tom), relações entre vibrações auditivas (intervalos), sistematização melódica (escalas e modos), sistematização harmônica (tríades e acordes) e, finalmente, o som e o computador.

Qual é o corpo teórico-perceptivo musical elementar ou básico?

A história demonstra que uma das respostas para essa questão tem sua gênese na tentativa do homem em equacionar e solucionar o problema das

unesp

consonâncias. Com esta tentativa a latência da dificuldade inerente à questão é inaugurada: a conciliação entre os fatores daquilo que é ouvido com os da representação daquilo que é conceituado - as dualidades entre arte/ciência, emoção/intelecto, sentimento/razão, sujeito/objeto, etc.

> *É possível tocar e gostar de música sem uma preocupação ou conhecimento de sua verdadeira natureza; mas os músicos que conhecem seu meio e pensam sobre ele de uma forma inteligente têm uma satisfação muito maior do que os que assim não procedem. (SEASHORE, 1938:3)*[41].

O corpo teórico-perceptivo básico ou elementar pelo sentido mais físico-positivista da expressão pode ser enfocado e exemplificado nas relações de funcionamento de um sintetizador musical com todas as suas concepções mecânicas e eletroacústicas. Já as explicações e sistematizações lógicas sobre o fenômeno sonoro, representam um caminho, permeado por analogias vivas, presente nas indagações cotidianas de todos que decidem aprofundar-se no entendimento do fenômeno musical.

Para Zamacois, esta concepção "tradicional" está enraizada na herança que nos legaram os contrapontistas medievais.

Quando tenta responder se:

1. A concepção de ensino tradicional está caduca?
2. Devem subsistir os métodos e sistemas de ensino tradicional baseados em tal concepção?

Ele observa que as respostas são para todos os gostos, desde as extremistas absolutas, no sentido conservador e em sentido revolucionário, até o critério eclético que sustenta a conveniência de uma educação escolástica dentro da concepção harmônica tradicional, completada com um estudo posterior de todas as tendências e procedimentos à margem dela, enfatizando ainda que seguirá seu trabalho por esta via eclética (ZAMACOIS, 1978:11-12)[42].

---

[40] PALISCA, C. V. (1980) *Theory and theorists*. In: SADIE, Stanley (org.) The New Grove's dictionary of music and musicians. London: MacMillan.

[41] SEASHORE, C. E. (1938) *Psycology of Music*. New York: Dover Pub. Inc.

[42] ZAMACOIS, J. (1978) *Tratado de Harmonia*. v.III, Barcelona: Labor.

unesp

Podemos acrescentar que historicamente a forma tradicional falha quando tenta explicar todo o fenômeno artístico musical à luz de suas sistematizações e categorizações. Pelo outro lado, a resposta revolucionária não é capaz de dar conta da amplitude perceptiva do fenômeno musical existente. Isto faz com que um ecletismo crítico, pelo menos pedagógico, seja inevitável.

A origem desta ruptura é abordada por Palisca (1961)[43] em seu artigo "O Empirismo Científico no Pensamento Musical" onde diz que, especialmente no final da Idade Média, os músicos práticos tendiam a construir as suas próprias regras sem o recurso da doutrina tradicional da ciência musical. No Renascimento, a união mítica da prática musical e da teoria que os humanistas compilaram dos antigos gregos, inspirou os músicos em uma prática musical ligada novamente aos preceitos da ciência musical. Ele observa que a demora necessária para se atingir a uma síntese relativamente satisfatória fez com que a arte musical e a ciência iniciassem novamente um caminho separado, e que essa separação foi um evento de considerável importância para o futuro desenvolvimento da composição e da prática musical no século XVII. Enfatiza que o preço pago por essa demora no final do século XVI, quando o quadrivium, através de sua tensão interna, explodiu, expandindo os seus membros constituintes, foi o da separação da arte e da ciência musical, iniciando, desde então, o longo caminho até suas modernas identidades.

> *É importante ter em mente que quando analisamos o relacionamento entre música e ciência, a música (a única entre as artes) era, em princípio, inseparável da ciência. Não é surpresa que, nesta circunstância, as áreas do pensamento musical mais afetadas pela revolução científica, fossem aquelas que faziam fronteiras com alguns campos da ciência sendo, portanto, as que sofreram as maiores transformações. Estas eram a astronomia e a dinâmica. A astronomia, a ciência-irmã da música no quadrivium, sustentou até a metade do século XVI a idéia de que a música mundana continha (idéia de macrocosmo) a harmonia divina do universo; mas agora havia evidência crescente de que o universo não era absolutamente uma harmonia. No campo da dinâmica, os estudos da natureza da vibração e do som transformaram a noção, amplamente vigente, de simbolismo numérico e do modo como a música afeta os sentidos e a mente.* (PALISCA, 1961:93)

---

[43] PALISCA, C. V. (1961) *Scientific Empiricism in Musical Thought.* In Seventeenth-Century Science and the Arts, ed. Hedley Howell Rhys, pp. 91-137. Princeton: Princeton University Press.

unesp

Abdounur, em sua tese de doutorado, Matemática e Música – O pensamento analógico na construção de significados, capítulo I, ilustra relações, analogias, paralelos e explanações históricas entre matemática e música desprovidos de concepções epistemológicas.

> *Tal interação serve de suporte experimental às futuras conjecturas sobre o papel do pensamento analógico na construção de significados, não apenas na relação entre essas áreas, mas também nas contribuições mútuas entre quaisquer outras expressões da inteligência. (ABDOUNUR, 1999:XIII)*[44].

[44] ABDOUNUR, O. J. (1999) Matemática e Música: O Pensamento analógico na construção de significados. São Paulo: Escrituras Editora.

unesp

2.1 - Das vibrações aos tons musicais perceptíveis

Providos com novas tecnologias desde o século XIX, os cientistas iniciaram a exploração sistemática de certas características básicas do mecanismo da audição. Um grande número de investigadores, incluindo Savart (1830), Helmholtz (1863) e Koenig (1899), determinaram os limites graves das freqüências que poderiam ser ouvidas (8 a 32 Hz). Posteriormente, Wegel (1922) mediu o limite de audibilidade como uma função de freqüências nos limites de 20 Hz até 20 Khz. Outros cientistas, tais como Luft (1888) e Vance (1914), tentaram medir a menor diferença detectável na freqüência do som. Toda essa visão positivista, muitas vezes esclarecedora, vela de certa forma a complexidade envolvida nesse "perceber" os tons musicais. Ela é necessária, mas outros aspectos envolvidos também devem ser evidenciados.

Para que um tom, concebido como uma nota musical, desponte para sua manifestação perceptível, todo um caminho já foi percorrido. Um caminho pautado por sucessivos níveis de ordenações, cada um deles delimitando um determinado conjunto de elementos.

Sigmund Levarie e Ernst Levy (1981)[45] anunciam cinco transições de seis estágios necessários para que se tenham tons ordenados, ou seja, as notas musicais:

- (1ª Transição) do estágio da dimensão de toda a realidade na forma de vibrações consorciadas em geral, que reúne a categoria da totalidade da manifestação cósmica (primeiro estágio), àquele onde, filtrando-se as vibrações supersensórias e as infra-sensórias, as vibrações passam a ser percebidas pelos sentidos humanos (segundo estágio); deste segundo estágio,
- (2ª Transição) filtrando-se as vibrações ligadas a outros sentidos que não a audição, para o das vibrações perceptíveis pela audição humana (terceiro estágio); deste,
- (3ª transição) filtrando-se os ruídos, para o âmbito das "vibrações periódicas", vale dizer, os tons (quarto estágio); deste,

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

- (4ª transição) filtrando-se as variações contínuas da altura (por exemplo: a sirene), para um tipo de vibração individuada caracterizada pela variação discreta da altura denominada "vibração periódica harmônica" (MIÑANA,1969:17)[46] (quinto estágio); e deste,
- (5ª transição) com o filtro das possíveis relações assistemáticas, adentra-se no campo específico da música, já que pela seleção de tons, atesta-se toda uma implicação estrutural dada ou conferida nas notas musicais (sexto estágio).

O esquema a seguir, sintetiza os seis estágios com as suas cinco transições:

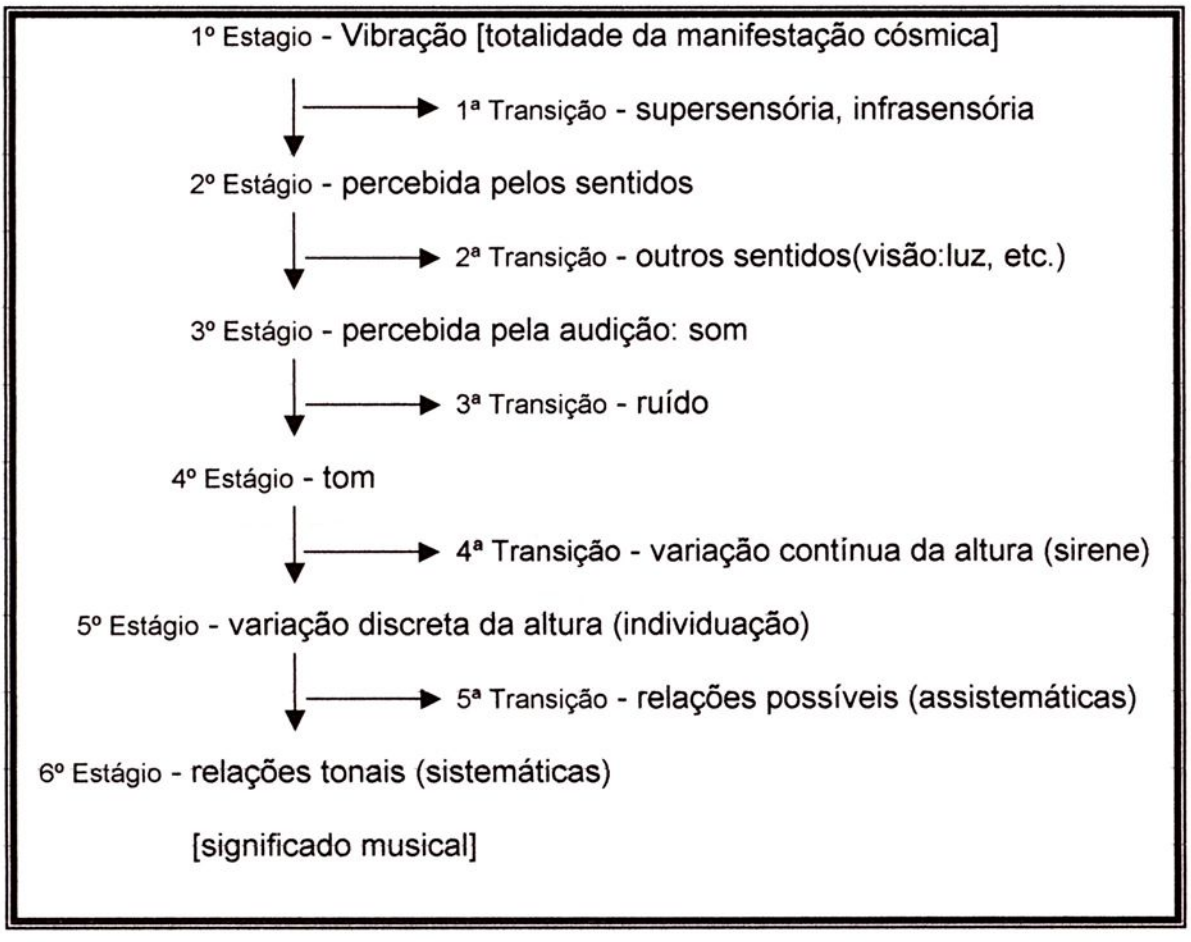


Figura 1 - (LEVARIE E LEVY, 1981:7)

---

[45] LEVARIE, S. e LEVY, E. (1981) *Tone: A Study in Musical Acoustics*. Connectcut: Greenwood Press.

[46] MIÑANA, J. P. (1969) *Compendio Prático de Acústica*. Barcelona: Editorial Labor, S.A.

É a partir de tal ordenação que os sons são passíveis de terem significado ou dele serem dotados, ou seja, nesse trajeto permeado de relações percebidas, traduzidas e representadas em diversos âmbitos, tem inicio o estudo do som. Esse estudo é então efetivado por um conjunto de disciplinas físicas e matemáticas que se integram na ciência da acústica; e de seus possíveis significados, por um conjunto de disciplinas que antecedem, ladeiam, integram a ou na musicologia, entre as quais destacaríamos a filosofia e ciência da linguagem, entre outras, com os ramos da lógica e da retórica, a ontologia e a fenomenologia da música, e as recentes teoria e psicologia da percepção e conseqüentemente, a sociologia e psicologia da música.

> *Voltando agora à percepção de ["algo"] enquanto tal: em que consiste esse ato? Pelo menos desde Kant, muitos teóricos concordaram que a 'percepção sem o conceito é cega'. O que essa frase esotérica quer dizer é essencialmente, que não se pode dizer que se tenha visto um X (por exemplo, como em 'Ele viu a Ursa Maior') sem ter algum conceito de o que um X é. Assim, se você não sabe o que, por exemplo é um 'estame'[47], não pode ver o 'estame', mesmo se ele estiver (silenciosamente) à sua frente. E, analogamente, não se pode ver coisa alguma (salvo analogicamente, por exemplo, como no caso das crianças pré-lingüísticas e de animais não-lingüísticos) se não se dispõe dos meios conceituais com que olhar.* (BUTTON, 1998:70)[48].

Essa relação do ser humano com o mundo (ou os mundos), transposta aqui ao mundo dos sons, é uma das mais antigas problemáticas dentro da filosofia. Para Kant, o fenômeno é a única realidade cognoscível do homem e o nôumeno é o limite do conhecimento humano. Não basta saber que temos representações dos sons, que estas são tais e tais, e que dependem de vários contextos, cuja expressão geral está sempre no significado dessas representações. O que se quer saber é o significado dessas representações.

Schopenhauer acreditou desenvolver e integrar a distinção kantiana de fenômeno e nôumeno, mas ao contrário, acabou se distanciando de Kant, colocando-se em uma outra perspectiva filosófica. Para Schopenhauer, o fenômeno

---

[47] [Do lat. stamine, 'fio'.] S. m. : 1.Fio de tecelagem; estambre; 2. Fig. Fio da existência; estambre; 3. Bot. Órgão masculino da flor, formado pelo filete que sustenta a antera, na qual, por sua vez, se formam os grãos de pólen (AURÉLIO – Século XXI).

[48] BUTTON, G. e COULTER, J. et. al. (1998) *Computadores, Mentes e Conduta.* Trad. FERREIRA, R.L. São Paulo: Fundação Editora da Unesp. ISBN 85.7139.171.8.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

é pura representação, ilusão. Essa posição o situa entre o idealismo e o materialismo, onde a realidade é a representação do mundo exterior.

O mundo, para Schopenhauer, possui duas partes: os fenômenos e nossa representação (tudo quanto dele conhecemos); entretanto o sujeito não é somente atividade representativa, é também vontade; e é isto que constitui o cerne do mundo (o "véu de Maya", de que fala a filosofia indiana e budista) e o nôumeno é a vontade, entendida por Schopenhauer como princípio infinito de todo o real.

Por vontade, em geral, Schopenhauer entende como o instinto da própria conservação, o "querer viver". Uma força cega e inconsciente que se torna na escala zoológica, sempre mais perfeita até adquirir no homem plena consciência de si mesma. Porém, o homem constata que não é livre, mas está submetido à necessidade; e que apesar dos seus projetos e das suas reflexões, ele não modifica em nada o conjunto dos seus atos, e que em sua vida deve revelar um caráter que não aprovou e continuar um papel já começado. Assim, "o fenômeno da vontade incondicional em si está, no entanto, submetido à lei de necessidade, isto é, ao princípio de razão". (SCHOPENHAUER, 1988:150)[49].

> *Há um limite para a gravidade dos tons além do qual nem um mais é audível; isto corresponde a que matéria alguma é perceptível sem forma e qualidade [...] matéria alguma pode ser inteiramente desprovida de vontade; portanto, assim como do tom é inseparável um certo grau de altura, assim da matéria um certo grau de expressão da vontade. (Idem, 1988:74).*

Tanto para Schopenhauer quanto para Kant o mundo sonoro perceptivo e suas representações que nós conhecemos é fenômeno, ou seja, é a nossa percepção/representação desses sons.

---

[49] SCHOPENHAUER. A. (1988) *O mundo como vontade e representação.* Trad. CORREIA, M.F.S. Portugal: Ed. Rés.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

2.2 - A relação perceptiva entre os tons: o intervalo

O processo perceptivo dos tons musicais é inicialmente determinado pela interseção de dois âmbitos afins: o primeiro deles é composto das características das vibrações em geral transpostas ao campo específico da acústica, ou seja, freqüência, amplitude, forma da onda sonora e duração; o segundo, o âmbito da tradução sensível correspondendo respectivamente à altura, intensidade, timbre e duração. Enfatizemos que, até aqui se dá uma correspondência par a par, onde cada elemento de um âmbito é correspondido restritamente por apenas o respectivo do outro.

Acústica	Tradução Sensível
Freqüência	Altura
Amplitude	Intensidade
Forma da onda sonora	Timbre
Duração	Duração

Figura 2 – Acústica e tradução sensível

Na interseção desses dois orbes um terceiro é gerado, o da decodificação estética representados na forma de quatro complexos de apreensão inteligente: o sentido da qualidade do tom, do volume, o da consonância e o do ritmo. Uma correspondência direta, par a par, de cada um desses últimos itens com cada um dos âmbitos anteriores, é possível, tal como demonstra a associação entre duração (qualidade que une a apreensão sensível e emissão acústica) e o ritmo. Porém, estes quatro últimos complexos assim o são, complexos, porque de suas combinações nascem ramificações distintas de diversas realidades musicais que serão ligadas ao que parece ser "quatro grandes troncos na árvore da musicalidade" (SEASHORE, 1938:3).

unesp

Acústica	Tradução Sensível
Freqüência	Altura
Amplitude	Intensidade
Forma da onda sonora	Timbre
Duração	Duração

Decodificação Estética
Sentido da qualidade do tom
Sentido do volume
Sentido da consonância
Sentido do ritmo

Figura 3 – Decodificação Estética

O significado de um evento sonoro musical, portanto, pode ser representado e apreendido por vários aspectos: o quantitativo, como por exemplo, o número de vibrações por segundo do som (ponto de vista físico-matemático) ou também, pelo nome da relação ou da nota resultante (nominalismo estrutural), mas, entendemos que essas representações circundam uma "*qualidade que se mantém nas relações sonoras entre fatos musicais*" (LEVARIE e LEVY, 1980:1). Esta qualidade, no caso da relação entre dois tons, é percebida e chamada, musicalmente, de intervalo.

A percepção desta qualidade que se mantém nas relações sonoras e suas múltiplas possibilidades de representações, constitui o foco principal dos treinamentos e/ou exercícios dos elementos básicos constituintes da teoria musical. Em nosso programa "Exercícios e Treinamentos Musicais", este deve ser o principal objetivo de um usuário na utilização do software, ou seja, em primeira instância perceber, e então, classificar esta relação de semelhança que se mantém nas relações sonoras entre dois tons musicais.

Acrescentamos que como nenhum tipo de treinamento/exercício e/ou maturidade tende a aumentar a acuidade dos olhos, nenhum treinamento/exercício e/ou maturidade pode melhorar a capacidade da acuidade dos ouvidos, entretanto, treinamento e maturidade, em ambos os casos, pode aumentar o escopo funcional destas capacidades (SEASHORE, 1938:3).

A conceituação dos intervalos pode ser abordada sob vários ângulos como, por exemplo, na ótica espacial, ligado a idéia de limite de uma corda ou de

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

uma reta (geometria), a numérica, ligado a de medida (aritmética), a acústica, na relação entre as freqüências de duas oscilações (física), e outras.

A tentativa de explicação e interpretação das relações sonoras compõe atualmente um grande número de hipóteses e teorias. Todas tentam explicar essa qualidade perceptiva de similaridade entre as relações sonoras (seu grau de consonância). Estas teorias podem primeiramente ser agrupadas em quatro divisões principais[50]:

- **Teorias Acústicas**, baseadas nas propriedades físicas do sinal acústico. Por exemplo, a teoria das razões das freqüências;

- **Teorias Psicofísicas**, baseadas nos aspectos psicofisiológicos do sistema auditivo. Como por exemplo, a teoria que estuda a influência da membrana basilar;

- **Teorias Cognitivas**, baseadas na percepção dos intervalos musicais engendrando um alto nível de aprendizado através do fenômeno sonoro musical;

- **Teorias ligadas a fenômenos da Cultura**, baseadas em normas sociais, culturais ou estilísticas que são internalizadas pelos ouvintes.

A teoria que relaciona os sons às razões aritméticas das freqüências pode ser observada desde a Grécia antiga até a contemporaneidade do pensamento teórico ocidental. Algumas versões dessa antiga teoria, imbricadas com noções da importância da cultura, são as mais comumente sustentadas pelo pensamento musical da maioria dos músicos e teóricos atuais (Leibniz, Euler, Lipps, Polak, entre outros). A hipótese principal dessa teoria propõe que as relações de consonância estão conectadas com razões e proporções numéricas. Plomp e Levelt (1965)[51]

---

[50] A fonte desse texto referente a todas essas teorias pode ser conseguida na INTERNET: University Ohio State University School of Music, <http//:dactyl.som.ohio-state.edu/Music829B>.

[51] PLOMP, R. e LEVELT, W.J.M. (1965). *Tonal consonance and critical bandwidth*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 38, p. 548-560.

unesp

caracterizam a hipótese dessa teoria com a seguinte formulação de Galileo Galilei (1638):

> *Consonâncias são pares de tons que atingem nosso ouvido com uma certa regularidade; esta regularidade consiste no fato de que os pulsos emitidos pelos dois tons, no mesmo intervalo de tempo, serão comensuráveis em número, de forma a não manter o tímpano em um tormento perpétuo*[52].

A tabela abaixo relaciona outras teorias existentes.

OUTRAS TEORIAS	
Teoria do relacionamento harmônico	Apoiada inicialmente em Rameau, sustentando a hipótese de que uma consonância ou dissonância necessita de um pano de fundo harmônico contextual a partir do qual as relações sonoras são estabelecidas;
Teoria da dissonância temporal	Helmholtz(1877)[53] propõe que uma dissonância acontece devido aos batimentos entre os harmônicos adjacentes de tons complexos;
Teoria da sincronia de condutibilidade dos neurônios	Boomsliter and Creel (1961)[54] propuseram a teoria de que a consonância surge quando a condutibilidade entre os neurônios do sistema auditivo estão sincronizados;
Teoria do comprimento de periodicidade	Irvine (1946) propôs que a consonância e a dissonância estão relacionadas ao comprimento da periodicidade do ciclo. Por exemplo, quando tons estão relacionados com razões de freqüências simples, o ciclo de repetição do sinal combinado é relativamente curto. Quando tons não estão relacionados com razões de freqüências simples, o ciclo de repetição do sinal combinado é longo;
Teoria da diferença entre tons	A dissonância que acontece quando tons produzem fortes diferenças audíveis;
Teoria da fusão tonal	Esta hipótese esta comumente associada com Stumpf (1890) embora haja precedentes históricos a ele. Argumenta que a "fusão tonal" é a base de toda a consonância. A hipótese da fusão tonal argumenta que as sonoridades mais consonantes são aquelas onde seus componentes tendem a soar como se fosse um tom. Plomp and Levelt(1965) apontam que Stumpf abandonou posteriormente esta hipótese por ter se demonstrado insatisfatória;
Teoria das dissonâncias tonotópicas	Plomp e Levelt retratam o trabalho próprio apoiado na idéia de Helmholtz de que a dissonância surge do batimento entre harmônicos. Especificamente, esta

---

[52] Galileo Galilei (1638). *Discorsi e dimostrazioni matematiche interno à due nuove scienze attenenti alla mecanica ed i movimenti locali*. Leiden: Elsevier. Trad. H. Crew and A. de Salvio (1963) *Dialogues concerning Two New Sciences*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

[53] HELMHOLTZ, H. von. (1877). *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. 1877, 6th ed., Braunschweig: Vieweg, 1913; trans. by A.J. Ellis as *On the sensations of tone as a physiological basis for the theory of music* (1885). Reprinted New York: Dover, 1954.

[54] BOOMSLITER, P., & CREEL, W. (1961). *The long pattern hypothesis in harmony and hearing*. Journal of Music Theory, Vol. 5, No. 2, pp. 2-30.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

OUTRAS TEORIAS	
	hipótese propõe que a dissonância é eliminada quando os componentes de um tom puro estiverem separados por uma distância 40% maior do que a faixa crítica. (Greenwood[55] [1961], Plomp & Levelt [1965], Kameoka & Kuriyagawa [1969a, 1969b][56]);
Teoria da dissonância por altura virtual	O componente da dissonância que surge de alturas (obscuras) competitivas virtuais (Terhardt, 1974a - 1974b)[57]
Teoria de Resolução de Dissonância	Dependendo do sinal, pode-se observar que os ouvintes podem exigir mais ou menos tempo para resolver a altura de um sinal. No caso de tons harmônicos, a resolução é relativamente rápida. Resnick (1981)[58] propôs que a dissonância surge quando o tempo consumido para resolver alturas de um sinal complexo é relativamente longo;
Dissonância por expectativa	O componente dissonante que surge devido a contrariar ou adiar a expectativa de um ouvinte (instruído). De acordo com esta visão, "mesmo um tom simples pode engendrar uma expectativa urgente de resolução que é a essência da dissonância" (Cazden,1980:157)[59]. Cazden argumenta que existem três níveis de expectativa relacionados à dissonância: ▪ Tom dissonante - onde um tom não-harmônico ou não-acórdico tem uma tendência a resolver dentro de um determinado modelo de acorde ou harmonia, ▪ Momento de Acorde Dissonante - onde um acorde pode ser dissonante na extensão que gera uma tendência de resolução em um outro acorde dentro de uma progressão harmônica, ▪ Dissonância de Centro Tonal - onde uma passagem pode reter um centro tonal relacionado com a dominante ou a tônica e a dissonância surge quando é resolvida quando a área da dominante tonal se move para a área da tônica original;
Dissonância por categorias de intervalos	O componente dissonante que surge quando duas alturas formam um intervalo que é categoricamente ambíguo para um ouvinte;

---

[55] GREENWOOD, D.D. (1961). *Auditory masking and the critical band*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 33, pp. 484-501.

[56] KAMEOKA, A. & KURIYAGAWA, M. (1969a). *Consonance theory, part I: Consonance of dyads*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 45, No. 6, pp. 1451-1459.

_____ (1969b). *Consonance theory, part II: Consonance of complex tones and its computation method*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 45, No. 6, pp. 1460-1469.

[57] TERHARDT, E. (1974a). *Pitch, consonance, and harmony*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 55, pp. 1061-1069.

_____(1974b). On the perception of period sound fluctuations (roughness). Acustica, Vol. 20, p. 215-224.

[58] RESNICK, L. (1981). *Psychophysical basis for consonant musical intervals*. American Journal of Physics, Vol. 49, pp. 579-580.

[59] CAZDEN, N. (1980). *The definition of consonance and dissonance*. International Review of the Aesthetics and Sociology of Music, Vol. 2, pp. 123-168.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

OUTRAS TEORIAS	
Dissonância de categorias de tons absolutos	O componente dissonante que surge quando uma altura é categoricamente ambígua para um ouvinte que possui ouvido absoluto;
Dissonância por condução incoerente	O componente dissonante que surge devido a condução melódica inadequada (Wright & Bregman, 1987)[60];
Dissonância relativa	O componente dissonante que surge de um contexto de sucessões de dissonâncias. Uma sonoridade poderia soar relativamente consonante quando é precedida por outras sonoridades com componentes maiores de dissonância;
Conjecturas Numéricas	Huron(1991)[61] propõe, através de uma série de estudos, um fator adicional que influencia diretamente a percepção da consonância (além do mencionado efeito da faixa crítica). Especificamente, Huron sugeriu que a consonância está positivamente relacionada às quantidades percebidas. Ou seja, quando o número de fontes sonoras aparentes é aumentado, a dissonância percebida globalmente é reduzida.

Tabela 2 - Teorias das consonâncias

Como já foi dito, todas essas teorias têm em comum a tentativa de explicação das relações entre sons (os intervalos). O ponto concordante entre todas elas, e que permite todas as especulações concernentes, mesmo que opostas, tem sua origem no *Diapasôn*. Este é o fator perceptivo determinante, a priori, da possibilidade de qualquer interação e interpretação dos sons musicais. O *Diapasôn* permite todo reconhecimento e sistematização dos sons a partir do princípio da identidade e diferença. Com esta abordagem do *Diapasôn,* a seguir, tornaremos explícito o fundamento de todas essas relações.

---

[60] WRIGHT, J. K. & BREGMAN, A. S. (1987*). Auditory stream segregation and the control of dissonance* in polyphonic music. Contemporary Music Review, Vol. 2, pp. 63-93.

[61] HURON, D. (1991). *Tonal consonance versus tonal fusion in polyphonic sonorities.* Music Perception, Vol. 9, No. 2, pp. 135-154.

unesp

2.3 - A percepção da identidade cíclica: o *diapasôn*

Se variarmos indefinidamente a altura de um tom musical e, dentro de um critério constante estabelecido, catalogamos os resultados obtidos em cada variação, notamos que a cada "n" mudanças ("n" depende do critério escolhido) os resultados tendem a se repetir ciclicamente. Esta idéia de repetição cíclica é observada pelo som resultante de algo que, apesar de diferente na sua altura catalogada, se mantém proporcional na sua relação auditiva e aritmética. Esta primeira e fundamental "identidade cíclica" (MCCLAIN, 1978:3)[62], denominada pelos gregos *diapasôn*, é um lócus - abstração ou espaço ideal - que inaugura a noção de intervalo no sentido *geométrico-espacial-imagético* onde o importante não é a altura absoluta do tom (seu ciclo) mas, uma relação proporcional num modelo estrutural onde os outros tons serão projetados, pela ascensão e descensão de tantas multiplicações ou divisões por dois quantas forem necessárias, sem a perda de identidade. Este limite *natural*[63] está numa relação de dobro ou metade e a freqüência sonora resultante é inversamente proporcional a esta relação. Por exemplo, se o marco inicial do limite for 4 o marco final será 8 formando uma razão de 4:8, a altura do som será de 8:4. É evidente que quaisquer números, pela simplificação aritmética, resultarão em 1:2 e 2:1.

Os gregos antigos formulavam este *princípio natural* como:

A metade do comprimento da corda é igual ao dobro da altura do som
(ou vice e versa).

---

[62] MCCLAIN, E. G. (1978) *The Pythagorean Plato: Prelude to the Song Itself*. New York: Nicolas Hays.

[63] Os antigos músicos também se referem ao diapasôn como genitor, mãe, fonte, origem, início, lócus (lugar geométrico), casa e matéria universal de todos os outros intervalos.

unesp

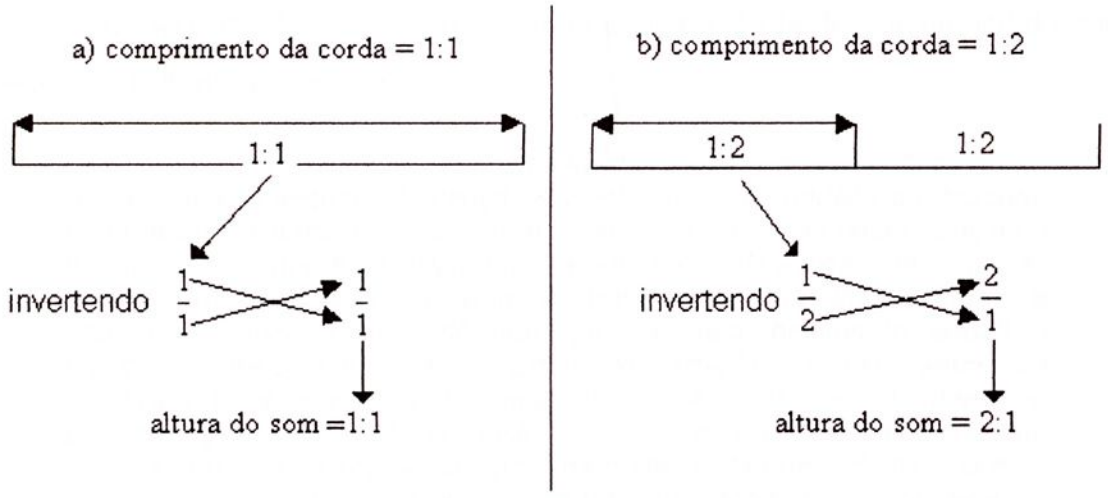


Figura 4 – O diapasôn

Essas primeiras especulações concernentes ao som no ocidente são creditadas aos gregos antigos através de Pitágoras no século VI a.C. Pitágoras através de experimentos com o monocórdio demonstrou este princípio. A partir de tal demonstração, estabeleceu as consonâncias musicais de oitava, quinta e quarta, correspondendo as razões formadas por diferentes comprimentos de uma corda: 1:2 (*diapasôn*), 2:3 (*diapente*) e 3:4 (*diatessaron*), respectivamente[64].

Este princípio acústico elementar pode ser, portanto, representado pela razão dupla, ou seja, 2:1. A progressão dos números dos intervalos se da geometricamente (multiplicação ou divisão) e não aritmeticamente (soma ou subtração). É importante notar que nesta formulação além desse componente aritmético (razão dupla), quantificando esta medida geométrico-espacial (comprimento da corda), é incorporado um outro componente com caráter eminentemente auditivo-perceptivo-musical, altura do som, qualificando seu resultado sonoro. Este conceito subjacente é uma chave imprescindível para que se entenda a referida formulação, ou seja, a nova altura resultante é como se fosse o mesmo som da altura inicial da corda, pois, ouvimos como uma homologia o que matematicamente é entendido como uma analogia, uma proporção. A simplicidade desta teoria explica por que se tornou "a primeira ciência física matematizada" (MCCLAIN, 1978:3).

---

[64] ABDOUNUR, O. J. (1999) *Matemática e Música: O Pensamento analógico na construção de significados*. São Paulo: Escrituras Editora, p.5. Isto caracteriza, segundo Abdounur, a primeira lei descoberta empiricamente, e tal experimento pitagórico é ainda a primeira experiência registrada na história da ciência, no sentido de isolar algum dispositivo para observar fenômenos de forma artificial.

O que acontece quando ouvimos o diapasôn pode ser entendido com a tradução da citação que segue:

> *Existe uma coincidência simultânea e imediata que ocorre em vários níveis do ser. Sem qualquer intervenção do pensamento, conceito ou imagem, reconhecemos a recorrência do tom inicial [...] é a mesma nota inicial, e no entanto é diferente; é o fechamento de um ciclo, uma espiral que nasce de uma semente para uma nova semente. Este reconhecimento instantâneo e atemporal (mais acurado do que qualquer reconhecimento visual) é universal entre os humanos. [...] Então experimentamos nesta percepção auditiva um entrelaçamento simultâneo do exterior com o interior e, podemos generalizar esta resposta para invocar a possibilidade de uma mistura entre os reinos da intuição e da matéria, da arte e da ciência e os do tempo e do espaço. Deve existir um outro momento como este no mundo criado mas, os pitagóricos não o conheciam e, nem mesmo nós o conhecemos. Este é o espírito essencial da percepção da harmonia e, para os pitagóricos era o único momento sobrenatural verdadeiro: uma experiência tangível da simultaneidade dos opostos. Era considerado como um momento mágico, um mistério autêntico e onipresente.* (LAWLOR, 1989:13)[65].

2.4 - O *diapasôn* ou a oitava

Os seguidores de Pitágoras, abandonando o empirismo inicial, estavam mais interessados nas características paradigmáticas e miméticas da música procurando entender como a música refletia seu poder na vida humana, entendendo o fenômeno musical em termos de relações numéricas puras. O paradigma que norteava esses pensadores era que as verdades mais elevadas da música deveriam ser encontradas em sua harmoniosa reflexão numérica, o que para eles constituía uma realidade superior. Portanto, não deduziam a ciência musical a partir do fenômeno musical, já que as imperfeições das coisas temporais as impediam de carregar a reflexão da realidade mais alta.

---

[65] LAWLOR, R. (1989) *Sacred Geometry*. London: Thames and Hudson Ltd.

There is an immediate, simultaneous coinciding of understanding which has occurred on several levels of being. Without any intervention of thought or concept or image, we immediately recognize the recurrence of the tone in the form of the octave. It is the same note, yet is different; it is the completion of a cycle, a spiral from seed to new seed. This timeless, instantaneous recognition (more accurate than any visual recognition) is universal among humans [...] Hence we experience in this auditory perception a simultaneous interwovenness of interior with exterior, and we can generalize this response to invoke the possibility of a merger of intuitional and material realms, the realms of art and science, of time and space. There may be another such moment in the created world, but the Pythagoreans did not know of it, nor do we. This is the essential spirit of the perception of harmony, and for the Pythagoreans it was the only true supernatural moment: a tangible experience of the simultaneity of opposites. It was considered to be true Magic, an omnipresent and authentic mystery".



O pitagorismo impregnou a ciência musical da Grécia antiga em obras como a *Divisão do Cânone*[66], a *Ciência da Harmonia* nos trabalhos de Platão[67], Aristóteles, Plutarco (tratado *De Música* atribuído ao pseudo Plutarco), Nicômaco de Gerasa, Theon de Smyrna, Ptolomeu e, posteriormente fundindo o pitagorismo com o neoplatonismo, obras de Porfírio, Aristides Quintiliano, Jâmblico e outros escritores.

Gioseffo Zarlino (1558) no livro III das *Instituitioni Harmoniche* - A Arte do Contraponto, descreve etimologicamente a palavra *diapasôn* do grego composta por δια - "através de" e de πασα - "universalidade", "tudo" ou "todos"; logo διαπασον tem o significado de "universalmente harmonioso" ou seja, "harmonia universal" (ZARLINO, 1558:26)[68]. O *diapasôn*, como um elemento binário, gera um lócus (espaço ideal) composto de números múltiplos geométricos[69] de 2 tanto pela divisão, por exemplo partindo de 1, 1:1, 1:2, 1:4, 1:8, 1:16, 1:32, ... ; quanto pela multiplicação (as inversões dos números da divisão), ou seja, 1:1, 2:1, 4:1, 8:1, 16:1, 32:1,...; o nome designado ao tom 1:1 será sempre o mesmo em todos os outros. Mcclain (1978:3) interpreta essas relações como um "ciclo de esterilidade", pois a relação inicial, como já foi afirmado, é sempre transposta proporcionalmente para qualquer outro número da seqüência, o que faz com que tons diferentes não sejam acrescentados. Esta imagem circular estrutural formada a partir deste princípio é de suma importância para o entendimento da formação das demais estruturas escalísticas que advirão deste princípio.

---

[66] BARBERA, A. (1991) *The Euclidean Division of the Canon*. Greek and Latin Sources. xii, 316 p.

ISBN: 0-8032-1220-8. A Divisão do Cânone é um antigo tratado pitagórico que trata do relacionamento entre verdades acústicas e matemáticas. Atribuído a Euclides, tem sido citado por todos os escritores antigos e chamado muito a atenção de musicólogos, matemáticos e historiadores da ciência.

[67] RIZEK, R. (1998) *Teoria da Harmonia em Platão*. Letras Clássicas. São Paulo: Universidade de São Paulo, Dpto. de Letras, n. 2, p.251-299.

[68] ZARLINO, G. (1558) *The Art of Counterpoint – parte III do Istitutioni Harmoniche*. New York: W.W.Norton & Company INC. Trad. (1968) PALISCA, C.V. e MARCO, G. A.

[69] O termo multiplicação geométrica de um número é definido no tratado de harmonia de Jean Philippe Rameau de 1722 traduzido por Philip Gosset, p.9. Um múltiplo geométrico de "x" é um número que pode ser representado por: "x" vezes 2^n. Estes múltiplos geométricos sempre representam oitavas da altura designada por "x".

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

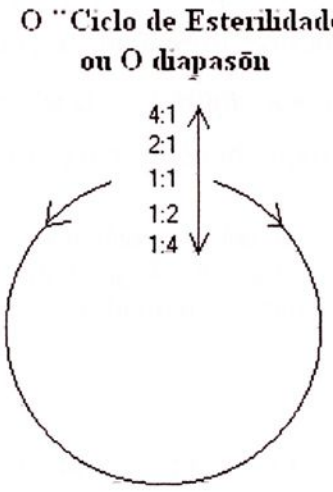


Figura 5 – Ciclo de Esterilidade

Alguns conceitos ligados à divisão do *diapasôn* foram os fatores preponderantes que traduziram os critérios na formação das escalas e nas afinações. O principal conceito, incorporado por Zarlino (1558), é o de "Número Sonoro" ou "Número Harmônico" onde a totalidade das proporções numéricas representam a totalidade das vibrações sonoras ordenadas gradualmente coincidindo com a qualidade perceptível dos sons relacionando-se mutuamente, ou seja, o seu grau de consonância ou dissonância[70], determinadas pela delimitação efetivada pela *Tetraktýs*[71], no caso dos gregos antigos, ou do *Senario*[72], no caso de

---

[70] O grau de consonância ou dissonância de uma relação pode ser visto numa primeira divisão como *unisones* ou *nonunisones*. Os *nonunisones* podem ser divididos em cinco categorias: *equisones*, *consones*, *emmeles*, *dissones* e *ecmeles*. Claudius Ptolemy, Harmonicorum libri iii, ii 14; ed. Ingemar Düring, Die Harmonielehre des Klaudios Ptolemaios in Göteborgs Högskolas Arsskrift, 36, N.º I (1930) ou Boethius nos capítulos 10 e 11 do livro V - *De Música*, seguindo o exemplo de Claudius Ptolomy (in ZARLINO, 1558:10).

[71] Esse termo significa, literalmente, em grego o agregado de quatro (tetra em grego = quatro). Número sagrado para os pitagóricos que é dado geralmente como o número dez (em potência). É a prefiguração da década (os dez primeiros números) presente na soma dos quatro primeiros números (1+2+3+4=10), incluindo a significação de cada um desses números na totalidade. Tomas Taylor (1991:197) ressalta as propriedades harmônicas da tetraktýs, recordando-nos que "os pitagóricos chamavam à tétrada harmonia, porque a razão quádrupla forma a sinfonia disdiapasôn". Após percorrer diversas outras qualidades, tais como: primeira profundidade, justiça, primeiro número par-par, primeiro número quadrado e totalidade qualitativa dos números, este último atributo unindo a tétrada e a dezena, Taylor enfatiza a inclusão de todas as razões harmônicas: "o 4:1 razão quádrupla, forma a sinfonia *disdiapasôn*; a razão 3:2, que é a *sesquialtera*, forma a sinfonia *diapente*; a 4:3, que é a *sesquitertia*, a sinfonia *diatessaron*; e a 2:1, que é dupla, forma a *diapasôn*". TAYLOR, T. (1991) *Aritmética Teórica dos Pitagóricos.* Barcelona: Editorial Humanitas.

[72] Sistema relacionado ao fato de o número 6 ter a virtude de ser o primeiro número perfeito, ou seja, é igual a soma de seus divisores próprios, como, por exemplo, 6, 28 e 496. A divisão de uma corda em 2, 3, 4, 5 e 6 partes produz todas as consonâncias nas suas formas mais puras (ZARLINO trad. PALISCA, *A arte do contraponto*).

Zarlino, nas categorias das proporções numéricas (GAFURIUS, 1496:169)[73]. O conceito de "Número Harmônico" (Número Sonoro) é o que permite a música (harmonia) compor conjuntamente com a aritmética, a geometria e, do ponto de vista da "Harmonia Universal", a astronomia, o Quadrivium.

> *Desde que o* diapasôn *seja dividido diatonicamente de acordo com a natureza do número sonoro [grifo nosso], os músicos dizem que é composto de 8 sons e por isso também o nomeiam de 'oitava'.* (ZARLINO, 1558:27)[74].

A quebra desta esterilidade exige uma relação não mais de cissiparidade, ou seja, proporcional à razão dupla, mas diferente o suficiente para gerar novas relações e, portanto, novos tons. É necessário que este espaço seja preenchido com razões menores que resultam em tons intermediários e, o princípio do *diapasôn*, faz com que mantenham a mesma estrutura tonal e de relações (intervalos) quando multiplicadas ou divididas por dois.

> *Toda a consonância e todo o intervalo mesmo que menor do que o* diapasôn *não resulta da combinação de várias proporções mas, da divisão da razão dupla que forma o* diapasôn. (ZARLINO, 1558:27)[75].

Levarie e Levy (1981)[76] enumeram duas formas de preenchimento do *diapasôn*. O primeiro é dividi-lo por um número arbitrário de passos (sistema melódico) e o segundo selecionar algumas razões harmônicas que correspondam a novos tons através da superposição (sistema harmônico).

> *O mesmo processo pelo qual a oitava foi talhada da imensidão pode ser logicamente continuado, resultando em passos finitos dentro da micro-infinidade da oitava. O resultado será uma escala.* (LEVARIE e LEVY, 1981:212)[77].

---

[73] Os cinco gêneros ou classes das proporções aritméticas são: múltiplos, epimória ou superparticular, superpartiens, múltiplos superparticulares e múltiplos superpartiens. GAFURIUS, F. (1496) *Practica Musicae.* London: University of Wisconsis Press. Trad. YOUNG, I. 1964.

[74] "Since the diapason is so divisible, musicians say that is composed of eight sounds, arranged diatonically in accord with nature of the sonorous number, and so they name it also 'octave'".

[75] "Every consonance and every interval however small that is smaller than diapason results not from the combination of several proportions but from the division of the duple, which forms the diapason".

[76] LEVARIE, S. e LEVY, E. (1981) *Tone: A Study in Musical Acoustics*. Connectcut: Greenwood Press.

[77] "The same process by which the octave [*diapasôn*] has been carved from infinity can be logically continued, eventuating in finite steps within the micro-infinity of the octave. The result will be a scale".

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

O elemento ternário é então o próximo e necessário elemento para acrescentar esta diferença exigida. O aspecto sonoro de tal elemento é denominado de *diapente*.

2.5 - O diapente

Assim como o *diapasôn* acontece na relação de dobro ou metade, o *diapente* nasce da relação de triplo ou 1/3 (um terço). Isto quer dizer que quando dividimos uma corda em três partes iguais obtemos o triplo da altura inicial da corda. O tom obtido é diferente dos tons obtidos no círculo de esterilidade, mas, ainda mantém uma relação auditiva de similitude.

Zarlino explica a palavra *diapente* da seguinte forma: δια - "através de" e πεντε - "cinco" logo διαπεντε significa "através do cinco" ou seja, uma "consonância que é produto de cinco notas" (ZARLINO, 1558:29). Pode-se notar que, logicamente, a palavra *diapente* ou quinta é posterior ao significado da divisão ternária da corda, ou seja, na sucessão do nosso raciocínio da divisão do *diapasôn* o número envolvido é o 3 (três) e o intervalo resultante de uma quinta ou *diapente,* revela uma relação ainda não explicitada.

Na divisão da corda em três partes iguais obtemos as seguintes possibilidades aritméticas e acústicas:

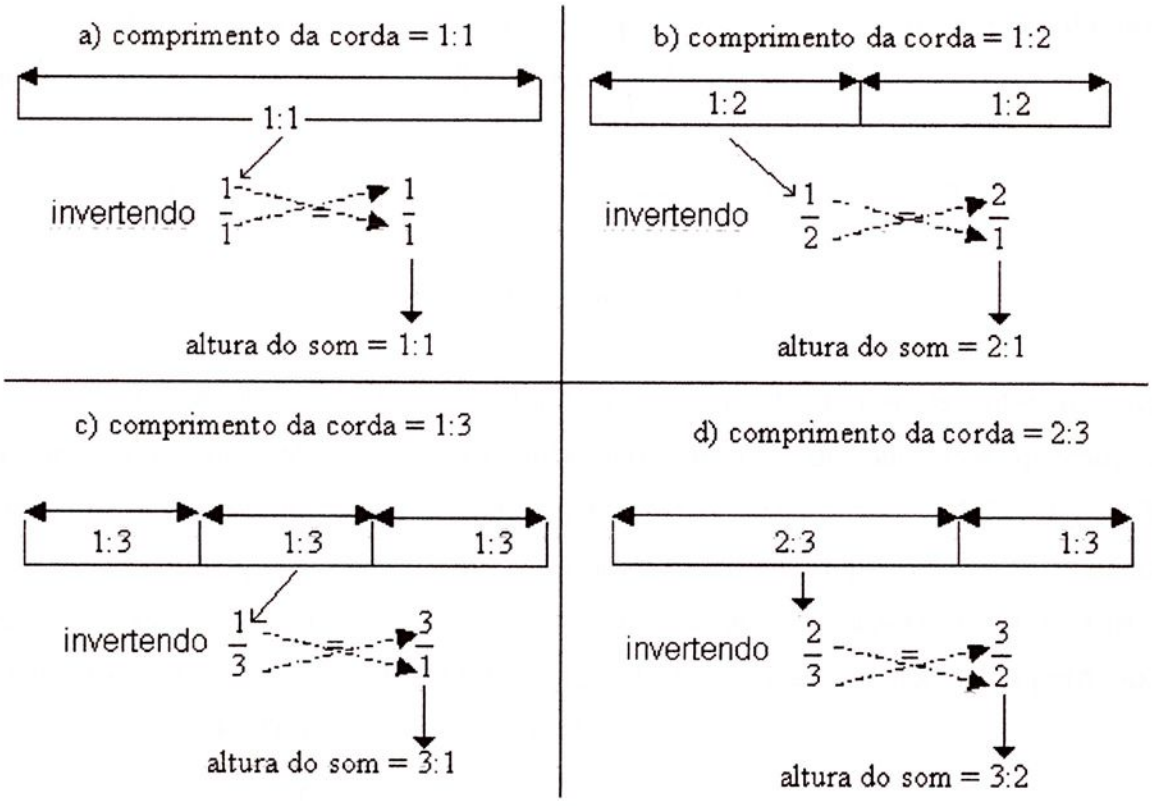


Figura 6 – O Diapente

Na planificação conjunta com *diapasôn* apresentam-se os seguintes elementos:

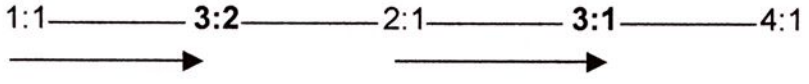


Figura 7 – Elementos da divisão

Os novos elementos acrescentados ao *diapasôn*: 3:2 e 3:1 também podem ser atingidos através da **Média Aritmética**[78] entre 1:1 e 2:1 ou seja, (1:1 + 2:1)/2 = 3:2 e 2:1 e 4:1 ou seja, (2:1 + 4:1)/2 = 3:1.

[78] O quociente da soma de "n" valores por "n".

Nessa planificação nota-se implicitamente a presença de novos intervalos dispostos entre os números 3:2 e 2:1 e/ou 3:1 e 4:1.

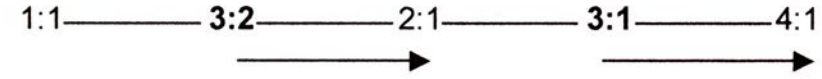


Figura 8 – Novos intervalos

Aplicando o que foi conceituado anteriormente, podemos obter as novas proporções quantificando os novos intervalos através da diferença geométrico-espacial entre os números (do número maior para o número menor) 3:2 e 2:1 ou 3:1 e 4:1. Nesta operação apresenta-se uma norma matemática que evidencia o aspecto musical, pois, como sabemos, para se dividir frações multiplica-se a primeira (a de maior grandeza) pelo inverso da segunda. Este inverso contido na operação é exatamente a inversão do segundo intervalo musical.

Aplicando a operação obtemos:

a) 3:2 e 2:1 → 2:1 vezes 2:3 = **4:3**

b) 3:1 e 4:1 → 4:1 vezes 1:3 = **4:3**

Figura 9 – O *diatessaron*

Os novos intervalos obtidos de 4:3 são denominados pelos antigos de *diatessaron* que contém δια - "através de" e τεσσαρα - "quatro" portanto διατεσσαρον significa "através do quatro", "consonância de quatro passos ou sons" (ZARLINO, 1558:31).

Nosso esquema gráfico apresenta-se, até o momento, da seguinte maneira:

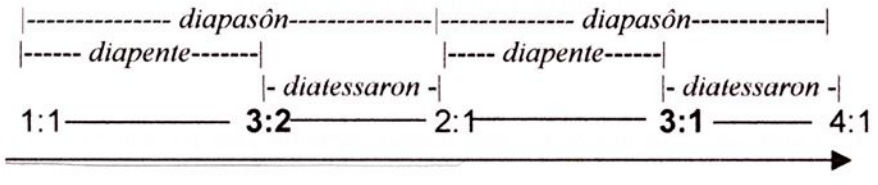


Figura 10 – Diapasôn, Diapente e Diatessaron

Note que, até agora, nosso sentido direcional foi o da esquerda para a direita, como a seta inferior da figura está indicando. Invertendo o sentido direcional podemos, através dos mesmos cálculos, obter posições análogas às do esquema anterior:

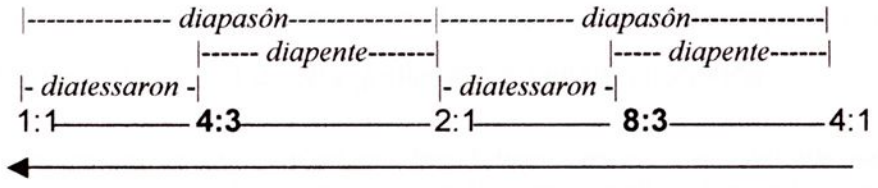


Figura 11 – Inversão de direção

A formulação desta inversão de direção é conhecida pela matemática como Média Harmônica[79]. A origem comum da divisão da corda, da Média Aritmética e da Média Harmônica, explicita a ligação da matemática com a música gerando a base especulativa para grande parte da ciência ligada aos antigos e, ainda, qualificando a música como microcosmo[80].

Esta base especulativa, chamada por Aristóteles de "corpo da harmonia[81]", pode ser esquematizada da seguinte forma:

Corpo da Harmonia

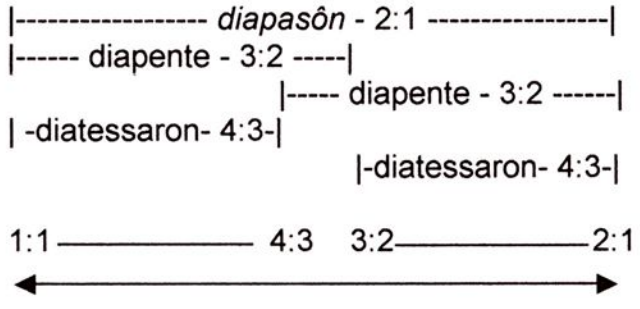


Figura 12 – Corpo da Harmonia

---

[79] A Média Harmônica (conhecida também como *subcontrária*) de dois números consiste no inverso da média aritmética dos inversos desses números.

[80] Resumo do universo.

[81] M. D. - P, Enciclopédia Salvat de la Música, 1967, v.1, p.252.

O diapente é o ingrediente básico para a geração de todos os outros tons que são inseridos no *diapasôn* através da multiplicação do fator de um determinado tom por 3:2 e sua divisão por 2 tantas vezes quantas forem necessárias para que a proporção obtida esteja inserida entre 1:1 e 2:1.

Codazzi e Andreoli (1908) afirmam que esta noção estrutural rudimentar é a chave que possibilita o entendimento de diversas escalas musicais de diversos povos, como, por exemplo, a escala gaulesa e a escala pitagórica.

> *A primeira serve as melodias dos bardos escoceses, irlandeses e, provavelmente, também as dos povos de outros continentes da família dos celtas; e a segunda foi a base da música dos antigos gregos que, por transformações graduais feitas a partir de tentativas empíricas dos artistas e das pesquisas sistemáticas dos teóricos, deu origem a escala harmônica e a escala temperada, agora em vigor junto a todos os povos ocidentais.* (CODAZZI & ANDREOLI, 1908:xiii)[82].

As primeiras escalas existentes, utilizadas ainda nos dias de hoje, foram construídas a partir do *diapente,* ou seja, da divisão ternária da corda, e sistematizadas através do "corpo da harmonia" baseado no *diapasôn*.

---

[82] "La prima servi alle melodie dei bardi scozzesi, irlandesi e probabilmente anche a quelle cantate sul continente da altri popoli della famiglia celtica; e la seconda fu la base della musica degli antichi greci, e, per graduali transformazioni, operate a poco a poco mercè i tentativi empirici degli artisti e le ricerche sistematiche dei teorici, diede origine alla scala armonica e alla scala temperata, ora in vigore presso tutti i popoli civili".

unesp

2.6 – A ordenação da sucessividade dos tons: as escalas

A partir da noção de *diapasôn* e do *diapente*, os pitagóricos projetaram todas as notas dentro de uma mesma oitava construindo dessa forma uma gama conhecida como escala por quintas ou escala pitagórica.

> *A partir desta hipótese, o problema do estabelecimento de uma escala reduzia-se a dividir a oitava em sons que determinassem o alfabeto através do qual a linguagem musical pudesse se expressar, tornando-se portanto natural a partir de uma nota – determinante da oitava-universo [diapasôn] juntamente com sua oitava superior – caminhar em intervalos de quintas ascendentes e descendentes, retornando à nota equivalente – acrescida ou diminuída de um número inteiro de oitavas – sempre que escapasse da oitava-universo [diapasôn]. (ABDOUNUR, 1999:8-9).*

A escala já conhecida pelos gregos (escala pentatônica) foi construída a partir de uma série de cinco quintas.

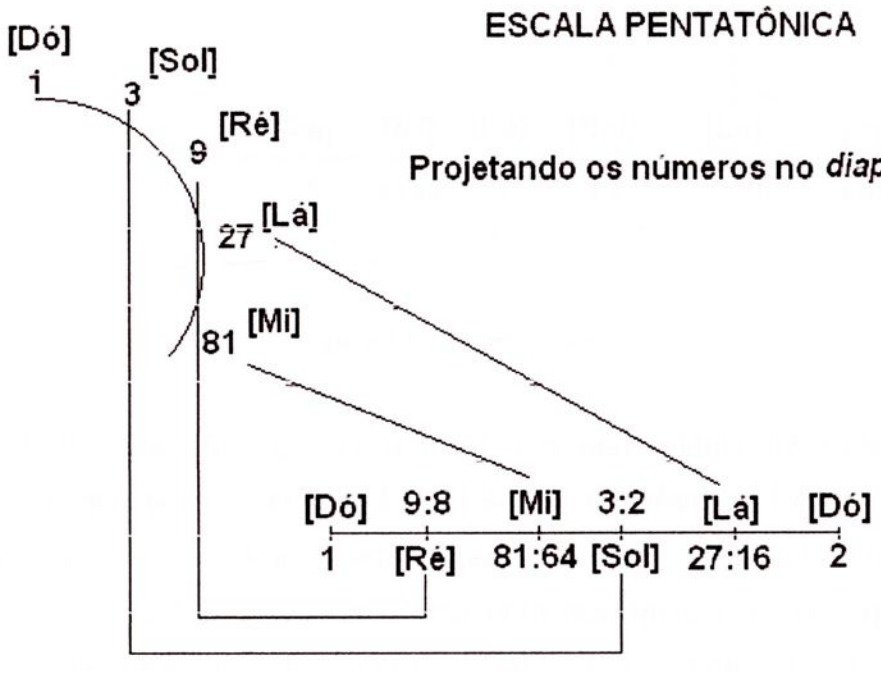


Figura 13 – Escala Pentatônica

Note que como já havíamos comentado anteriormente, no nosso exemplo (Figura 13) os números foram projetados na oitava (diapasôn) dividindo cada um deles por 2, quando necessário (e quantas vezes forem necessárias), até que o

resultado estivesse contido no intervalo entre 1 e 2. Por exemplo, o número 27 (3^3) foi dividido por dois (princípio do diapasôn) quatro vezes até atingir 27:16 (27:2, 27:4, 27:8, 27:16).

A partir da escala pentatônica duas novas quintas foram inseridas. Uma delas antes da primeira nota da escala pentatônica (no nosso exemplo Dó) e a outra depois da última quinta (no nosso exemplo a nota Mi) da escala pentatônica.

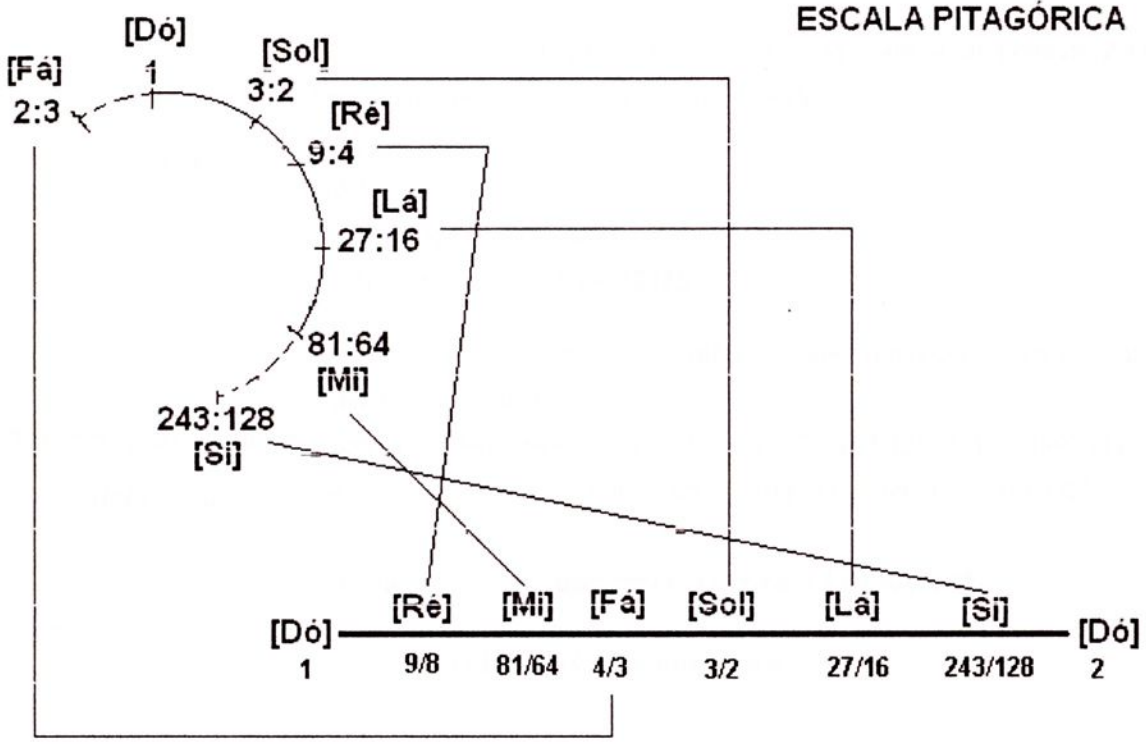


Figura 14 – Escala Pitagórica

Esta escala foi referência por toda a idade média até o século XVI. Note que nesta escala os intervalos Dó-Mi (81:64) [Terça-Maior] e Dó-Lá (27:16) [Sexta-Maior] são dissonâncias. Além disso, na tentativa de continuidade do raciocínio até o fechamento do círculo sugerido, a última nota resultante não será igual a primeira nota de partida. Este intervalo ficou conhecido como "coma pitagórica" e pode ser demonstrado em algumas situações específicas da escala pitagórica.

Coma Pitagórica	
Círculo completo	12 quintas $(3:2)^{12}$ deveriam equivaler a 7 oitavas $(2:1)^{7}$, porém os resultados correspondentes são: $(3:2)^{12} = 129,7463379$ $(2:1)^{7} = 128$ a diferença entre os dois: 129,7463379 : 128 = **1,013643265.** Este número é o valor da "coma pitagórica"
Mesma Oitava	Três terças pitagóricas (81:64) deveriam equivaler a uma oitava (2:1), porém os resultados correspondentes são: $(81:64)^{3} = 2,02728653$ (2:1) = 2 a diferença entre os dois: 2,02728653 : 2 = **1,013643265.**
Semitons cromáticos e diatônicos	A diferença entre o semitom diatônico (Limma) pitagórico é menor que semitom cromático (apótema): Limma = diferença entre o Dó (2:1) e o Si (243:128) = 1,053497942. Apótema = diferença entre o tom (9:8) e a Limma (1,053497942) = 1,067871094. O intervalo entre o apótema e a Limma = **1,013643265**.

Quadro 7 – Coma pitagórica

Um importante dissidente dessa instância numérica pitagórica foi Aristoxeno (320 a.C.), que argumentou que a música não poderia ser compreendida somente por suas relações numéricas. O fenômeno musical, sendo perceptivo e cognitivo na natureza, deveria ser estudado como uma ciência experimental. Em seu tratado L'Armonica escreveu:

> *Mas é claro que a compreensão de uma melodia consiste no seguir, com o ouvido e com o intelecto, a sucessão (das notas) segundo cada distinção, porque tanto a melodia quanto outras partes da música são constituídas de uma produção sucessiva. De fato a compreensão musical depende dessas duas faculdades: percepção sensível e memória, pois devemos perceber o (som) presente e recordar o passado. De nenhuma outra forma se pode compreender os fenômenos musicais.* (ARISTOXENO)[83].

[83] "Ma è chiaro che la comprensione di una melodia consiste nel seguire, con l'orecchio e con l'intelletto, il succedersi (delle note) secondo ogni distinzione, perché in una produzione successiva consiste la melodia, come

Aristoxeno não foi compreendido por seus contemporâneos, nem pelos teóricos da Idade Média e Renascença. O pensamento numérico pitagórico foi o paradigma que permeou essas épocas a ponto de incluir a música no programa de estudos científicos da mais refinada educação, o quadrivium, e seus estudos relacionados com a astronomia, geometria, aritmética e a música.

A partir de meados do século XV, necessidades harmônicas advindas do uso de mais vozes no contraponto fizeram com que terças e sextas fossem utilizadas na prática musical. Isso forçou a criação de novos conceitos teóricos com vistas ao controle dessas novas possibilidades. Essas novas perspectivas foram sendo elaboradas até culminarem na obra de Zarlino - Institutioni Harmoniche (1558).

> *Até essa altura só as consonâncias perfeitas, que no sistema pitagórico tinham uma afinação muito pura, eram autorizadas no último tempo de uma cadência. Um sistema de afinação concebido por Ptolomeu e revelado por Gaffurio, que permitia obter consonâncias puras, tanto imperfeitas como perfeitas – a afinação sintônica diatônica, uma espécie de escala de sons puros -, foi defendido como sendo a solução ideal por muitos teóricos, entre os quais os mais notáveis foram Ludovico Fogliano, em 1529, e Zarlino, em 1558. (GROUT & PALISCA, 1998:187)*[84].

Esta nova escala ficou conhecida como: sintônica diatônica, escala natural, escala didímica, escala de entoação justa, escala ptolomaica, escala de Zarlino. Todos estes nomes se referem a uma mesma escala construída a partir da divisão da corda em partes iguais e não mais através de uma sucessão de quintas.

---

tutte le altre parti della musica. Infatti la comprensione musicale dipende da queste due facoltà: percezione sensibile e memoria, perchè si deve percepire (il suono) presente e ricordare il passato. In nessun altro modo si possono comprendere i fenomeni musicali".

[84] GROUT, D. J & PALISCA, C.V. (1998) *História da Música Ocidental*. Lisboa: gradiva publicações Ltda. Trad. FARIA, A. L.

unesp

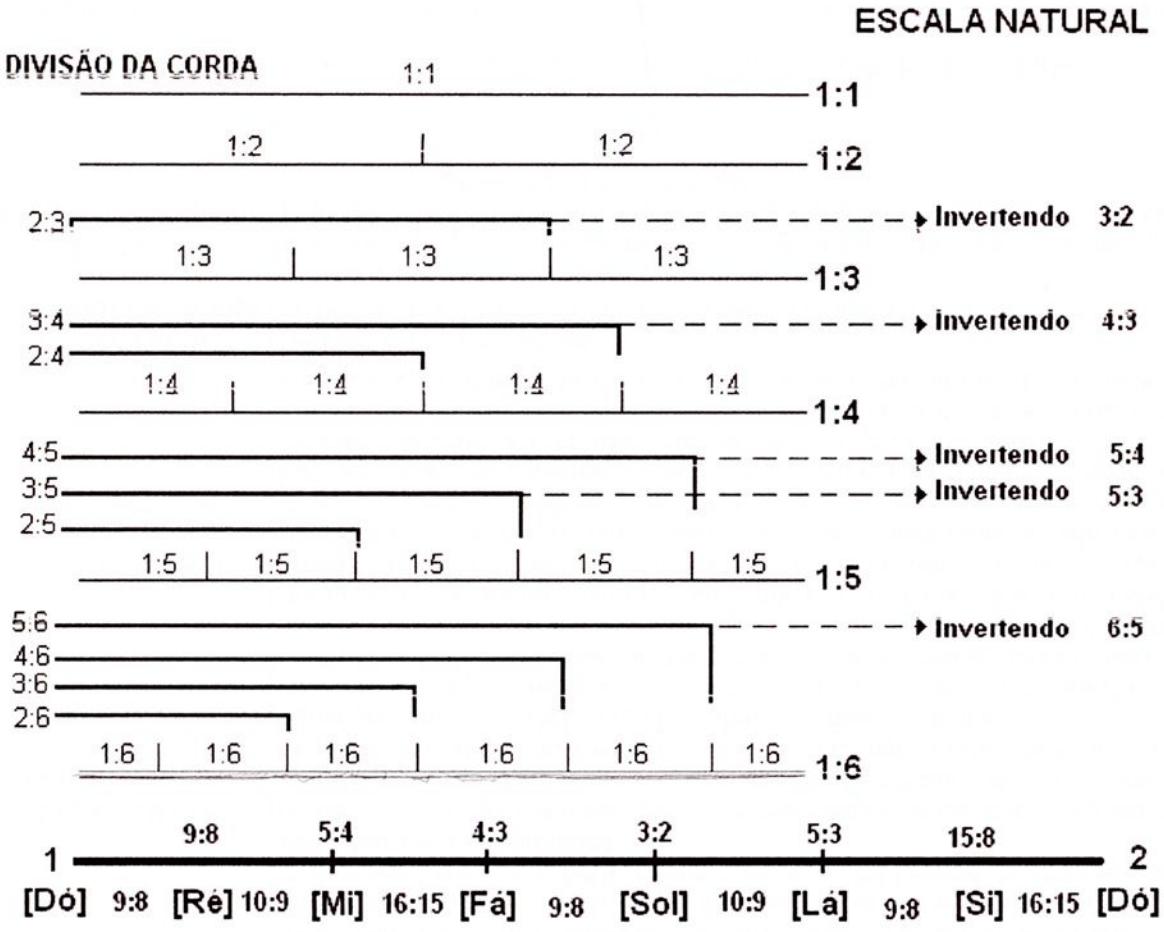


Figura 15 – Escala Natural

O suporte numérico-harmônico para esta escala foi defendido arduamente por Zarlino no *Senario*. Dentre os muitos argumentos defendidos por Zarlino pode-se destacar o que, apoiado nas médias harmônica e aritmética, dava a terça-maior um grau superior ao da terça-menor, pois essas dividiam a oitava mais naturalmente.

Esta escala contém todas as consonâncias perfeitas ou imperfeitas "puras" e é advogada por muitos músicos como o ideal de afinação harmônico-melódica inclusive nos dias atuais. O problema na sua utilização se apresenta quando da inserção de notas cromáticas, ou seja, ela funciona perfeitamente bem em uma realidade diatônica (heptafônica) e não cromática (dodecafônica - causa material em sentido aristotélico).

Na "explosão" do quadrivium comentada por Palisca muitos personagens da revolução científica pesquisaram e escreveram extensivamente sobre a forma de como o som é percebido. Foram descobertos os fenômenos do batimento, da série

harmônica e as ressonâncias simpáticas foram exploradas. Temas como afinação e temperamento, consonância e dissonância, foram exaustivamente discutidos.

SÉCULOS XVI e XVII	
Ludovico Fogliani (1470-1539)	Forneceu os subsídios para que Gioseffo Zarlino (1517-1590) organizasse em sua obra Insituzioni Armoniche (1558) a base da educação científico-cultural em toda a Europa durante dois séculos.
Giovanni Benedetti (1530-1590)	O primeiro a relacionar as sensações de altura e consonância com as freqüências das vibrações.
Vicenzo Galilei (1520 – 1591)	Pai de Galileu Galilei demonstrou através de experimentos que embora os intervalos consonantes estivessem relacionados com razões numéricas simples para tubos e cordas, isto não era verdade, por exemplo, para os pesos relativos aos martelos nem para os volumes relativos dos tubos. Ele também demonstrou que, se mantivermos o comprimento de uma corda constante, variando seus outros parâmetros, tais como material, espessura e tensão, a altura do som é modificada. A partir destas afirmações criticou duramente o enfoque numérico na música, concluindo que a percepção musical deveria ser considerada uma ciência empírica. Antecipando a mesma linha de muitos psicólogos atuais, afirmava que a disputa sobre os sistemas de afinação era inútil desde que as pequenas diferenças na afinação, o assunto subjacente principal, não eram detectáveis.
Galileu Galilei (1564-1642)	Não era favorável a uma ênfase numérico-matemática argumentando que a consonância era percebida quando ocorria um padrão de batimentos no tímpano do ouvido, e a dissonância era percebida quando estes padrões dos batimentos eram irregulares.
Marin Mersenne (1588-1648)	O que mais contribuiu para o estudo empírico da musica. O seu Harmonie Universelle (1636-7) é um marco na história. A ele são creditadas várias descobertas notáveis. Inventou um engenhoso método experimental pelo qual demonstrou que a freqüência da vibração de uma corda varia inversamente ao seu comprimento. Desta forma, foi capaz de relacionar a sensação de altura à freqüência das vibrações explicando o relacionamento inverso entre altura e comprimento da corda conhecido desde o tempo de Pitágoras. Também usando este método, foi capaz de estimar a freqüência de vibrações que correspondiam a uma nota em particular. Também notou e investigou o fenômeno dos batimentos – a oscilação que ocorre quando dois tons, soando conjuntamente, estão com freqüências muito próximas. Descobriu que os tons complexos de instrumentos musicais são compostos de um som fundamental conjuntamente com um número de harmônicos, e foi mesmo capaz de identificar pelo ouvido os cinco primeiros componentes desta série de harmônicos. Antecipou os trabalhos posteriores com relação ao timbre pela hipótese, hoje confirmada, de que os sons produzidos por diferentes instrumentos poderiam ser caracterizados pela mistura dos harmônicos que eles contém. O local das interações que origina a percepção de consonâncias e dissonâncias está situado ao longo do caminho audível físico.
René Descartes (1596-1650)	Chegou ao que é essencialmente o pensamento de hoje ao distinguir as consonâncias sensórias por um lado e as consonâncias musicais por outro, classificando as primeiras como um fenômeno de "nível baixo" (física) e as segundas como um fenômeno de "alto nível" (estética).
Johannes Kepler (1571-1630)	Discutia que fatores de "alto-nível" (não físicos) eram os responsáveis pela percepção sensória de consonâncias.

Tabela 3 – Alguns teóricos dos séculos XVI e XVII



> *A partir do século XVI os cálculos que precisavam ser feitos, devido principalmente a expansão comercial e ao aperfeiçoamento das técnicas de navegação, eram de tal magnitude que surgiu a necessidade de encontrar algoritmos menos laboriosos que os utilizados até então (algoritmos da multiplicação, da divisão, etc.). O descobrimento dos logaritmos não se produziu isoladamente, por um único processo. Dois caminhos conduziram à sua descoberta: os cálculos trigonométricos para as investigações astronômicas aplicáveis à navegação e o cálculo das riquezas acumuladas no que se refere as regras de interesse composto. Ambos caminhos inspiraram respectivamente John Napier e Jobst Bürgi no descobrimento dos logaritmos.* (MORALES, 2000)[85].

Com o desenvolvimento da escrita musical e as descobertas cientificas do século XVII, vislumbrava-se a possibilidade de resolução dos problemas que ocorriam na utilização do cromatismo na escala natural e pitagórica.

> *As gamas de Pitágoras e Zarlino possibilitavam a construção de escalas ligeiramente assimétricas incapazes, na ocasião, de responder inteiramente às necessidades do final do Renascimento e início do Barroco. (ABDOUNUR, 1999:84).*

Era necessária uma gama que permitisse o desenvolvimento e a ampliação no uso de modulações a diferentes "tonalidades", já que o uso das escalas anteriores restringia as possibilidades tanto de compositores, quanto de instrumentistas. As primeiras tentativas feitas nesse sentido tentaram levar em consideração os conceitos de consonâncias puras da escala natural como, por exemplo, montar uma escala a partir da terça-maior 5:4 (temperamento mesotônico) conectados, pela primeira vez, em uma realidade "dodecafônica[86]". O problema consistia em encontrar um número que multiplicado por ele mesmo resultasse em 5:4 (a média geométrica entre 1 e 5:4) e assumir esse coeficiente como tom inteiro da escala. A escala montada a partir de tal fator parte do pressuposto que o sistema dodecafônico tem duas gamas hexafônicas. Cada uma das gamas não tem quintas

---

[85] MORALES, A. et al (2000) *Historia : Logaritmos.* Axioma en línea. <http: //www.nalejandria.com/axioma/logaritmos/historia.htm>

"A partir del siglo XVI los cálculos que se precisaban hacer, debido principalmente a la expansión comercial y al perfeccionamiento de las técnicas de navegación, eran de tal magnitud que surgía la necesidad de encontrar algoritmos menos laboriosos que los utilizados hasta entonces (algoritmos de la multiplicación, de la división, etc.). El descubrimiento de los logaritmos no se produjo aisladamente, por un único proceso. Dos caminos condujeron a su hallazgo: los cálculos trigonométricos para las investigaciones astronómicas aplicables a la navegación, y el cálculo de las riquezas acumuladas en lo que se refiere a las reglas de interés compuesto. Ambos caminos inspiraron respectivamente a John Napier y a Jobst Bürgi en el descubrimiento de los logaritmos".

[86] Esta palavra é utilizada aqui com o sentido dos doze sons presentes na oitava e não no sentido de serialismo dodecafônico.

justas e não se comunica com a outra pelo intervalo de segunda maior e, portanto, a segunda gama poderia ser construída a partir de uma relação de quinta justa de qualquer nota da primeira gama. Com esse raciocínio, parecia possível a construção de tal temperamento que realizaria todas as variáveis matemáticas e auditivas presentes no processo.

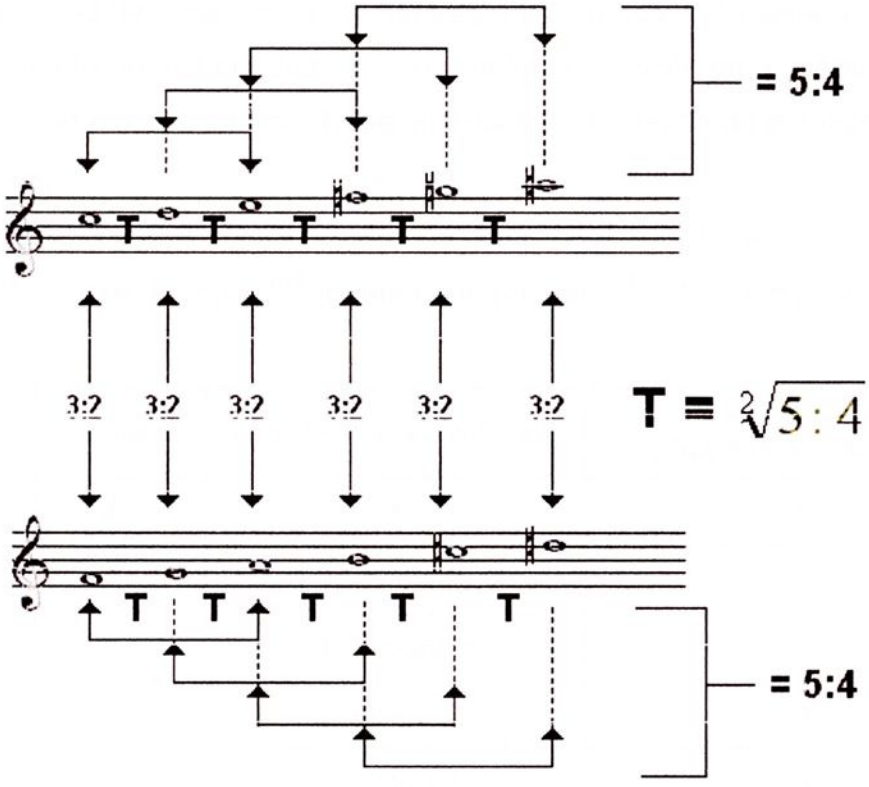


Figura 16 – Temperamento mesotônico

Os problemas encontrados na tentativa de viabilizar essa afinação tornaram evidente a impossibilidade de realização deste tipo de escala, pois comprovaram a incompatibilidade entre as consonâncias "puras" a partir da visão dodecafônica.

> *O objeto do temperamento (literalmente 'afinação') é tornar possível a expressão de um número indefinido de intervalos por meio de um número limitado de tons sem afligir demais o ouvido pelas imperfeições das consonâncias [geradas].* (ELLIS in HELMHOLTZ, 1885:431)[87].

---

[87] *The object of temperament (literally 'tuning'), is to render possible the expression of an indefinite number of intervals by means of a limited number of tones without distressing the ear too much by the imperfections of the consonances.*

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

A solução encontrada foi adotar uma escala com doze semitons igualmente distribuídos pela oitava. Nessa escala as relações entre todas as combinações possíveis entre dois ou mais intervalos se manteria com a mesma proporção em todos as tonalidades possíveis. Além disso, as notas enarmônicas passariam a ter a mesma freqüência, isto significa que, em termos de instrumentos de teclado, ao invés de duas teclas diferentes para as notas, uma seria o suficiente.

Do ponto de vista matemático, o problema consiste em encontrar um fator K que multiplicado por ele mesmo 12 vezes resulte na relação do *diapasôn* (2:1), ou seja: (X = vezes)

$$1 \times K \times K \times K \times K \times K \times K \times K \times K \times K \times K \times K = 2$$

$$K^{12} = 2;\ K = \sqrt[12]{2} \text{ ou } 2^{1/12} \text{ (números irracionais)}^{88} = 1{,}0594630943...$$

Nome da Nota	Coeficiente	Valor decimal do coeficiente	Número de semitons (Expoente do coeficiente)
Dó	$(\sqrt[12]{2})^0$	1	0
Dó#-Réb	$(\sqrt[12]{2})^1$	1,059463094	1
Ré	$(\sqrt[12]{2})^2$	1,122462048	2
Ré#-Mib	$(\sqrt[12]{2})^3$	1,189207115	3
Mi	$(\sqrt[12]{2})^4$	1,25992105	4
Fá	$(\sqrt[12]{2})^5$	1,334839854	5
Fá#-Solb	$(\sqrt[12]{2})^6$	1,414213562	6
Sol	$(\sqrt[12]{2})^7$	1,498307077	7
Sol#-Láb	$(\sqrt[12]{2})^8$	1,587401052	8
Lá	$(\sqrt[12]{2})^9$	1,681792831	9
Lá#-Sib	$(\sqrt[12]{2})^{10}$	1,781797436	10
Si	$(\sqrt[12]{2})^{11}$	1,887748625	11
Dó	$(\sqrt[12]{2})^{12}$	2	12

Figura 17 – O Temperamento

[88] A resolução desses números irracionais depende inteiramente da compreensão e utilização dos logaritmos.

A partir da constatação da incompatibilidade entre as oitavas, quintas, quartas, terças e sextas nos sistemas de afinação pitagórico e natural (suas razões aritméticas são incompatíveis) e da necessidade de um sistema lógico-matemático que permitisse a comparação racional entre notas, intervalos, freqüências, etc., Alexander J. Ellis (1814-1890), o tradutor de Hermann Helmholtz, formulou um sistema numérico conhecido como "Sistema de Ellis" ou "Escala de *Cents*". Esse sistema, adotado pela acústica musical e utilizado atualmente na maioria dos sintetizadores e nas placas MIDI dos computadores, foi exposto por Ellis na seção C, do apêndice XX da tradução de "*On the Sensations of Tone*" de Hermann Helmholtz[89] (1885:446-57), onde explica vários cálculos para obtenção de *cents* a partir de qualquer coeficiente ou intervalo.

O *Cent* (¢), em princípio, é uma divisão do semitom temperado em 100 partes iguais. Dividir um semitom temperado em 100 partes iguais é o mesmo que dividir a oitava em 1200 partes (desde que a oitava seja dividida em 12 semitons => 12 X 100 = 1200). Um cent pode então ser calculado como a raiz 100ª da raiz 12ª do *diapasôn* 2:1 ($\sqrt[100]{\sqrt[12]{2}}$); ou como a raiz 1200ª de 2:1 ($\sqrt[1200]{2}$), ou ainda como $2^{(1/1200)}$. Qualquer dessas operações resulta 1,0005777895, o valor do "*cent* temperado".

Podemos seguir o raciocínio de Ellis através dos seguintes passos:

Proposta de Ellis	Números Irracionais	Coeficientes
Semitom Temperado	$\sqrt[12]{2}$	= 1,0594630943
Divisão do semitom temperado em 100 partes iguais	$\sqrt[100]{\sqrt[12]{2}}$ ou $\sqrt[100]{1{,}0594630943}$	= 1,0005777895
O mesmo que o *diapasôn* dividido em 1200 partes iguais (Temperamento de 1200 partes)	$\sqrt[1200]{2}$	= 1,0005777895

Figura 18 – O sistema de Ellis

[89] HELMHOLTZ, H. (1885) *On the Sensations of Tone*. New York: Dover Publications, p.446-451. Tradução de: The Sensations of tone as physiological foundation for the theory of music, Verlag von Fr. Vieweg u. Sohn, Braunschweig, 1863.

unesp

Utilizando o coeficiente 1,000577790 podemos construir uma tabela representando a escala de Ellis partindo de $(1,000577790)^0$ = primeiro coeficiente, passando por $(1,000577790)^n$ = coeficiente n (no nosso caso: n>=0 e n<=100), até $(1,000577790)^{100}$.

A escala gerada é a seguinte:

¢	COEFICIENTE	¢	COEFICIENTE	¢	COEFICIENTE	¢	COEFICIENTE
0	1,0000000000	28	1,0163049322	56	1,0328757151	84	1,0497166836
1	1,0005777895	29	1,0168921425	57	1,0334724999	85	1,0503231989
2	1,0011559129	30	1,0174796921	58	1,0340696295	86	1,0509300646
3	1,0017343702	31	1,0180675812	59	1,0346671040	87	1,0515372810
4	1,0023131618	32	1,0186558100	60	1,0352649238	88	1,0521448482
5	1,0028922879	33	1,0192443786	61	1,0358630891	89	1,0527527665
6	1,0034717485	34	1,0198332873	62	1,0364615999	90	1,0533610360
7	1,0040515440	35	1,0204225363	63	1,0370604565	91	1,0539696569
8	1,0046316744	36	1,0210121257	64	1,0376596592	92	1,0545786295
9	1,0052121400	37	1,0216020558	65	1,0382592080	93	1,0551879540
10	1,0057929411	38	1,0221923267	66	1,0388591033	94	1,0557976305
11	1,0063740777	39	1,0227829387	67	1,0394593452	95	1,0564076593
12	1,0069555501	40	1,0233738920	68	1,0400599339	96	1,0570180406
13	1,0075373584	41	1,0239651867	69	1,0406608696	97	1,0576287745
14	1,0081195029	42	1,0245568230	70	1,0412621525	98	1,0582398613
15	1,0087019838	43	1,0251488012	71	1,0418637829	99	1,0588513012
16	1,0092848012	44	1,0257411214	72	1,0424657608	100	1,0594630944
17	1,0098679554	45	1,0263337839	73	1,0430680866	200	1,1224620483
18	1,0104514465	46	1,0269267888	74	1,0436707604	300	1,1892071150
19	1,0110352747	47	1,0275201363	75	1,0442737824	400	1,2599210499
20	1,0116194403	48	1,0281138267	76	1,0448771529	500	1,3348398542
21	1,0122039434	49	1,0287078600	77	1,0454808719	600	1,4142135624
22	1,0127887842	50	1,0293022366	78	1,0460849398	700	1,4983070769
23	1,0133739629	51	1,0298969567	79	1,0466893567	800	1,5874010520
24	1,0139594798	52	1,0304920203	80	1,0472941228	900	1,6817928305
25	1,0145453349	53	1,0310874278	81	1,0478992384	1000	1,7817974363
26	1,0151315286	54	1,0316831793	82	1,0485047036	1100	1,8877486254
27	1,0157180609	55	1,0322792750	83	1,0491105186	1200	2,0000000000

Tabela 4 – A escala de Ellis

Esse sistema escalar possibilita a comparação entre coeficientes ou freqüências tornando mais acurada a noção da magnitude, ou grandeza proporcional, da relação entre elas.

> *Quando os 'números intervalares' ou seja, os números das alturas de duas notas foram encontrados (ou 'a razão do intervalo', ou seja, a razão dos números dados teoricamente por meio dos números das alturas, ou da proporção entre eles, ou do comprimento da corda, ou do 'comprimento da onda'), é necessário, de forma a ter uma concepção do próprio intervalo, por comparação com o piano ou outro instrumento afinado intencionalmente com o temperamento igual, determinar o número de* cents, ou centésimos *de um semitom igual, deste intervalo. Os cents foram usados extensivamente nas notas, e ocasionalmente introduzidos no corpo do texto, desta tradução.* (ELLIS in HELMHOLTZ, 1885:446)[90].

---

[90] *When the 'interval numbers', that is the pitch numbers of two notes, have been found (or the 'interval ratio', that is ratio of those numbers given theoretically by means of pitch numbers, or numbers in proportion to them, or of lengths of strings assumed to be perfect, or of wave-lengths), it is necessary, in order to determine the number of*

Note que essa escala é geométrica e não acústica[91] já que transforma uma escala de crescimento geométrico (as freqüências têm um crescimento logarítmico formando uma progressão geométrica) em uma possibilidade de visualização linear eqüitativa (progressão de crescimento aritmético), ou seja, as operações entre os coeficientes dos sons e intervalos passam a ser aritméticas (podem ser realizadas através da soma/subtração e "imaginadas" linearmente/simetricamente), como por exemplo, no teclado de um piano que transforma as freqüências dos sons existentes (crescimento logarítmico) em teclas simétrico-lineares correspondendo a cada uma das cordas e notas (crescimento aritmético, linear).

A fórmula matemática para o cálculo do valor de qualquer coeficiente em cents é:

$$\text{cents} = 1200 \times Log_2^{\text{Coeficiente}}$$

Figura 19 – Fórmula para obtenção dos cents

Os cents, portanto, são usados como uma pequena medida logarítmico-geométrica na comparação entre grandezas intervalares.

O desconhecimento da utilização dos cents por músicos e professores de música se deve em grande parte às dificuldades históricas, inerentes ao entendimento e ao cálculo utilizando números irracionais e logaritmos.

---

cents, or hundredths of an equal Semitone, in that interval. Such cents have been extensively used in the notes, and occasionally introduced into the text, of this traslation (ELLIS, 1885:446).

[91] Verbete: CENT - (1967) Enciclopedia Salvat de la música. Barcelona: Salvat Editores, p.476.

unesp

A figura seguinte apresenta a utilização dos cents na comparação entre alguns intervalos conhecidos:

Comparação	Cálculo	Comentários
3ª maior temperada = $\left(\sqrt[12]{2}\right)^4$ e 3ª maior natural = 5:4	(1200 X $Log_2^{(\sqrt[12]{2})^4}$ = 400 cents) - (1200X $Log_2^{5:4}$ = 386,3137139 cents) = (400 – 386,3137139) = 13,6862861 cents	A 3ª maior temperada corresponde a 400 cents. A 3ª maior natural 5:4 corresponde a 386,3137139 cents. Resolvendo as expressões (400 – 386,3137139 = 13,6862861), podemos concluir que a 3ª maior temperada é 13,6862861 cents (de um semitom) mais alta que a natural.
5ª justa natural = 3:2 e 5ª justa temperada = $\left(\sqrt[12]{2}\right)^7$	(1200X $Log_2^{3:2}$ = 701,9550008 cents) - (1200 X $Log_2^{(\sqrt[12]{2})^7}$ = 700 cents) = (701,9550008 – 700) = 1,9550008 cents	A 5ª justa natural corresponde a 701,9550008 cents. A 5ª justa temperada corresponde a 700 cents. Resolvendo as expressões (701,9550008 – 700 = 1,9550008), podemos concluir que a 5ª justa natural é 1,9550008 cents (de um semitom) mais alta que a 5ª justa temperada.
Diapasão 444 Hz e Diapasão 440 Hz	444 : 440 = 1,009090909 (1200X $Log_2^{1,009090909}$ = 15,6673832346 cents) OU (1200X Log_2^{444} = 10553,2990396201cents) - (1200X Log_2^{440} = 10537,6316562296cents) = 15,6673833905	Pode-se notar que tanto podemos encontrar primeiro o coeficiente a partir da proporção 444:440 = 1,009090909 e posteriormente calcular o número de cents do coeficiente resultante, quanto calcular o número de cents de cada um dos números e posteriormente com os resultados calcular a diferença entre eles.

Figura 20 – Comparação entre alguns intervalos pelo sistema de Ellis

Essas relações matemáticas da divisão do diapasôn ou oitava (de Pitágoras até Ellis) formam a base racional que permite a construção e análise de qualquer escala dividida em qualquer número de partes. A seguinte fórmula matemática representa esta possibilidade:

unesp

$$\sqrt[n]{x}$$

Figura 21 – Divisão de qualquer intervalo em qualquer número de partes

Onde n é igual ao número de partes e X o coeficiente do intervalo a ser dividido.

A disposição ou lógica de agrupamento de cada uma dessas formas de divisão da oitava, e de outras vinculadas a várias tradições, caracterizam os modelos, ou seja, padrões de alturas sonoras musicais que funcionam como uma espécie de mapa teórico de onde os elementos musicais (sucessivos ou simultâneos) são retirados. Palavras como pentatônica, diatônica, hexafônica, dodecafônica, etc. representam essa forma de organização escalar.

A ordenação hierarquizada (ou não) das relações internas nessas escalas, baseadas em conceitos como, consonância/dissonância, tensão/relaxamento, atração/repulsão, etc., tentam exprimir os **modos** de utilização desses mapas.

unesp

2.7 – A sistematização da simultaneidade dos tons nas tríades e nos acordes: a série harmônica

> *No início do século XVIII os harmônicos faziam parte de um fenômeno empírico confirmado, mas mal-entendido. A pesquisa científica mais avançada da época, contida nos escritos do cientista francês Joseph Sauveur[92], analisou corretamente a vibração da corda como um composto de "modos" harmonicamente relacionados. O "modo" fundamental de uma corda constitui as oscilações da corda inteira, enquanto que os "modos" mais elevados incluem sucessivas divisões alíquotas da corda. Sauveur estava correto em relacionar os "modos" mais elevados com a alta freqüência dos harmônicos, no entanto, não podia oferecer nenhuma explicação matemática ou mecânica plausível de como tais "modos" podiam coexistir. De acordo com a fórmula então aceita, proposta pelo cientista inglês Brook Taylor (para determinar a freqüência de uma corda vibrando), a forma de qualquer corda vibrando deveria ser sinusoidal [senoidal]. Assim, os cientistas do século XVIII eram desafiados a explicar como o fenômeno empírico dos harmônicos poderia ser reconciliado com o comportamento então compreendido da vibração da corda.*
>
> *Thomas Christensen*[93]

Em 1612, Johannes Lippius (*Synopsis Musicae Novae*), invocando uma analogia com a trindade cristã, formula pela primeira vez os princípios da formação das tríades. Depois de uma explanação preliminar sobre notação, a mônada, a escala e outros aspectos básicos, Lippius escreve sobre música prática, composição e harmonia. Para ele, existiam sete intervalos consonantes: oitava, quinta, quarta, ditono, semiditono, sexta maior e sexta menor. Ressalta que embora todos fossem perfeitos os primeiros três eram os mais perfeitos. Lippius utilizou, parece que pela primeira vez, as inversões dos intervalos. A tríade consonante foi construída de três intervalos simples e três mônadas*: prima (ima basis), media, ultima (summa)*. A

---

[92] Joseph Sauveur (1653-1716), matemático francês, considerado o pai da acústica, apresenta-se muitas vezes como o primeiro a calcular a freqüência dos batimentos produzida por duas notas. Resolveu o paradoxo estabelecido por Mersenne ao explicar racionalmente o fenômeno dos sons harmônicos fundamentando-se no princípio da Superposição (descrito na epígrafe). Um detalhe importante, Sauveur era surdo e mudo (ABDOUNUR, 1999:32-3).

[93] CHRISTENSEN, T. A ciência do século XVIII e o Corps Sonore: A base científica para o princípio de Harmonia de Rameau. JMT

tríade maior foi composta de uma terça-maior e de uma terça-menor e a tríade "imperfeita" (menor) de uma terça-menor e uma terça-maior (BAROLSKY[94]).

No artigo *A ciência do século XVIII e o Corps Sonore: A base científica para o princípio de Harmonia de Rameau,* Thomas Christensen observa que quando Rameau escreveu o seu primeiro tratado de música, o *Traité de l'harmonie* de 1722, não conhecia o trabalho de Sauveur e tinha pouca chance de estar informado das pesquisas empreendidas pelos cientistas na *Parisian Académie royale des sciences*. O seu *Traité* foi baseado na tradicional e honrada ferramenta da musica teórica: o Monocórdio. Dividindo a corda do monocórdio em sucessivas partes alíquotas (especificamente em oito partes e pulando a sétima), Rameau foi capaz de construir a tríade maior. Invocando a equivalência de oitava afirmava que qualquer inversão, dobramento ou espaçamento nesta tríade não alteraria sua identidade. Mais significantemente, entretanto, insistia que a corda não dividida tinha um significado musical real como um fundamento gerativo, e que este fundamento permanecia o mesmo para o acorde em qualquer forma. Essa foi a origem teórica que Rameau deu para o seu *basse fondamentale*. Logicamente, a divisão da corda produzia diretamente somente o acorde maior. Para produzir a tríade menor e vários acordes dissonantes, que para ele possuíam o mesmo fundamento gerativo, Rameau "escamoteou" as razões de sua divisão inicial no monocórdio.

As premissas musicais de Rameau eram claras:

- todo acorde tem uma fundamental definível;
- essa fundamental permanece constante mesmo que o baixo acústico [o som mais grave] do acorde seja diferente dela (fundamental);
- as fundamentais se sucedem por um pequeno número de progressões intervalares, essencialmente os mesmos intervalos derivados da divisão de partes alíquotas da corda.

---

[94] BAROLSKY,D. (1998) Johannes Lippius, Synopsis of New Music. Music 371,Summaries of readings for Week 10 <http://humanities.uchicago.edu/classes/zbikowski/week10sm.html>

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Christensen segue afirmando que a possibilidade de aplicação do baixo fundamental de Rameau, que dava a medida de seu real valor composicional e pedagógico, foi rapidamente reconhecida pelos músicos. Um dos primeiros admiradores de Rameau foi um excêntrico jesuíta, Louis-Bertrand Castel. Em uma extensa revisão escrita para o influente *Journal de Trévoux*, Castel entusiasticamente relatava o baixo fundamental. Ele notou, de passagem, que as divisões em partes alíquotas da corda que Rameau usara como seu princípio da harmonia ocorria naturalmente em qualquer corda vibrando:

> *Não somente uma corda produz ao mesmo tempo dois sons fora a oitava, mas três ou quatro [sons], e, sem dúvida, os seis [sons] UT, UT, SOL, UT, MI, SOL. É um fato atestado pelo Sr. Sauveur que quando alguém aciona uma corda no silêncio da noite, pode-se ouvir a 12th* [5ª justa composta – uma oitava acima de um som fundamental] *UT, UT, SOL, e freqüentemente mesmo a 17th* [3ª maior composta - duas oitavas acima de um som fundamental] *UT, UT, SOL, UT, MI, e em trompetes, pode-se ouvir até mesmo mais, de forma que na física, a natureza nos dá o mesmo sistema que o Sr. Rameau descobriu nos números...*[95]

Grandes nomes do século XVIII como Newton, Taylor, Euler, d'Alembert e Bernoulli, contribuíram para a formação de uma explicação que pudesse sustentar o pensamento harmônico-matemático. Isso fez com que em 1822, Joseph Fourier[96] formulasse o teorema que revolucionou o processamento de sinais. O teorema era geral e se aplicava a todos os sinais periódicos, fossem formas de onda sonora ou qualquer outro tipo de onda.

Segundo este teorema, todos movimentos periódicos complexos podem ser quebrados em uma série de movimentos periódicos simples (senoidais), conhecidos como harmônicos, cujas freqüências são múltiplos integrais da freqüência fundamental.

Do ponto de vista acústico-musical isto quer dizer que "*qualquer movimento vibratório de ar na entrada do ouvido correspondente a um tom musical*

---

[95] *Mémoires pour l'histoire des sciences & des beaux arts [Journal de Trévoux],* (Outubro, 1722 :1734). Reeditado em Jean-Philippe Rameau, *Complete Theoretical Writings,* ed. Erwin R. Jacobi, 6 vols. (Rome: American Institute of Musicology, 1967-72) 1:xxxv. « *car non-seulement une corde peut faire em même tems deux sons à l'octave l'un de l'autre, mais encore trois & quatre, & sans doute lex six UT, UT, SOL, UT, MI, SOL. C'est un fait attesté par M. Sauveur que lorsque la nuit on touche une grande corde, on entend la douziéme UT, UT, SOL, & même souvent dix-septiéme UT, UT, SOL, UT, MI, & que dans les trompettes on en entend encore davantage, de sorte que dans la Physique, la nature nous donne le même système que M. Rameau a découvert dans les nombres...* » in CHRISTENSEN, T. , op. cit.

[96] Fourier exerceu forte influência na física com sua teoria analítica do calor (1822), através da qual o pensador francês mostrou que condução de tal energia em corpos sólidos podia ser analisada em termos de séries matemáticas infinitas agora chamadas de Séries de Fourier (ABDOUNUR, 1999:88).

unesp

pode ser sempre e de maneira única exibido como uma soma de um número infinito de movimentos vibratórios simples, correspondendo aos sons parciais desse tom musical". (ABDOUNUR, 1999:89-90).

A vibração de uma corda ou o de uma coluna de ar possui a característica inerente de vibrar não apenas como um todo, mas também com partes alíquotas simultâneas ao todo. Essas partes alíquotas têm a tendência de diminuir gradualmente (em função do tempo) em proporção à ordem de todas as partes nesse mesmo todo. Isso explica porque ouvimos um tom musical distinto ao invés de um amontoado sonoro resultante da superposição das diferentes alturas resultantes.

Embora os sons harmônicos fossem conhecidos e utilizados[97] empiricamente desde a Antigüidade, a formulação de Fourier consegue clarear e amplificar diversos conceitos físicos, acústicos, matemáticos e musicais, explicando de um modo mais completo o fenômeno sonoro à luz de seus constituintes harmônicos, ou seja, seus sons parciais. Dois tons que tenham a mesma duração (tempo de permanência), altura (freqüência) e intensidade (amplitude) podem ser distinguidos pelo seu conteúdo harmônico (forma da onda sonora). Isso aprofundou o conhecimento sobre o timbre, pois com a abundância ou escassez da amplitude dos harmônicos, as características do emissor sonoro são formadas e percebidas.

Partindo arbitrariamente da nota dó, podemos obter os vinte primeiros sons da série infinita de sons harmônicos:

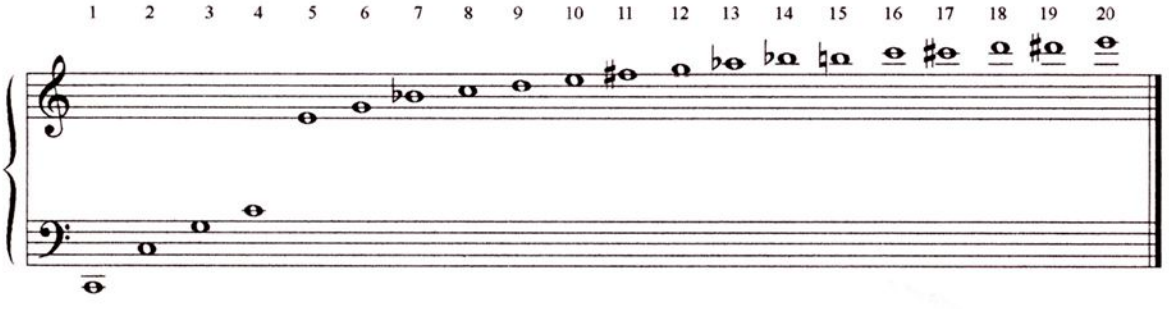


Figura 22 – Série Harmônica da nota dó

O fenômeno da decomposição de uma nota na série de Fourier mostrou-se responsável por desvendar e atualizar vários "mistérios" da prática musical,

---

[97] Como, por exemplo, no Canto Multifônico ou Canto Harmônico dos monges do Tibet.

sistematizados em muitos casos a partir da prática, como algumas regras desprovidas de justificativas convincentes (ABDOUNUR, 1999:92).

O teorema de Fourier concretizou os pontos levantados em acústica por pensadores anteriores, transformando-se no paradigma que norteou os "novos" conceitos analíticos do som.

2.8 – O som e o computador

Em 1877, Thomas Edison inventou a primeira máquina capaz de gravar e reproduzir som. Nesse instrumento, as ondas sonoras eram captadas por um diafragma e representadas por pequenas incisões feitas numa folha de papel de alumínio. Atualmente, a gravação do som transformou-se numa indústria de tecnologia avançada, apoiada, nesta última década, essencialmente no constante desenvolvimento do áudio digital. Todo processo tem como pressuposto a transcrição de vibrações do ar (que são perceptíveis como som) em um dispositivo armazenador. Na reprodução sonora, o processo é revertido de forma que as variações armazenadas sejam convertidas novamente em ondas sonoras. As três principais formas que foram desenvolvidas historicamente são: a mecânica (fonógrafo), magnética (fitas de áudio) e sistemas ótico (disco compacto digital - CD).

O processo de simulação iniciado através da representação de uma forma de onda (análoga ou digital) de um som, sua reprodução pelo computador, captação/decodificação pelos sentidos e, finalmente, o processo de significação, forma uma intricada relação propiciada pelo modelo de Fourier. Em termos acústicos, esse modelo é um "rascunho defeituoso". Alguns procedimentos no processo de síntese sonora exigiram da engenharia analítica cálculos complexos, posteriormente transformados em fórmulas convencionais, tais como a Transformada Discreta de Fourier (*Discrete Fourier Transform - DFT*) ou da *Fast Fourier Transform* (FFT - utilizadas por J. W. Cooley e J. W. Tukey desde 1995), abrindo a possibilidade de representar um som matematicamente em uma série de ondas sinusoidais em função de suas durações. Mais rápida do que sua predecessora, como seu nome implica, o algoritmo FFT invadiu o domínio do processamento de dados musicais. Ela representa o som em três dimensões, a partir de sua evolução sobre o tempo, da freqüência e amplitude de cada um dos seus harmônicos constituintes.

A síntese digital de áudio é atualmente um dos principais objetos de pesquisa na área de processamento de sinais. Inúmeros algoritmos de filtros, métodos de síntese, análise e conversão análogo-digitais (A/D) têm surgido recentemente. Os sofisticados circuitos de processamento de som (placas de som) associados aos velozes processadores e a programas específicos, permitem o

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

processamento de sons digitalizados com grande acuidade e facilidade. A constante busca de novos timbres passou a ser viável através das possibilidades criadas pelo advento de computadores mais velozes, com grande capacidade de memória, que permitiram o aparecimento de complexos algoritmos matemáticos para o cálculo de funções descritivas do fenômeno acústico. Tais algoritmos são conhecidos hoje como Síntese Áudio Digital (*Digital Audio Synthesis*).

Podemos resumir os principais métodos de síntese digital em:

1. Síntese Aditiva - *Additive Synthesis*;
2. Síntese por Freqüência Modulada - *FM Synthesis;*
3. Síntese por Predição Linear - *Linear Prediction Synthesis*;
4. Síntese baseada na Teoria Granular ou *Theory of Granular Synthesis*.

Através do desenvolvimento das técnicas mecânicas, eletrônicas e digitais tornou-se possível simular ou reproduzir condições acústicas dadas independentemente de qualquer controlador físico.

Segue abaixo alguns precursores da síntese musical eletrônica com suas principais características:

Ano	Nome	Criador	Características
1900	Telharmonium	Thaddeus Cahill's	O sintetizador mais antigo que se conhece. Existe uma descrição feita por seu criador na revista Electral World nº 58 de 1906.
1920	Audiômetro	Carl Emil	Funciona mediante tons gerados eletronicamente. É o preconizador dos novos sons eletrônicos.
1923	Theremin	Leon Theremin	O primeiro que se pode chamar de instrumento musical. Seu "slogan" era "o instrumento que se toca sem ser tocado". O som era gerado com osciladores cuja freqüência variava ao aproximar ou distanciar a mão de uma espécie de antena.
1928	Gerador de ondas Martenot	Maurice Martenot	Criado com a intenção de superar certos limites do piano. Este instrumento é controlado por teclado e um dispositivo em forma de roda que possibilita o glissando e o vibrato.
1930	Ondiline	Versão melhorada do gerador Martenot	Baseia-se em um tipo de oscilador de ondas "dente de serra" e divisores de freqüência que anunciam o processo de síntese sonora aditiva.

unesp

Ano	Nome	Criador	Características
1930	Trautonium	Versão melhorada do gerador Martenot	Precursor dos instrumentos controlados por tensão e podia dividir a oitava em 1200 partes.
1939	Vocoder	Werner Meyer-Eppler	Autentico sintetizador no sentido atual, foi projetado para reproduzir a palavra falada. Werner era físico e diretor do Instituto de Fonética da Universidade de Bonn. O Vocoder foi um dispositivo que conseguia sintetizar a voz humana. O trabalho teórico de Werner influenciou os compositores relacionados com o estúdio de Colônia (fundada em 1953), cujos interesses estavam em torno da síntese eletrônica dos sons mediante geradores e outros aparatos.
1948	Música Concreta		A manipulação de sons concretos, naturais ou eletrônicos em fitas magnéticas.
1955	MARK I e II	Patrocínio da RCA	O MARK II mede 5 metros de largura por 2 metros de altura. Funcionavam com cartões perfurados onde o autor codificava os parâmetros do som que deveriam ser gerados. Não podiam interpretar músicas em tempo real mas imitavam perfeitamente os instrumentos convencionais. Apesar de ter ganho o Prêmio Nobel nesse ano, este sintetizador era um instrumento que somente podia ser operado por técnicos. Engenheiros especializados precisavam de horas para criar algum som útil. Custava U$ 175.000,00. Os poucos músicos capazes de operá-lo eram obrigados a revezar-se em turnos e fazer uma reserva no estúdio da Universidade de Columbia/Princeton em Nova York.

Quadro 8 – Precursores da síntese musical eletrônica

No início, ainda antes da gravação multipista em fitas magnéticas, eram utilizados discos "multi-sulcos" para as gravações. Depois, um processo de mixagem transformava todos esses sulcos em um só, definitivo. Durante esta época se utilizavam os discos de 78 rotações por minuto que propiciavam gravações em velocidades distintas e leituras em múltiplos *pickups*. Várias gravações podiam ser feitas com o intuito de obter sons repetitivos. Posteriormente, se utilizou a fita magnética para gravar e manipular os sons. Isso consistia em um procedimento muito delicado de recortar pedaços da fita (com os sons desejados) e colar distintos pedaços para compor uma só fita.



> *No final da década de 1940, Werner Meyer-Eppler, físico e diretor do Instituto de Fonética da Universidade de Bonn, apresentou pela primeira vez o Vocoder, um dispositivo que conseguia sintetizar a voz humana. Seu trabalho teórico influenciou os compositores relacionados com o estúdio da rádio da Alemanha ocidental em Colônia (fundada em 1953), e cujo interesse girava em torno da síntese eletrônica dos sons mediante geradores de som e outros aparatos. O primeiro diretor do estúdio de Colônia, Herbert Eimert, exerceu uma grande influência por sua forma de utilizar o serialismo total como base para a construção de obras eletrônicas. Segundo este método, todos os aspectos da música, incluindo os tons, o ritmo e o volume relativo, derrubavam o controle de alguns princípios definidos numericamente. Os sons e aparatos eletrônicos brindavam a precisão e o controle necessários para a realização deste conceito. Compositores como Bruno Maderna e Karlheinz Stockhausen elaboraram peças eletrônicas curtas, chamadas síntese aditiva. Estas obras eram compostas a partir de sons eletrônicos.* (SALAZAR, 2000)[98].

Em 1964, Robert Moog, construiu um sintetizador constituído por uma série de módulos, em número indeterminado, que podiam ser ligados uns aos outros, denominado pelo seu inventor de *Voltage Controlled Electronic Music Modules* (Módulos Controlados por Tensão Eletrônica). Esses osciladores elétricos produzem sons cujas freqüências são controladas rigorosamente a partir de uma tensão elétrica. Por questões de ordem prática, essa tensão foi derivada de um teclado. A partir de 1970, com o desenvolvimento da eletrônica digital, os sintetizadores passaram a incorporar microprocessadores, que permitiam desempenhar instantaneamente funções de controle muito complexas e memorizar percursos. Moog produziu o primeiro sintetizador comercial totalmente polifônico, o Polimog. Depois dele, surgiu uma linhagem, cada um sucedendo o outro em complexidade: o Oberheim OB-1 (1976), o Profhet 5 (1978), o Oberheim OB-X, o EM3 Polysinth (1979) e muitos outros, dos quais se destacam, a série DX da Yamaha, que utiliza técnicas de modulação de freqüência (FM), e o *Fairlight Computer Musical Instrument,* um sintetizador digital polifônico, construído em 1979. Estes dispositivos evoluíram em outros, todos aptos a gerarem formas de ondas de todos os tipos[99] a partir de modelos matemáticos (gravadores, sintetizadores, "*samplers*", placas de som dos computadores e outros).

---

[98] SALAZAR, M.G. (2000) Música Electrónica, http://www.duiops.net/newage/newmovim.htm.

[99] A saída destes geradores/simuladores são sinais que representam a forma da onda sonora eletricamente, daí a possibilidade de simularem ondas sonoras de fontes conhecidas tais como a dos instrumentos musicais tradicionais.

unesp

Conjuntamente, os avanços na implementação do conceito cibernético de interface[100], ou seja, dispositivo tradutor de padrões primários formadores de linguagens mais complexas entre fontes diversas, sejam biológicas, eletrônicas ou qualquer mecanismo que necessite ser conectado em um organismo mais amplo, possibilitou a "separação" entre, no caso da música e da acústica tradicional, a parte controladora do instrumento musical e a parte geradora de som, até então ligadas e inseparáveis.

> *Nos instrumentos acústicos convencionais (i.e., não-eletrônicos), a produção de um tom está relacionada a dois conceitos fundamentais. O primeiro envolve o objeto físico que produz o fenômeno acústico e o segundo envolve o tipo e a quantidade de energia que o músico tem de aplicar ao objeto físico de forma a o fazer vibrar [...]. O primeiro conceito é governado pelas leis da acústica, enquanto que o segundo é geralmente simbolizado por um sistema de notação musical. (BRAUT, 1994:19)*[101].

Tecnicamente, a parte encarregada da execução musical, ou seja, de como executar os sons (que serão produzidos pelo gerador) com todas as suas nuanças específicas estão nesse dispositivo intermediário que, no caso da música, é denominado MIDI (*Musical Instrument Digital Interface*).

Estes são os principais conceitos que permitiram a utilização e manipulação do som no computador:

- Os conceitos relacionados aos dispositivos geradores, manipuladores, gravadores e reprodutores do som;
- Os conceitos relacionados à interface, ou seja, comunicação entre esses dispositivos.

Atualmente, uma placa de som pode ser descrita pela sua funcionalidade no que se refere à reunião de todos esses conceitos.

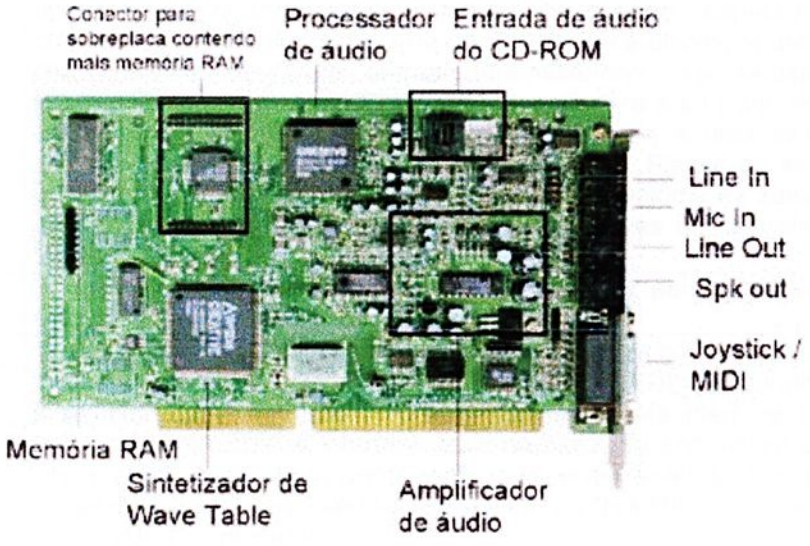
---

[100] No âmbito do processamento de sinais uma interface pode ser definida como o conjunto de um dispositivo físico (hardware) mais o protocolo de comunicação (linguagem - software), pelo meio do qual informações são trocadas entre dois sistemas (BRAUT, 1994:36).

[101] BRAUT, C. (1994) *The Musician's Guide to MIDI. USA: SYBEX Inc.*

unesp

Anatomia de uma Placa de Som



Termo	Significado
Bits	Define a resolução do áudio capturado e reproduzido pela placa de som. As placas de som atualmente são de 16 bits.
Taxa de amostragem	É a quantidade de informação por segundo que é capturada ou reproduzida pela placa de som. A maioria das placas de som trabalham com uma taxa máxima de 44.100 Hz, a mesma qualidade do CD de áudio. Diversas placas trabalham com uma taxa de amostragem maior, em geral 48 Khz.
Resposta de freqüência	Faixa de freqüência que uma placa de som consegue capturar ou reproduzir. O padrão adotado mundialmente é a faixa de 20 Hz a 20 kHz. Algumas placas de de melhor qualidade possuem uma resposta de freqüência maior.
Relação sinal/ruído	Essa característica mede o nível de ruído gerado pela placa de som. A maioria das placas de som possui uma péssima relação sinal/ruído, não sendo indicadas para o uso de áudio profissinal.
Sintetizador	O sintetizador é responsável pela reprodução de arquivos MIDI. Existem dois tipos de sintetizador: FM e *Wave Table*. Alguns modelos mais baratos de placas de som são vendidas com tendo síntese de *Wave Table,* mas na verdade, possuem uma emulação de *Wave Table* por software.
Memória RAM	Placas de som com sintetizador de *Wave Table* em geral vêm com uma pequena quantidade de memória RAM *on board* para a criação de novos instrumentos.
Sobreplaca	Algumas placas com sintetizador de *Wave Table* possuem um conector para a instalação de uma sobreplaca contendo 4 MB, 8 MB, 16 MB ou 24 MB de memória RAM, de modo que se possa expandir a capacidade de criação de novos instrumentos. Algumas placas com sintetizador de FM permitem a conexão de sobreplacas contendo um sintetizador de *Wave Table*.
Recursos Wave Avançados (AWE)	As placas de som mais modernas possuem alguns recursos avançados, em especial o som 3D, que gera uma pequena reverberação no som, criando uma idéia de profundidade, a reverberação (*reverb*) e o *chorus*. Além disso, alguns modelos outros tipos de efeitos, além de som *surround*.
Amplificador	A placa de som geralmente possui duas saídas, uma de linha - chamada *line out* -, que não é amplificada, e uma saída amplificada, chamada *spk out*. A maioria das placas de som possui um amplificador *on board*, para a conexão de caixas acústicas não-amplificadas. As placas de som mais baratas não possuem amplificador e, com isso, deverão obrigatoriamente utilizar caixas amplificadas (ou um amplificador externo) para a escuta do som produzido pela placa.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Anatomia de uma Placa de Som	
Mixer	O mixer da placa de som é controlado por *software* e controla os níveis das entradas e das saídas da placa de som.
Entradas e saídas	As placas de som normalmente possuem duas entradas e duas saídas. As entradas são chamadas *line in* e *mic in* e servem, respectivamente, para a conexão de uma entrada de linha (*tape deck*, toca-discos, aparelho de CD, MD, DVD, televisão etc.) e uma entrada para microfone. Já as saídas são chamadas *line out* e *spk out* e servem, respectivamente para a conexão de uma saída de linha (amplificador, *receiver*, *tape deck*, MD, etc) e uma saída amplificada, utilizada para a conexão de caixinhas acústicas. Placas de som que não têm amplificador não possuirão a saída *spk out* e o volume da saída não pode ser controlado através do *mixer* (por exemplo, através do controle de volume do Windows).
Entrada para CD	Todas as placas de som possuem um conector para a entrada do áudio da unidade de CD-ROM do micro.
Joystick	Todas as placas de som possuem uma porta para a conexão de um *joystick*.
MIDI	Todas as placas de som possuem uma interface MIDI, que permite a conexão do micro com instrumentos musicais que possuem essa interface, como teclados e baterias eletrônicas. A interface MIDI da placa de som utiliza alguns pinos da porta de *joystick* que normalmente não eram usados. Por esse motivo, é necessário um cabo especial conversor *joystick*/MIDI no caso de utilização dessa porta da placa de som.

Figura 23 – Anatomia de uma placa de som[102]

[102] TORRES, G. (1999) *Placas de Som.* <http://www.hardwaresecrets.com/soundboards.html>

2.9 – Perspectivas

Como pudemos observar, o processo do estudo do fenômeno sonoro musical reapresenta todo um caminho complexo, percorrido desde os gregos antigos, que envolve diversas relações humanas. Toda uma gama de conceitos filosóficos, matemáticos, físicos, psicofisiológicos, sociais, éticos, estéticos, etc. estão amalgamados nas questões. Muitas delas podem ser formuladas e respondidas, outras apontam à complexidade de seu entendimento, e muitas outras ainda permanecem sem resposta (algumas ainda nem foram formuladas).

Atualmente, a música e a produção sonora constitui um intrincado campo no qual estão presentes músicos, engenheiros, produtores e fabricantes atuando em diversas áreas do conhecimento como música, acústica, eletrônica, produção, audiovisuais, multimídia, marketing, direito, entre outros.

Procurando pontuar as descobertas tecnológicas importantes que permitiram desenvolver as técnicas de utilização do som no computador, pudemos observar a crescente evolução dos dispositivos informacionais, responsáveis pelos sistemas geradores de realidade virtual. Podemos acrescentar que embora no ser humano a visão predomine em sua percepção de ambientes, outros sentidos, além da visão, cumprem um papel de importância, obviamente, fundamental. A audição, por exemplo, permite ter uma noção do espaço envolvente em 360º enquanto que a visão, direcionada sempre à frente, tem uma amplitude máxima de pouco menos de 180º. Na representação virtual da realidade isso permite que certos objetos, mesmo que ocultos à visão, possam ser localizados espacialmente diretamente pelo som que emitem. O denominado "som 3D" é a tecnologia que vêm sendo desenvolvida com o objetivo de cumprir este papel fundamental na criação de ambientes virtuais, onde a localização de objetos num espaço tridimensional, através do som produzido, aumenta consideravelmente a capacidade de imersão. Essa área, em franca expansão, envolve desde a acústica até a percepção auditiva, passando necessariamente pela música. No momento, dispositivos de geração de som 3D de baixo custo, apontam para uma grande generalização dessa tecnologia dentro de muito pouco tempo.

Em agosto de 2000, a *Molecular Simulations* e *Synopsys Scientific Systems* forneceram as pesquisas com os modelos moleculares necessários à



criação do *iSmell Personal Scent Synthesizer*, um dispositivo (por enquanto periférico) para computadores pessoais que transforma os sinais digitais em estímulos olfativos, graças a um banco de dados de milhares de essências predefinidas. Esses cheiros, codificados digitalmente, podem ser enviados e manipulados por todos os instrumentos de comunicação que trabalham com sinais digitais. Segundo o Dr. Stuart Firestein, membro do comitê científico da DigiScents (empresa fabricante destes dispositivos tecnológicos), o homem pode discernir cerca de dez mil odores. Isto torna o nariz um dos mais sofisticados reveladores químicos existentes. Afirma ainda que sem o sentido do olfato seria difícil sentir o sabor, já que o paladar e o olfato trabalham conjuntamente. Os instrumentos de simulação molecular permitem modificar a estrutura dos receptores olfativos e das moléculas odorosas. Outros softwares permitem visualizar as moléculas tornando possível um aprofundamento no estudo das relações entre as estruturas químicas e os odores perceptíveis.

Outras empresas estão se dedicando a pesquisa e fabricação de dispositivos táteis, ou seja, módulos geradores das sensações do tato que podem ser utilizados em ambientes virtuais, como, por exemplo, a *SensAble Technologies*, *ReachIn Technologies*. A empresa Virtual *Technologies* de Palo Alto, Califórnia é fabricante da *Cyber-Glove* dispositivo que permite simular o peso, temperatura e texturas de objetos em ambientes virtuais.

Como já afirmamos, todo esse aparato abre uma perspectiva sem precedentes nas diversas áreas de atividades humanas. Quem já experimentou as sensações do cinema 180º, moda em grande quantidade de parques de diversão na década de 80, pode entender a força que essas simulações possuem no ser humano. Nesse tipo de cinema um filme é projetado em uma tela enorme, com o formato de metade de uma semi-esfera. O público fica em pé no centro da semi-esfera. Um filme gravado a partir da perspectiva de uma pessoa que ocupou a parte da frente de um carro em movimento em uma enorme montanha russa é então projetado na tela. Todas as sensações e reações das pessoas que assistem ao filme se processam como se estivessem realmente no carro. Apesar da parte racional afirmar uma "não realidade" do evento, o corpo reage automaticamente frente aos estímulos sensórios recebidos. Nessa perspectiva, embora todos esses avanços tecnológicos permitam ao computador o desenvolvimento de ambientes de realidade virtuais complexos, os resultados ainda são rudimentares.

unesp

As interfaces tendem a ser pesadas, embaraçam com facilidade, são muito frágeis e difíceis de usar. Tudo isto limita em muito a liberdade dos movimentos naturais. Uma solução aventada por alguns estudiosos seria criar uma conexão direta ao cérebro que pudesse criar todas as sensações "verdadeiras".

Segundo Grigore Burdea, professor na *Rutgers University*:

> *Isto é algo muito polêmico. Penso que é muito perigoso, pois como qualquer outra tecnologia poderia ser usada de modo impróprio. Se pudéssemos encontrar um modo de controlar uma pessoa por algum tipo de interface neural, poderíamos programar a pessoa e a transferir para um robô. A divisão entre as pessoas e os robôs começa a se desfazer*[103].

Sem dúvida, nessa perspectiva, estamos ainda em um estágio inicial de utilização do conhecimento teórico musical acumulado desde os gregos antigos até a época atual. O programa "Exercícios e Treinamentos Musicais", um dos objetos deste trabalho, apresenta propostas muito singelas frente às potencialidades a serem exploradas.

> *Com os softwares existentes estamos limitados a detectar posições rudimentares e alguns poucos comportamentos gerais entrecortados como a velocidade. Idealmente, podemos imaginar a detecção de gestos mais complexos (mais aparentado com os signos lingüísticos) de forma a criar um 'léxico' que permita a comunicação com sistemas informáticos num nível mais específico do que os existentes. Imagine, por exemplo, podermos selecionar instrumentos de uma orquestra 'virtual' com uma mão e com a outra controlar a articulação e a intensidade do instrumento. (David Waxman - maio de 1995)*[104]

Como ilustração dos conceitos aqui apresentados, descreveremos a seguir a "Batuta Digital".

A "Batuta Digital" foi o projeto de mestrado de Teresa Anne Marrin desenvolvido no *M.I.T. Media Lab*[105] *em 1996*, apresentando o protótipo de um novo tipo de instrumento digital. A autora desenvolveu esse dispositivo para utilização na *Brain Opera* [Ópera Cerebral], obra inspirada nas idéias de Marvin Minsky [um dos pais da inteligência artificial] utilizando uma geração de novos instrumentos equipados de múltiplos sensores. A *Brain Opera* centra-se antes num conjunto de experiências - emocionais, psicológicas - com o objetivo de explorar os mistérios da

---

[103] In SORID, D. (2000) *Giving Computers a Sense of Touch*. The New York Times on the WEB, <http://www.caip.rutgers.edu/vr2000/nytimes.html>

[104] WAXMAN, D. M. (1995) *Digital Theremins: Interactive Musical Experiences for Amateurs Using Electric Field Sensing*. Tese de mestrado, Massachusetts Institute of Technology, < http://www.media.mit.edu/~waxman>.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

música e do espírito humano. A *Brain Opera* é uma experiência interativa concebida em três partes: *Mind Forest*, *Brain Opera Performance* e *Net Music*. O espaço de *Mind Forest*, concebido pelo arquiteto Ray Kinoshita, simula o interior de um cérebro humano dentro do qual o público se desloca livremente em torno dos hiper-instrumentos. Esse ambiente interativo responde aos estímulos gerados pelo movimento do público através de sons e imagens. A *Brain Opera Performance* é uma composição em três movimentos interpretada em cena por três músicos em três hiper-instrumentos: a Cadeira Sensitiva (*Sensitive Chair*), a Parede dos Gestos (*Gesture Wall*) e a Batuta Digital (*Digital Baton*). *Net Music* permite ao público de todo o mundo participar na *Brain Opera* interagindo à distância através de instrumentos disponibilizados na Internet, ou do envio de música.

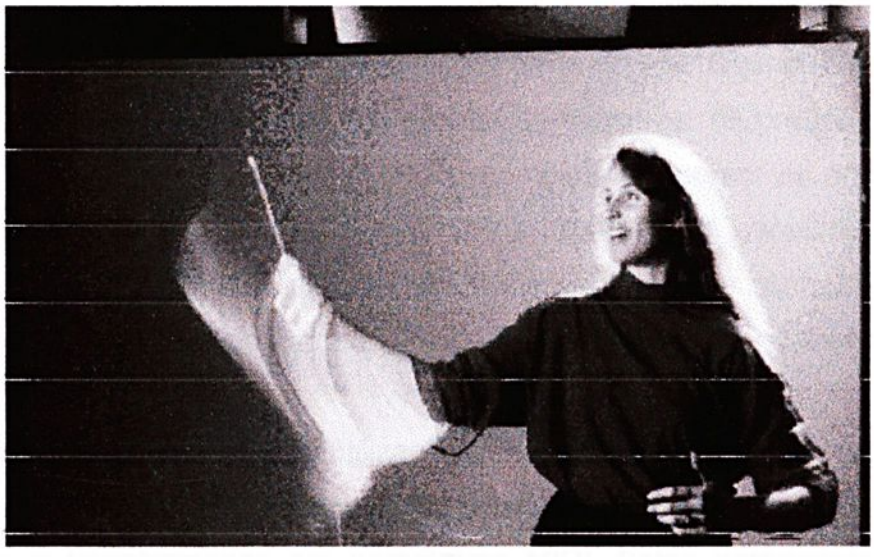


Figura 24 – Teresa Anne Marrin regendo com a Batuta Digital

A Batuta Digital é um dispositivo eletrônico designado inicialmente para gravar os movimentos da linguagem gestual dos regentes. Ela mede seus próprios movimentos e a pressão da superfície através de onze formas separadas, transmitindo as informações continuamente. Esses onze canais de dados são capturados, analisados e aplicados como controladores de parâmetros num sistema de softwares que executa o resultado musical. A Batuta Digital combina, com grande

---

[105] MARRIN, T. A. (1996) Toward an Understanding of Musical Gesture: Mapping Expressive Intention with the Digital Baton. Tese de Mestrado, Massachusetts Institute of Technology, < http://www.media.mit.edu/~marrin>.

precisão, pequenas ações motoras com uma vasta gama de controladores expressivos.

Como um instrumento digital - um objeto eletrônico com certas propriedades musicais - a Batuta Digital não está limitada à noção estrita do seu comportamento, ou seja, não precisa sempre assumir o papel de uma batuta de um regente. Ela foi pensada como um controlador digital (seus dados de saída podem ser analisados e aplicados conforme o desejado) e não produz nenhum som por si mesma. Sua identidade é infinitamente reconfigurável. De fato, seu único fator limitante está no seu tamanho e forma que restringem os modos pelos quais pode ser segura e manipulada.

Esta flexibilidade concede a Batuta Digital uma gama muito rica de metáforas possíveis e modelos para sua identidade e utilização. Seu comportamento pode extrapolar em muito as perspectivas normais de um instrumento, permitindo ainda, uma revisão e atualização constante por parte do seu usuário.

A Batuta Digital possui três famílias de sensores: de pressão, aceleração e posicionamento. Esses sensores, quando combinados, geram os onze canais de informações de dados contínuos. Esses dados representam capacidades técnicas sensórias e são então processados em um poderoso software computacional. Esse tipo de processamento faz da Batuta Digital uma ferramenta incrivelmente poderosa na detecção do gesto expressivo.

Em uma das possíveis utilizações, inclusive educacional, o software gera uma partitura musical para ser regida pelo usuário. Os dados gestuais são processados e transformados em parâmetros MIDI. Estes parâmetros vão sendo realizados sonoramente em tempo-real pela placa MIDI, o que cria uma espécie de orquestra virtual.

O projeto da Batuta Digital envolveu diferentes campos, tais como: novos instrumentos musicais, o estudo da regência, as interfaces das linguagens gestuais (não-verbais), dispositivos de controle remoto, objetos digitais inteligentes etc.

Os campos envolvidos representam a interdependência entre várias disciplinas que respondem por necessidades específicas no projeto, tais como: modelação, *design*, interfaces, eletrônica, sensores óticos, sensores de aceleração, softwares, composição musical, orquestração, regência etc.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

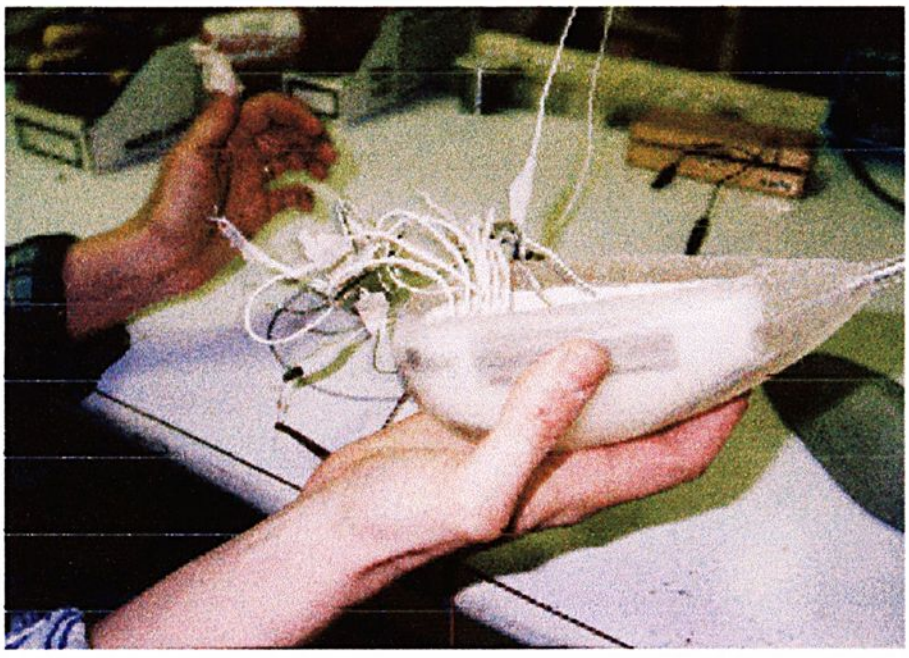


Figura 25 - Visão do interior da Batuta Digital

O estágio atual da Batuta Digital ainda não conseguiu realizar plenamente o cenário sugerido pelas perspectivas aqui apresentadas, mas é claro que o seu desenvolvimento contínuo proporcionará um tipo de interação que, com certeza, representará outro estágio no estudo de elementos teórico-perceptivos musicais no computador.

Capítulo III

O projeto do *software* "Exercícios e Treinamentos Musicais"

Capítulo III

3.0 - O projeto do Software "Exercícios e Treinamentos Musicais"

Neste capítulo, os assuntos já abordados como: computador, ensino-aprendizagem, simulação, entre outros relacionados no advento da reprodução sonora por máquinas simuladoras, "criadoras", geradoras, gravadoras e reprodutoras de sons que, através do conhecimento relacionado às áreas da Acústica (síntese das ondas sonorar), Informática (sintetizadores, módulos e placas MIDI), Teoria Musical, Processo Ensino-Aprendizagem, traçaram as linhas percorridas que culminaram com o projeto do software "Exercícios e Treinamentos Musicais".

Calsavara[106] afirma que a qualidade do produto de software está diretamente relacionada à qualidade do processo de software, diversos modelos e normas para a definição e melhoria de processos de software têm sido desenvolvidos. Modelos como o SW-CMM (SW-CMM – Capability Maturity Model for Software)[107] e o SPICE (SPICE – Software Process Improvement and Capability dEtermination, atualmente, ISO/IEC TR 15504)[108] são cada vez mais conhecidos e utilizados, tanto internacionalmente, como no Brasil, conforme demonstra a pesquisa de Qualidade e Produtividade no Setor de Software Brasileiro, realizada bienalmente pelo Ministério da Ciência e Tecnologia[109]. Da mesma forma o são as normas de qualidade de produto[110] e processo de software[111].

---

[106] CALSAVARA, A. et al. [2000] *Aderência do RUP à norma NBR ISO/IEC 12207*, <http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/ edicoes/2000/bb104/software.htm>

[107] PAULK, M. et al. (1993) Capability Maturity Model for software, Version 1.1. Pittsburg: SEI, Carnegie Mellon University, <http://www.sei.cmu.edu/pubs/ documents/93.reports/pdf/ 93tr024.pdf>

[108] INTERNATIONAL STANDARD ORGANIZATION. ISO/IEC TR 15504: Information Technology - software process assessment, <http://www.sqi.cit.gu.edu.au/spice/>

[109] (2000) Qualidade no setor de software brasileiro. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia. <http://www.mct.gov.br/Temas/info/dsi/palestra/ palestras.htm>

[110] (1996) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 13596 – tecnologia de informação - avaliação de produto de software: características de qualidade e diretrizes para o seu uso. Rio de Janeiro: ABNT.

[111] (1998) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO/IEC 12207 – tecnologia de informação: processos de ciclo de vida de software. Rio de Janeiro: ABNT.

unesp

Para se manterem genéricos o suficiente e poderem ser adaptados aos vários contextos a que se destinam, estes modelos e normas estabelecem **o que** deve ser feito e não **como** deve ser implementado. Ou seja, estabelecem quais são os processos que devem estar presentes para garantir o sucesso dos projetos, mas não oferecem orientações sobre qual modelo, ciclo de vida, ferramenta, linguagem ou ambiente deve ser utilizado. Por outro lado, todo dia surgem novos paradigmas, métodos e ferramentas de desenvolvimento pregando ser a solução definitiva para os problemas dos projetos de software.

Como observamos, na área de softwares educativos o problema se torna mais grave, pois os entraves também abrangem questões filosóficas ligadas ao processo de ensino-aprendizagem.

Na construção do Programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" procuramos seguir os ditos "conselhos úteis", presentes na maioria dos manuais de projeto e programação para computadores[112] em diversas linguagens, procurando dar atenção especial aos padrões presentes na maioria dos aplicativos existentes do ambiente operacional Windows.

3.1 – O Visual Basic

O desenvolvimento do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" só foi possível com a adoção de uma linguagem de programação básica e flexível que permitiu o uso dos recursos multimídia, criação e programação dos elementos básicos teórico-peceptivos musicais utilizando o dispositivo MIDI do computador, a implementação de rotinas e acesso a banco de dados permitindo o arquivamento dos dados pertinentes a cada usuário para possível avaliação de desempenho.

3.1.1 - Basic

Basic é uma linguagem de programação que foi criada em 1963 por John Kemeny e Thomas Kurtz no Dartmouth College com o propósito de ensinar conceitos de programação, enfatizando a clareza, em prejuízo da velocidade e eficiência. Ela foi a primeira linguagem fácil de usar que permitia ao usuário

---

[112] Programmer's Guide, [site para programadores da Microsoft] <http://msdn.microsoft.com/ library/default.asp?url=/library/en-us/vbcon98/html/ vbconProgrammersGuide.asp>

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

concentrar-se nos métodos e algoritmos para resolver tarefas de programação, em vez de se preocupar com os métodos e algoritmos exigidos pela máquina para construir e depurar os programas.

O Basic amadureceu[113] no decorrer dos anos, especialmente depois que Bill Gates e a Microsoft começaram a se envolver com a linguagem. Em 1982, a Microsoft lançou o Microsoft QuickBasic que revolucionou o Basic e o legitimou como um linguagem séria para o ambiente MS-DOS. Os números de linha foram eliminados e alguns recursos "modernos" foram adicionados, como subprogramas e tipos de dados estruturados definidos pelo usuário. Capacidades gráficas e de som avançadas deram aos programadores QuickBasic poderes além dos normalmente disponíveis nas linguagens C, Pascal e FORTRAN. Os programas em QuickBasic tinham outra vantagem: podiam ser executados nos modos interativo e interpretado, ou ser compilados em programas executáveis adequados à comercialização.

3.1.2 – Características do Visual Basic (VB)

O VB manteve a maioria dos recursos avançados do QuickBasic e adicionou muitos outros novos aperfeiçoamentos para o desenvolvimento de programas para o Windows.

É uma linguagem de programação visual também chamada de linguagem de quarta geração. Isto quer dizer que um grande número de tarefas são realizadas sem a necessidade de se escrever linhas de códigos de programação.

O VB também é um programa baseado em objetos, mesmo que não orientado a objetos como o C++ e o JAVA. A diferença é que o VB apesar de utilizar objetos com propriedades e métodos carece dos mecanismos de herança e polimorfismo aspectos importantes das linguagens orientadas a objetos como JAVA e C++.

---

[113] A Microsoft apresentou inúmeros interpretadores e compiladores Basic ao longo do tempo: MMBASIC, BASICA, GW-BASIC e o QuickBasic. O Visual Basic foi a primeira versão usada exclusivamente para a elaboração de programas para o Windows.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Os programas gerados pelo VB são orientados por eventos, um conceito fundamental nos aplicativos Windows. A idéia principal neste conceito é de que a aplicação é composta de vários subprogramas e estes por sua vez estão associados a um determinado evento (por exemplo, um clique no mouse sobre um botão). Desta forma estes subprogramas são ativados quando determinados eventos necessários ocorrerem.

Algumas Definições Básicas do VB	
Controle	Ferramenta que se utiliza para criar objetos em formulário(s). Os controles são selecionados na caixa de ferramentas e utilizados para desenhar objetos no formulário, com o auxílio do mouse. Utiliza-se a maioria dos controles para criar os elementos de interface do usuário, tais como botões de comando, caixas de imagem e caixas de listagem.
Objetos	Em VB, é um termo que se refere a formulários, controles, a própria aplicação, área de transferência, janela de depuração, impressora, e a tela.
Propriedades	Um atributo ou qualidade de um objeto. Propriedades definem as características de um objeto (tal como tamanho, cor, posição na tela) ou comportamento dos objetos (se ele está habilitado ou não, etc). Em código, o formato para a configuração de uma propriedade é Objeto.Propriedade = Valor, em que Objeto é o nome do objeto a ser personalizado, Propriedade é a característica que se deseja alterar e Valor é a nova da configuração da propriedade.
Evento	Uma ação reconhecida pelo objeto, tal como o clique do mouse ou pressionamento de uma tecla, associado a um trecho de programa elaborado para tratamento deste evento. Eventos podem ocorrer como resultado de uma ação do usuário, código de programa, ou ainda disparados pelo sistema operacional.
Procedimentos dos Eventos	É um bloco de código executado quando um objeto é manipulado em um programa. Por exemplo, quando se dá um clique no primeiro botão de comando em um programa, o procedimento de evento Command_Click é executado. Os procedimentos de eventos tipicamente avaliam e configuram as propriedades e utilizam outras instruções para desempenhar as tarefas do programa.
Instrução de Programa	É uma palavra-chave no código que faz o trabalho do programa. As instruções de programa do Visual Basic criam espaço de armazenagem para os arquivos de dados abertos, fazem cálculos e executam várias outras tarefas importantes.
Variável	É um espaço da memória que guarda temporariamente os dados de um programa. Os programadores criam variáveis para armazenar os resultados de um cálculo, criar nomes de arquivos, processar entrada de dados e assim por diante. Números, nomes e valores de propriedade podem ser armazenados em variáveis.
Método	É uma instrução especial que desempenha uma ação ou um serviço para um objeto em particular em um programa. Em código de programa, a notação para utilizar um método é Objeto.Método = Valor, em que Objeto é o nome do objeto que se quer alterar, Método é o comando que se quer utilizar para alterar o objeto e Valor é um argumento opcional a ser utilizado pelo método.

Tabela 5 – Algumas definições básicas do VB



O ambiente de desenvolvimento do Microsoft Visual Basic permitiu a execução de inúmeras tarefas, a saber:

- Definr as características (propriedades) dos objetos na interface com o usuário;
- Personalizar o código do programa para os objetos da interface com o usuário.
- Desenhar as diversas janelas e controles[114] componentes do aplicativo na geração de uma interface interativa.
- Codificar as diferentes rotinas necessárias ao funcionamento da aplicação.
- Verificar, passo a passo, cada uma das instruções do programa.
- Gerenciar o projeto, criando, adicionando e salvando os arquivos componentes.
- Compilar o projeto em um arquivo executável, apto a rodar o aplicativo independentemente do ambiente de desenvolvimento.

[114] Um controle é um objeto gráfico incluído numa janela para permitir ou melhorar sua interação com o usuário. Alguns exemplos de controles: caixas de texto, de verificação e de listagem, botões de comando e de opção, barras de rolagem e outros.

unesp

3.2 - Etapas do desenvolvimento da aplicação

O desenvolvimento do aplicativo obedeceu quatro etapas básicas que podem ser resumidas como:

1. Definição dos objetivos do programa;
2. Delimitação do conteúdo;
3. Estudo das rotinas necessárias ao funcionamento do programa;
4. Criação da interface com o usuário utilizando os controles disponíveis no Visual Basic[115];

3.2.1 – Definição dos objetivos do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais"

O programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" foi concebido para treinamento de estudantes e profissionais de música. Funciona como uma possibilidade complementar no processo de ensino-aprendizagem de elementos teórico-perceptivos musicais elementares, portanto, os tópicos utilizados pelo programa devem ter sido anteriormente trabalhados com a orientação de um professor.

O básico do programa é tentar manter um caráter lúdico através de proposições de questões teórico-perceptivas.

A idéia principal contida no programa é gerar exercícios e treinamentos onde o aprimoramento da velocidade na reflexão e no reconhecimento dos elementos musicais elementares ou básicos possibilite um reforço conceitual de tais elementos enfocados e o seu conseqüente reconhecimento e utilização em outros contextos. Todas as respostas dos usuários dependem do: ouvir - refletir - responder.

---

[115] Tentamos nos ater aos "Princípios Básicos de Usabilidade" descritos por Nielsen: diálogo simples e natural, fale a língua do usuário, minimize a carga de memória do usuário, consistência nos dados, retorno às ações do usuário, saídas claramente marcadas, atalhos, boas mensagens de erro, prevenção de erros, ajuda e documentação (NIELSEN, J. (1993) Usability Engineering. Chestnut Hill, Ma: Academic Press).

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

A forma de organização dos elementos teóricos tradicionais no programa possibilita que grande parte das possibilidades de cada item teórico seja abarcada.

A principal característica do programa é trabalhar com conceitos pertinentes da estruturação musical unidos à percepção auditiva de tais elementos.

A primeira divisão importante do programa é a distinção feita entre treinamento e exercícios. Esta distinção além de conceitual é estratégica.

Todos os exercícios ou os treinamentos são aleatórios.

Treinamento é, no programa, uma espécie de laboratório onde além de se tentar responder proposições, pode-se experimentar "coisas" em função dos contextos gerados.

O tempo para as respostas não é levado em consideração.

Pode-se ouvir o item proposto quantas vezes for desejado.

O programa limita-se a mostrar se determinado item da proposição está "certo", "errado" ou "sem resposta".

Nos exercícios existe um tempo específico para cada resposta e também um limite no número de vezes que se pode ouvir para responder (a maioria das vezes uma só). O programa computa não só o número de acertos e erros, mas também o tempo despendido para a realização de cada exercício. Forma-se, com este procedimento, um contexto estatístico que possibilita uma (auto)avaliação. Os dados dos exercícios são arquivados no banco de dados do programa.

A organização teórica do programa parte do elemento musical mais básico: a nota musical.

As notas são organizadas em escalas (no nosso caso: maiores, menores ou cromáticas) ou nos modos (Jônio, Dórico, Frígio, Lídio, Mixolídio, Eólio e Lócrio); as notas musicais, conectadas às escalas e aos modos, geram contextos onde os intervalos musicais se enquadram; os intervalos musicais são organizados em tríades e, finalmente, em acordes.

Resumindo: NOTAS, INTERVALOS, TRÍADES, ACORDES, ESCALAS e MODOS. A partir da organização desses elementos teóricos todos os treinamentos e exercícios do programa serão gerados.

unesp

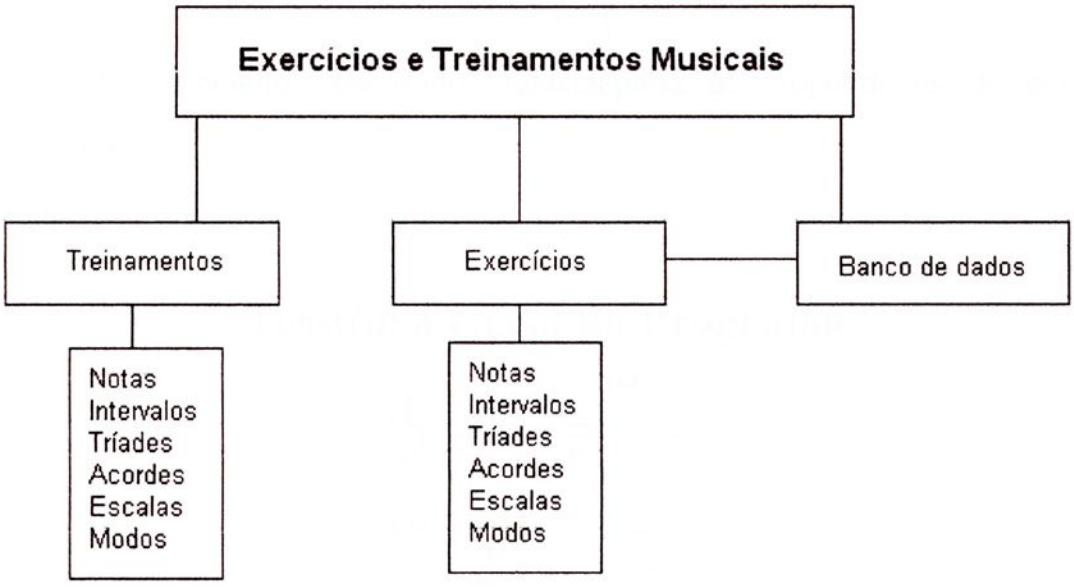


Figura 26 – Organização do programa

3.2.1.1 - Os Níveis de Dificuldade

Todos os treinamentos e exercícios podem ser realizados em 16 Níveis de possibilidades divididos em quatro níveis principais com quatro sub-níveis cada, a saber:

- Iniciante 1, Iniciante 2, Iniciante 3 e Iniciante 4;
- Intermediário 1, Intermediário 2, Intermediário 3 e Intermediário 4;
- Avançado 1, Avançado 2, Avançado 3 e Avançado 4;
- Desafio 1, Desafio 2, Desafio 3 e Desafio 4.

INSTITUTO DE ARTES · UNESP
BIBLIOTECA

3.2.1.2 – Delimitação de cada nível

Os parâmetros escolhidos relacionados às propriedades do som no programa são:

Altura

Tessitura Geral do Programa

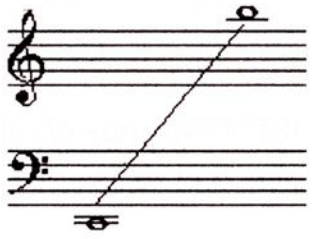


Figura 27 – Tessitura geral do programa

Duração

Tabela Geral das Durações



Figura 28 – Tabela geral das durações

Intensidade

TABELA GERAL DE INTENSIDADES

ppp — 57
pp — 69
p — 81
mf — 93
f — 105
ff — 117
fff — 127

A Propriedade do som INTENSIDADE varia, na linguagem MIDI, de 0 a 127.

Figura 29 – Tabela geral das intensidades

Timbre

Tanto os exercícios como os treinamentos serão executados com timbres diferentes e aleatórios padrão *General Midi*. Dependendo da qualidade da placa de som e do equipamento os resultados serão mais ou menos interessantes, mas acreditamos que mesmo em um equipamento mínimo, não cheguem a impossibilitar a realização dos exercícios e treinamentos.

A escolha dos Timbres para utilização no Programa baseou-se nos seguintes critérios:

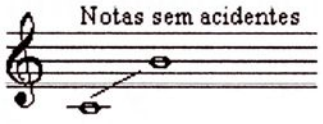
- Os Timbres escolhidos permanecem soando todo o tempo da duração da nota (não são de pouco *sustain* como o piano, o violão, etc.)
- As notas dos instrumentos escolhidos estão, de um modo geral, de acordo com a escala geral de alturas utilizada no programa, i.e., não precisam ser transpostos.

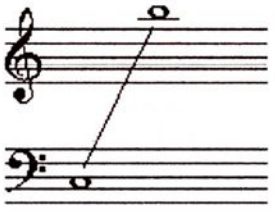
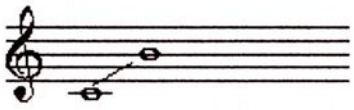
Os 13 timbres escolhidos foram: Cordas, Vozes Humanas, Metais, Trompete, Trombone, Tuba, Trompa, Saxofone, Flautim, Flauta, Oboé, Clarinete e Fagote.

unesp

Algumas rotinas do programa cuidam para que os timbres dos instrumentos soem nas suas devidas tessituras, ou seja, as alturas musicais serão executas por instrumentos que possuam, em uma situação real, as notas utilizadas.

A tabela abaixo sintetiza o que pode acontecer em cada um dos 16 níveis em relação as propriedades do som:

NÍVEL	ALTURA	DURAÇÃO	INTENSIDADE	TIMBRE
Iniciante 1	**Iniciante 1** Notas sem acidentes 		*ppp* ao *fff*	Cordas
Iniciante 2	**Iniciante 2**  Notas sem Acidentes.		*ppp* ao *fff*	Cordas
Iniciante 3	**Iniciante 3** Notas sem Acidentes. 		*ppp* ao *fff*	Metais

NÍVEL	ALTURA	DURAÇÃO	INTENSIDADE	TIMBRE
Iniciante 4	**Iniciante 4**  Notas sem Acidentes.		*ppp* ao *fff*	Metais
Intermediário 1	**Intermediário 1**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb)		*ppp* ao *fff*	Geral
Intermediário 2	**Intermediário 2**  As 7 Notas Naturais mais: o Sib (ou Lá#)		*ppp* ao *fff*	Geral
Intermediário 3	**Intermediário 3**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#)		*ppp* ao *fff*	Geral

NÍVEL	ALTURA	DURAÇÃO	INTENSIDADE	TIMBRE
Intermediário 4	**Intermediário 4**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#)		*ppp* ao *fff*	Geral
Avançado 1	**Avançado 1**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#) o Mib (ou Ré#)		*ppp* ao *fff*	Geral
Avançado 2	**Avançado 2**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#) o Láb (ou Sol#)		*ppp* ao *fff*	Geral
Avançado 3	**Avançado 3**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#) o Mib (ou Ré#) o Láb (ou Sol#)		*ppp* ao *fff*	Geral

unesp

NÍVEL	ALTURA	DURAÇÃO	INTENSIDADE	TIMBRE
Avançado 4	**Avançado 4**  As 7 Notas Naturais mais: o Fá# (ou Solb) o Sib (ou Lá#) o Mib (ou Ré#) o Láb (ou Sol#)		*ppp* ao *fff*	Geral
Desafio 1	**Desafio 1**  Todas as 12 Notas com enarmonia		*ppp* ao *fff*	Geral
Desafio 2	**Desafio 2**  Todas as 12 Notas com enarmonia		*ppp* ao *fff*	Geral
Desafio 3	**Desafio 3**  Todas as 12 Notas com enarmonia	Todas	*ppp* ao *fff*	Geral

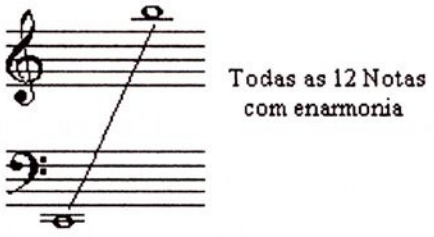
NÍVEL	ALTURA	DURAÇÃO	INTENSIDADE	TIMBRE
Desafio 4	Desafio 4  Todas as 12 Notas com enarmonia	Todas	*ppp* ao *fff*	Geral

Tabela 6 – Os níveis e as propriedades do som

Essas delimitações tornam possível o estudo dos elementos teóricos gradualmente, isto é, determinados treinamentos ou exercícios podem ser feitos de acordo com dificuldades e/ou necessidades específicas.

Estes níveis, portanto, não devem ser pensados simplesmente como sendo degraus de uma escada. Cada um deles impõe determinadas restrições no universo de possibilidades das propriedades do som. Isto implica que pode-se ter um determinado treinamento ou exercício no nível Iniciante1 "mais difícil" que um outro no Desafio4.

Deve-se conhecer bem as restrições de cada nível e, a partir delas, montar treinamentos e/ou exercícios que correspondam aos determinados objetivos ou necessidades.

3.3 – O conteúdo do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais"

O material teórico básico ou elementar do programa sintetiza toda a complexidade apresentada e discutida até aqui. O ponto vital de nosso empreendimento é a possibilidade de apresentar esses elementos organizados de forma a construir aleatoriamente exercícios e treinamentos teórico-auditivos concatenados.

Nosso modo de proceder frente aos problemas, que surgiram na organização desses elementos, foi optar por uma solução que correspondesse, sempre que possível, a pratica dos estudos relacionados ao contraponto (eventos sucessivos) e harmonia (elementos simultâneos).

O material constituinte do programa ficou assim dividido:

- **Notas**: ênfase melódica contextualizada em escalas ou modos;
- **Intervalos**: ênfase melódica e harmônica;
- **Tríades**: ênfase melódica e harmônica;
- **Acordes**: Sempre tétrades (quatro sons), ênfase melódica e harmônica, com ou sem sétimas acrescentadas.
- **Modos**: ênfase melódica e harmônica. Os modos geram contextos onde as Notas, Intervalos, Tríades e Acordes passam a ser novamente observados.
- **Escalas**: ênfase melódica e harmônica. A escala gera também o contexto onde as Notas, Intervalos, Tríades e Acordes passam a ser novamente observados.

O ponto central, e talvez o de maior controvérsia, está na generalização conceitual dos intervalos no que se refere à questão da consonância e dissonância. Adotamos uma classificação que se apóia, sempre que possível, nos aspectos tradicionais apresentados.

unesp

Os intervalos foram assim assumidos:

INTERVALOS (Relação entre duas notas)			
Harmônicos (Simultâneos)		Melódicos (Sucessivos)	
Consonâncias	Dissonâncias	Consonâncias	Dissonâncias
Uníssono Justo; Oitava Justa; Quinta Justa; Terças Maiores e Menores; Sextas Maiores e Menores.	Quarta Justa; Segundas Maiores e Menores; Sétimas Maiores e Menores; Aumentados; Diminutos.	Uníssono Justo; Oitava Justa; Quinta Justa; Quarta Justa; Terças Maiores e Menores; Sextas Maiores e Menores; Segundas Maiores e Menores.	Sétimas Maiores e Menores; Aumentados; Diminutos.
Os intervalos harmônicos superiores a uma oitava (compostos) são classificados mantendo a mesma designação dos intervalos simples. A quarta justa será considerada dissonância sempre que envolver o som mais grave de um aglomerado sonoro (de duas ou mais notas). Como um intervalo envolve forçosamente somente duas notas, o intervalo de quarta justa será considerado dissonância harmônica.		Os intervalos melódicos superiores a uma oitava são considerados tecnicamente dissonâncias. Os intervalos melódicos são classificados também como ascendentes, descendentes ou nulo, isto é, sem movimento melódico	

Tabela 7 – Classificação dos Intervalos

As tríades foram assumidas como uma relação superposta de três notas em intervalos de terças (maiores e/ou menores) que podem acontecer com sons sucessivos e/ou simultâneos. A questão do grau de consonância ou dissonância das tríades não é diretamente exigida, ficando como um dado subjacente construtor no reconhecimento auditivo, ou seja, o grande número de possibilidades de construção de tríades a partir de saltos melódicos (ascendentes e/ou descendentes) combinados, constitui um exercício de abstração no que tange a tais enquadramentos melódicos conectados às tríades ideais respectivas (maiores, menores, aumentadas e diminutas). Por exemplo, um salto melódico de quarta justa ascendente só pode gerar uma tríade Maior ou Menor (o salto seguinte deve ser de terça-maior ascendente ou sexta-menor descendente para a geração de uma tríade Maior, ou de terça-menor ascendente ou sexta-maior descendente para a geração de uma tríade Menor). O estudo teórico dessas possibilidades pode ser um ponto de partida para o mapeamento de todas as combinatórias possíveis.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

No programa as tríades podem ser:

TRÍADES (Relação de três notas em intervalos de terças)		
CLASSIFICAÇÃO	**FORMAÇÃO IDEAL**	**POSSIBILIDADES**
Maior	3ª M e 3ª m – a 5ª decorrente é justa	As três posições
Menor	3ª m e 3ª M – a 5ª decorrente é justa	As três posições
Diminuta	3ª m e 3ª m – a 5ª decorrente é diminuta	As três posições
Aumentada	3ª M e 3ª M – a 5ª decorrente é aumentada	Somente a posição fundamental

As três posições são: Posição fundamental (a fundamental é o som mais grave), Primeira Inversão (a terça é o som mais grave) e Segunda Inversão (a quinta é o som mais grave).

Devido as possibilidades de enarmonizações da tríade aumentada foi assumido, como maneira de viabilizar o programa de treinamento, somente a posição fundamental.

A questão consonância ou dissonância das tríades não são enfatizadas.

Tabela 8 – Classificação dasTríades

A partir do conceito de que acorde é um aglomerado sonoro (vários sons), viabilizar sua conexão com o programa teve de seguir uma série de medidas restritivas. O princípio de construção das tríades serviu como modelo de construção dos acordes.

- Os acordes no programa sempre serão tétrades (quatro sons);
- Quando não houver dissonância agregada, o som fundamental estará dobrado;
- A dissonância agregada será sempre a de sétima (maior, menor ou diminuta, conforme o caso);
- Os acordes estarão sempre em posição fundamental (a fundamental é o som mais grave) e os outros três sons, ou seja, terça, quinta e sétima (ou fundamental dobrada), poderão aparecer em qualquer ordem.

unesp

As possibilidades dos acordes geradas no programa são:

Possibilidades	Acréscimo
MAIOR	*Triádico*
	com 7ª Maior
	com 7ª Menor
MENOR	*Triádico*
	com 7ª Maior
	com 7ª Menor
AUMENTADO	*Triádico*
	com 7ª Maior
	com 7ª Menor
DIMINUTO	*Triádico*
	com 7ª Maior
	com 7ª Menor
	com 7ª Diminuta
A palavra triádico é usada quando o acorde tem as mesmas notas de sua tríade geradora. A fundamental necessariamente está dobrada.	

Tabela 9 – Classificação dos Acordes

Os modos e as escalas estão dispostos no programa de forma a gerarem exercícios e treinamentos que exploram uma conexão dos aspectos estruturais (armadura de clave, alterações de notas conforme o caso, posição das notas na escala ascendente e descendentemente, etc.), com os aspectos harmônicos (tríades e acordes formados a partir dos graus do modo ou da escala) e os aspectos melódicos (intervalos possíveis a partir do modo ou da escala). Os elementos anteriores (notas, intervalos, tríades e acordes) são novamente praticados contextualizados a partir do modo ou da escala gerados.

Os sete modos podem ser: Jônio, Dórico, Frígio, Lídio, Mixolídio, Eólico e Lócrio.

As escalas podem ser: Maior, Menor modal (antiga ou primitiva – o modo eólio), Menor Harmônica e Menor Melódica.

Obviamente, a construção das escalas e modos segue os pressupostos teóricos da teoria tradicional.

3.4 – Algoritmos fundamentais do Programa

3.4.1 – A aritmética básica do programa em relação às notas, os intervalos e o dispositivo MIDI

Do ponto de vista matemático, uma nota, presente no dispositivo MIDI, pode ser representada por um determinado número inserido num universo limitado de números (qualquer número de 0 a 126 – 127 possibilidades). A nota dó central, por exemplo, ocupa a posição 60. Este universo pode ser dividido qualitativamente em um universo ideal, no nosso caso, em função do número de partes da divisão do *diapasôn* ou oitava. Utilizando a nossa escala cromática[116] o universo ideal seria a divisão duodenária e a representação dos números a seguinte:

NÚMERO	NOTA
0	Dó
1	Dó# ou Réb
2	Ré
3	Ré# ou Mib
4	Mi
5	Fá
6	Fá# ou Solb
7	Sol
8	Sol# ou Láb
9	Lá
10	Sib ou Lá#
11	Si

Tabela 10 – Numeração das Notas

O próximo número o 12 (doze) e os múltiplos de 12 (24, 36, 48, 60,...) seriam todos a nota dó algumas oitavas ou *diapasôn* acima da nota dó 0 (zero); o mesmo é verdade em relação aos outros números, mesmo fora do intervalo do universo ideal.

---

[116] Nessa primeira divisão as possibilidades de enarmonização das notas envolvidas não são levadas em consideração.

A tabela abaixo demonstra a divisão das notas no programa acessadas no dispositivo MIDI

Diapasôn ou Oitava	Nota Dó	Nota Dó# ou Réb	Nota Ré	Nota Ré# ou Mib	Nota Mi	Nota Fá	Nota Fá# ou Solb	Nota Sol	Nota Sol# ou Láb	Nota Lá	Nota Sib ou Lá#	Nota Si
oitava Nº	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
3	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
4	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
5	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
6	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
7	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
8	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
9	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
10	120	121	122	123	124	125	126					
N.º da nota dividido por 12	0 + 12 vezes n	1 + 12 vezes n	2 + 12 vezes n	3 + 12 vezes n	4 + 12 vezes n	5 + 12 vezes n	6 + 12 vezes n	7 + 12 vezes n	8 + 12 vezes n	9 + 12 vezes n	10 + 12 vezes n	11 + 12 vezes n

Tabela 11 – Divisão das notas

A operação básica para descobrir o nome de nota de um determinado número é dividir o número por 12. Por exemplo, Qual o nome da nota que ocupa a posição 459?

459 :12 = **38** e sobra (ou resto) **3**.

Note que na divisão o resto é sempre maior ou igual a zero e menor que o número de partes do universo ideal, ou seja, no nosso exemplo, o número da sobra nunca seria maior ou igual a 12 (doze).

Dois são os valores que nos interessam, **38** e **3.** O primeiro representa o número de oitavas que a nota está acima da oitava ideal; o segundo representa a nota inserida naquela oitava. No caso **3** é igual a nota Ré# ou Mib.

Na verdade o que acontece nessa operação, denominada pela matemática de **Módulo**[117]**,** é a divisão do universo dos números inteiros em porções

[117] Quantidade que se toma como unidade de qualquer medida (AURÉLIO, 1999).

geométricas (intervalos) iguais delimitadas, no nosso caso pela quantidade de notas ou freqüências inseridas no *diapasôn*.

Observe na próxima tabela que se continuássemos até a oitava **38** atingiríamos, conseqüentemente, a nota do nosso exemplo:

Diapasôn ou Oitava	Nota Dó	Nota Dó# ou Réb	Nota Ré	Nota Ré# ou Mib	Nota Mi	Nota Fá	Nota Fá# ou Solb	Nota Sol	Nota Sol# ou Láb	Nota Lá	Nota Sib ou Lá#	Nota Si
0 - Ideal	0	1	2	**3**	4	5	6	7	8	9	10	11
1	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
2	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
3	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
4	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59
5	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
6	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
7	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
8	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
N.º da nota dividido por 12	0 + 12 vezes n	1 + 12 vezes n	2 + 12 vezes n	3 + 12 vezes n	4 + 12 vezes n	5 + 12 vezes n	6 + 12 vezes n	7 + 12 vezes n	8 + 12 vezes n	9 + 12 vezes n	10 + 12 vezes n	11 + 12 vezes n
38	456	457	458	**459**	460	461	462	463	464	465	466	467

Tabela 12 – Divisão prolongada das notas

Seguindo o mesmo raciocínio poderíamos designar as distâncias possíveis de duas notas ou freqüências dentro deste universo, já que sob o mesmo ponto de vista da matemática, o Intervalo pode ser medido pela diferença entre dois números desde que esses números representem as posições escalísticas ideais das notas possíveis já divididas em subconjuntos ou partes iguais ao número de notas inseridas no *diapasôn* ou oitava.

No nosso exemplo da escala cromática as seguintes possibilidades se apresentam:

NÚMERO	INTERVALO
0	Uníssono justo
1	2ª menor
2	2ª maior
3	3ª menor
4	3ª maior
5	4ª justa
6	4ª aumentada ou 5ª diminuta
7	5ª justa
8	6ª menor
9	6ª maior
10	7ª menor
11	7ª maior

Tabela 13 – Tabela de classificação dos intervalos

Como calcular o intervalo entre as notas que ocupam a posição 69 e 100, respectivamente?

A resposta pode ser obtida em três passos.

O primeiro passo para a classificação do intervalo é descobrir a direção do intervalo. Isto é obtido observando a grandeza de cada um dos números envolvidos. No nosso exemplo, 69 é menor que 100, portanto, o intervalo é ascendente, ou seja vai do grave para o agudo. Quando o primeiro número é maior do que o segundo, o intervalo é descendente, ou seja vai do agudo para o grave. Se os números forem iguais o intervalo não tem direção e, fora as possíveis enarmonizações, é a mesma nota (um intervalo de uníssono justo).

O segundo passo é determinar os nomes das notas envolvidas. Isto pode ser obtido realizando a operação de módulo já explicada anteriormente.

unesp

O cálculo das notas:

1ª Nota - 69 : 12 = 5 e sobra **9** portanto a nota **Lá**;

2ª Nota - 100 : 12 = 8 e sobra **4** portanto a nota **Mi**.

O terceiro passo do cálculo do intervalo é obtido pelo módulo da diferença entre os números iniciais do maior para o menor.

Diferença entre os números:

100 - 69 = 31

Operação de Módulo:

31 : 12 = **2** e sobra **7**

O resultado do intervalo é, observando o número **7** na ordem anterior, igual a **Quinta justa** ou **7** notas à frente com mais duas oitavas (o número **2**) de diferença portanto composto[118].

Organizando melhor os dados: O intervalo entre as notas ocupadas pelas posições 69 e 100 é de **5ª justa ascendente composta** e representam as notas **Lá** e **Mi**, respectivamente.

A operação de módulo é normalmente empregada em diversas áreas como teoria musical, informática (lógica de programação) e outras. Esta foi uma "ferramenta" básica utilizada na organização dos elementos teórico-perceptivos musicais na linguagem de programação do software "Exercícios e Treinamentos Musicais".

---

[118] Na teoria musical o intervalo simples simultâneo (harmônico) está na mesma oitava; o composto dista mais de uma oitava.

unesp

3.4.2 – Alguns aspectos técnicos do programa

Tentando não nos concentrar em aspectos demasiadamente técnicos de linguagem de programação, o que pode tornar o texto enfadonho para o leitor, esta parte se restringe em apresentar alguns itens de vital importância que permitiram a consecução do programa. As funções e demais rotinas do programa podem ser consultadas no anexo I deste trabalho.

3.4.2.1 - Configuração mínima

A configuração mínima necessária para o programa rodar satisfatoriamente é:

- PC IBM 486 - DX4-100 (Preferível Pentium)
- 16 Mega de RAM (Preferível Mais)
- Windows 95 ou mais recente
- Mouse ou Dispositivo Apontador
- Placa de Som instalada no Windows com capacidade de gerenciar arquivos padrão GENERAL MIDI com pelo menos 16 canais
- Monitor SVGA (Preferível Colorido) - Modo de Resolução: 800X600 - Fontes Pequenas.

Observações Importantes:

- O Programa roda em ambiente operacional Windows de 32 bits. Portanto, não funciona no Windows 3.1 ou anterior.
- É importante que o modo de resolução do monitor esteja em 800X600 - fontes pequenas ou as telas gráficas do programa serão exibidas incorretamente.

3.4.2.2 – Acessando o Dispositivo MIDI

As linguagens de programação de baixo nível[119] como Assembler, C++, entre outras, são necessárias na escrita de código rápido e compacto. Essas

---

[119] Qualquer linguagem de programação está situada entre dois extremos: alto nível, para as mais próximas da linguagem do homem; baixo nível, para as mais semelhantes à linguagem de máquina.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

linguagens têm acesso mais direto ao hardware e ao sistema operacional (no nosso caso Windows).

O acesso ao dispositivo MIDI (gerador de som) do computador com eficiência foi condição sem a qual nosso projeto não seria possível.

O Visual Basic não oferece diretamente esta possibilidade, mas possui suporte para utilizar as chamadas funções API do Windows[120] que mesmo intimidando alguns programadores inexperientes podem viabilizar a utilização de processos sofisticados no âmbito funcional do VB. Por exemplo, as rotinas de acesso ao dispositivo MIDI do computador estão disponíveis na API do Windows e prontas para serem utilizadas por outros programas a partir das seguintes funções[121]:

(Os nomes das funções estão colocados como utilizados diretamente pelo programa "Exercícios e Treinamentos Musicais")

Function midiOutClose Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long) As Long – Abre um determinado dispositivo MIDI para que mensagens sejam trocadas entre o programa e o dispositivo aberto;

Function midiOutGetDevCaps Lib "winmm.dll" Alias "midiOutGetDevCapsA" (ByVal uDeviceID As Long, lpCaps As MIDIOUTCAPS, ByVal uSize As Long) As Long – Fornece as características dos dispositivos de som utilizados pelo computador onde o programa está instalado;

Function midiOutGetNumDevs Lib "winmm" () As Integer – Fornece o número de dispositivos de som utilizados no computador onde o programa esta instalado;

Function midiOutGetID Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long, lpuDeviceID As Long) As Long – Fornece um identificador (ID) para o dispositivo;

---

[120] API – Application Program Interface - Trata-se de um ponto de comunicação entre o aplicativo e o sistema operacional onde determinados recursos são requisitados pelo aplicativo para que o mesmo possa funcionar corretamente. Um conjunto normalizado de rotinas e chamadas de software que podem ser referenciadas por um programa aplicativo para acessar serviços essenciais de uma rede.

[121] SIMON, R. J. et al (1996) *Multimedia & ODBC – API Bible.* Corte Madera, CA : Waite Group Press.

unesp

Function midiOutOpen Lib "winmm.dll" (lphMidiOut As Long, ByVal uDeviceID As Long, ByVal dwCallback As Long, ByVal dwInstance As Long, ByVal dwFlags As Long) As Long – Abre a comunicação com o dispositivo MIDI;

Function midiOutReset Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long) As Long

Function midiOutShortMsg Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long, ByVal dwMsg As Long) As Long - Envia mensagens que representam comandos para execução/interrupção de sons no dispositivo MIDI;

Function timeGetTime Lib "winmm.dll" () As Long – Controlador do tempo do computador onde o programa esta instalado;

Public Const MAXPNAMELEN = 32 ' max product name length (including NULL) – Constante que exprime o número máximo de caracteres alfanuméricos referente às características dos dispositivos de som do computador onde o programa está instalado;

Variável armazenadora das características dos dispositivos de som

```
Type MIDIOUTCAPS
    wMid As Integer
    wPid As Integer
    vDriverVersion As Long
    szPname As String * MAXPNAMELEN
    wTechnology As Integer
    wVoices As Integer
    wNotes As Integer
    wChannelMask As Integer
    dwSupport As Long
End Type
```

3.3.2.3 - Constantes dos elementos teóricos no programa e dispositivo MIDI

Comandos MIDI

Global Const NOTE_ON = &H90 – Aciona uma nota na placa MIDI.

Global Const NOTE_OFF = &H80 – Interrompe uma nota na placa MIDI.

Global Const DEFINIR_TIMBRE = &HC0 – Determina o timbre da nota a ser executada pela placa MIDI.

Durações das Notas (1024 é igual a +ou- 1 segundo)

Global Const SEMÍNIMA = 1024

Global Const MÍNIMA = SEMÍNIMA * 2

Global Const SEMIBREVE = MÍNIMA * 2

Global Const COLCHEIA = SEMÍNIMA / 2

Global Const SEMICOLCHEIA = COLCHEIA / 2

Intensidades das Notas (ppp ao FFF)

Global Const PPP = &H39

Global Const PP = &H45

Global Const P = &H51

Global Const MF = &H5D

Global Const F = &H69

Global Const FF = &H75

Global Const FFF = &H7F

Timbres das Notas

Global Const ÓRGÃO = &H13

Global Const CORDAS = &H30

Global Const VOZES = &H34

Global Const TROMPETE = &H38

Global Const TROMBONE = &H39

Global Const TUBA = &H3A

Global Const TROMPA = &H3C

Global Const METAIS = &H3D

Global Const SAXOFONE = &H41

unesp

```
Global Const OBOÉ = &H44
Global Const FAGOTE = &H46
Global Const CLARINETE = &H47
Global Const FLAUTIM = &H48
Global Const FLAUTA = &H49
```

Definição das variáveis para: Notas, Intervalos, Tríades, Acordes, Escalas e Modos.

Notas

```
Type SomMidi
Altura As Integer
Duração As Integer
Intensidade As Integer
Timbre As Integer
NomeNota As String
Oitava As String
CanalMidi As Integer
Arquivo As String
Nome_Timbre As String
Reservado As String
End Type
```

Intervalos

```
Type IntervaloMidi
NotaIntervalo1 As SomMidi  - Primeira Nota do Intervalo
NotaIntervalo2 As SomMidi  - Segunda Nota do Intervalo
Sonância As String  - Se é Consonância ou Dissonância
NomeIntervalo As String  - Uníssono, 2ª, 3ª, ... , etc.
SobreNomeIntervalo As String  - Maior, Menor, Aumentado ou Diminuto.
DireçãoIntervalo As String  - Ascendente ou Descendente
TipoIntervalo As String  - Simples ou Composto.
ClassificaçãoIntervalo As String  - Classificação do Intervalo
ComoTocarIntervalo As String  - Harmônico ou Melódico
ReservadoIntervalo As String – Variável que pode ser usada se necessário.
End Type
```

Tríades

Type TríadeMidi
Fundamental As SomMidi
Terça As SomMidi
Quinta As SomMidi
NomeTríade As String - Dó, Ré ...
Posição As String - F, 3ª, 5ª
Inversão As String - Posição Fundamental, Primeira Inversão, Segunda Inversão
NotaMaisGrave As SomMidi - Quando a Tríade estiver invertida
NotaMédia As SomMidi
NotaMaisAguda As SomMidi
ReservadoTríade As String - Utilizada se precisar
ComoTocarTríade As String - Harmonicamente ou Melodicamente
End Type

Acordes

Type AcordeMidi
Fundamental As SomMidi
Terça As SomMidi
Quinta As SomMidi
Sétima As SomMidi - ou oitava dobrada
AcordeTriádico As TríadeMidi - Acorde Tríádico
NomeAcorde As String
Dissonância As String
Posição As String
Inversão As String
NotaMaisGrave As SomMidi
NotaMédiaGrave As SomMidi
NotaMédiaAguda As SomMidi
NotaMaisAguda As SomMidi
ReservadoAcorde As String
ComoTocarAcorde As String
End Type



Escalas

Type EscalaMidi
NotaEscala(1 To 15) As SomMidi
NotaGeradaEscala(1 To 10) As SomMidi - Notas contextualizadas
IntervaloEscala(1 To 15) As IntervaloMidi
IntervalosGeradoEscala(1 To 10) As IntervaloMidi
AcordeEscalaGrau(1 To 15) As AcordeMidi
AcordeGeradoEscala(1 To 10) As AcordeMidi - Acordes contextualizados
TríadeEscalaGrau(1 To 15) As TríadeMidi
TríadeGeradaEscala(1 To 10) As TríadeMidi - Tríades contextualizadas
NomeEscala As String
SobreNomeEscala As String
ReservadoEscala As String
ComoTocarEscala As String
ArmaduraEscala As String
EstruturaEscala As String
End Type

Modos

Type ModosMidi
NotaModo(1 To 15) As SomMidi
NotaGeradaModo(1 To 10) As SomMidi
IntervalosModo(1 To 10) As IntervaloMidi
IntervalosGeradoModo(1 To 10) As IntervaloMidi
AcordeGrauModo(1 To 10) As AcordeMidi
AcordeGeradoModo(1 To 10) As AcordeMidi
TríadeGrauModo(1 To 10) As TríadeMidi
TríadeGeradaModo(1 To 10) As TríadeMidi
NomeModo As String
SobreNomeModo As String
ReservadoModo As String
ComoTocarModo As String
EstruturaModo As String

unesp

ArmaduraModo As String
End Type

Escala Cromática
Type EscalaCromática
NotaCromática(1 To 12) As SomMidi
NomeCromático As String
DireçãoCromática As String
ReservadoCromática As String
End Type

3.3.2.4 - Variáveis utilizadas pelo programa

Para cores:
Global Const BRANCO = &HFFFFFF
Global Const PRETO = &H0&
Global Const VERMELHO = &HFF&
Global Const AZUL = &HC00000

Funcionamento geral do programa:
Global Rodar_de_Novo As Boolean – Continuar/interromper exercícios ou treinamentos
Global NotaTocando As Boolean – Verifica se o dispositivo MIDI esta tocando
Global OutDevice As Long - Dispositivo MIDI de Saída Escolhido
Global Nível As String - Nível para os exercícios e treinamentos
Global NomeUsuário As String - Nome do usuário
Global Certo1 As Integer - Para a correção dos exercícios
Global Errado1 As Integer
Global SemResposta1 As Integer
Global Quantidade1 As Integer - Reserva para a Quantidade dos Exercícios
Global NomeQuebraGalho As String - Variável global utilizada se for necessário
Global NúmeroQuebraGalho As Integer
Global BoolQuebraGalho As Boolean
Global QuantidadeExercícios As Integer - Quantidade de exercícios ou treinamentos

```
Global FormQueChamou As String
Global NúmeroTemp(1 To 50) As Integer
Global Nota(1 To 99) As SomMidi  - Notas dos exercícios e treinamento
Global NotaGerada(1 To 50) As SomMidi
Global Intervalo(1 To 99) As IntervaloMidi  - Intervalos gerados e pré-classificados
Global Tríade(1 To 99) As TríadeMidi  - Tríades
Global Acorde(1 To 99) As AcordeMidi  - Acordes
Global Escala(1 To 99) As EscalaMidi  - Escalas
Global Modo(1 To 99) As ModosMidi  - Modos
Global Cromática(1 To 10) As EscalaCromática

Global RespostaNotaGerada(1 To 50) As SomMidi
Global RespostaIntervalo(1 To 12) As IntervaloMidi  - Para comparar as respostas
Global RespostaTríade(1 To 12) As TríadeMidi
Global RespostaAcorde(1 To 12) As AcordeMidi
Global RespostaEscala(1 To 12) As EscalaMidi
Global RespostaModo(1 To 12) As ModosMidi
```

3.5 – Interface com o usuário

A interface com o usuário é uma parte fundamental de um software. É a parte do programa visível, através da qual, existe a comunicação para realização de tarefas. Pode se tornar uma fonte de motivação e até, dependendo de suas características, uma grande ferramenta para o usuário, ou então, se mal projetada, pode se transformar em um ponto decisivo na rejeição de um software (FOLEY, 1990)[122].

No programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" levamos em conta diversas características no que se refere à constituição da interface com o usuário. O padrão das interfaces é, obviamente, orientado para janelas (Windows). O Programa é MDI[123]. Outras características importantes observadas na construção da interface com o usuário do programa podem ser agrupadas em: a) interação geral, b) exibição das informações e c) entrada de dados.

a) Interação Geral:

- uso de informações consistentes (tanto as sonoras quanto as visuais);
- respostas significativas após ações realizadas pelo usuário;
- quantidade de informações mínimas e necessárias por cada interação;
- eficiência do diálogo, movimento e lógica de organização;
- divisão básica das atividades em treinamentos e exercícios;
- organização das telas de acordo com as proposições de cada exercício ou treinamento;
- ajuda sensível ao contexto.

---

[122] FOLEY, J. D. et al. (1990) Computer Graphics - Principles and Practice - Addison - Wesley Publishing Company.

[123] Os programas para Windows podem, primeiramente, ser divididos em dois tipos no que se refere a interface com o usuário: SDI – Single Document Interface (Interface de Documentos Simples); ou MDI – Multiple Document Interface (Interface de Documentos Múltiplos).

unesp

b) Exibição das Informações:

- as informações são apresentadas quando relevantes ao contexto da ação em questão;
- evitamos a apresentação de muitos dados por vez;
- o uso dos rótulos busca ser consistente através da necessidade e significação;
- as abreviações, quando utilizadas, são padronizadas;
- a utilização das cores são previsíveis e significativas;
- o contexto visual ou sonoro é privilegiado (quando do caso) em detrimento ao escrito;
- a produção de sons, imagens e mensagens de erro são significativas;
- o uso de caixa alta e caixa baixa representa hierarquias significativas de informações;
- as entradas de texto são agrupadas de forma a colaborar na compreensão;
- a utilização de janelas diferentes sempre divididas em compartimentos diferentes para tipos diferentes de informações;
- o uso de representações "análogas" para sinalizar que um determinado evento sonoro está sendo executado;
- o aproveitamento de todo o espaço disponível na tela do computador.

c) Entrada de Dados:

- Minimizar o número de entradas exigidas do usuário;
- Manter a consistência entre a exibição das informações e a entrada de dados;
- Permitir ao usuário adaptar a entrada;



- Interação flexível sincronizada com o modo de entrada preferido do usuário (mouse ou teclado);
- Desativar comandos que sejam impróprios no contexto das ações;
- Disponibilizar o controle do fluxo do programa interativamente;
- Oferecer ajuda que dê assistência em todas as ações de entradas;
- Entradas simplificadas.

Capítulo IV

O programa de exercícios e treinamentos musicais

unesp

Capítulo IV

4.0 - O programa de Exercícios e Treinamentos Musicais

Vamos fazer hoje coisas modestas com tecnologias estúpidas, ao invés de esperar e fazer coisas estúpidas com modestas tecnologias, amanhã.

William Buxton[124]

Este último capítulo tem o objetivo de descrever o funcionamento do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" sob o ponto de vista do usuário.

Em termos gerais o programa pode ser pensado como um aplicativo que, através de exercícios e treinamentos específicos, possibilita ao usuário uma interação com o material organizado do conhecimento teórico-perceptivo fundamental. O software aglutina o conteúdo básico do material teórico-perceptivo musical em um ambiente virtual de aprendizagem baseado no estímulo sensorial, procurando garantir o treinamento repetido do usuário em busca de uma superação de suas dificuldades no cenário da aprendizagem do conteúdo musical elementar ou básico.

Já afirmamos que o desenvolvimento de um software dessa natureza requer uma gama de conhecimentos e recursos que somente são viáveis com a constituição de uma equipe de estudos e trabalho multidisciplinar. Em virtude da inviabilidade da formação desta equipe buscamos, com a construção desse software, oferecer um protótipo motivador de trabalhos futuros.

---

[124] In ISHII, H., KOBAYASHI, M. e ARITA, K. (1994) *Iterative Design of Seamless Collaboration Media.* Communications of the ACM, vol. 37, nº 8, p. 85.

unesp

4.1 - Iniciando o Programa

Quando o programa é iniciado surge uma tela contendo itens de informações gerais sobre o programa: nome, versão, direitos autorais e etc.

Esta tela é designada pela Microsoft como tela *splash*. Tecnicamente enquanto esta tela é apresentada, o programa prossegue carregando internamente sua rotina de forma oculta ao usuário. Isto evita que o usuário tenha de esperar o carregamento inicial do programa sem informações presentes na tela do computador.



Figura 30 – Tela de abertura do programa

A tela permanece por alguns segundos no monitor do computador e é então ocultada pelo programa. Pode-se também clicar sobre ela com o *mouse* ou apertar qualquer botão do teclado para acelerar o seu fechamento.

4.2 - A tela de seleção de usuário

Em seguida surge a tela de seleção do nome do usuário.

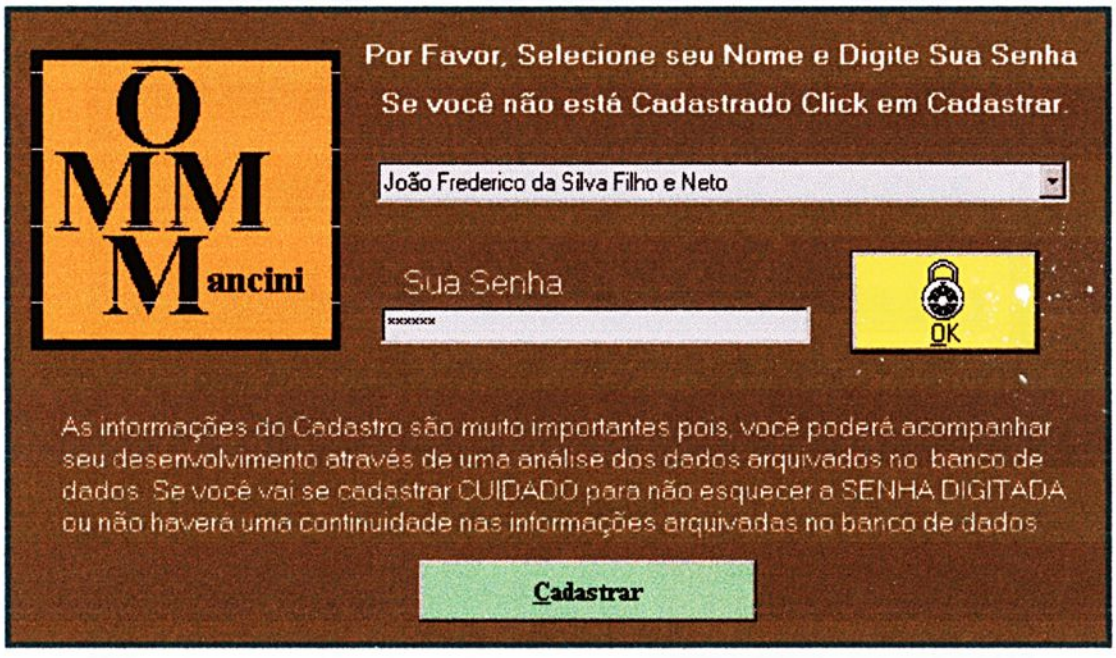


Figura 31 – Tela de seleção de usuário

O programa pode ser utilizado por vários usuários (multi-usuário). Quando o usuário já esta cadastrado pelo programa basta selecionar o nome correspondente na caixa superior, digitar a respectiva senha e clicar [OK]. Caso contrário, o novo usuário clica no botão [Cadastrar].

4.3 - A Tela de cadastro de usuário

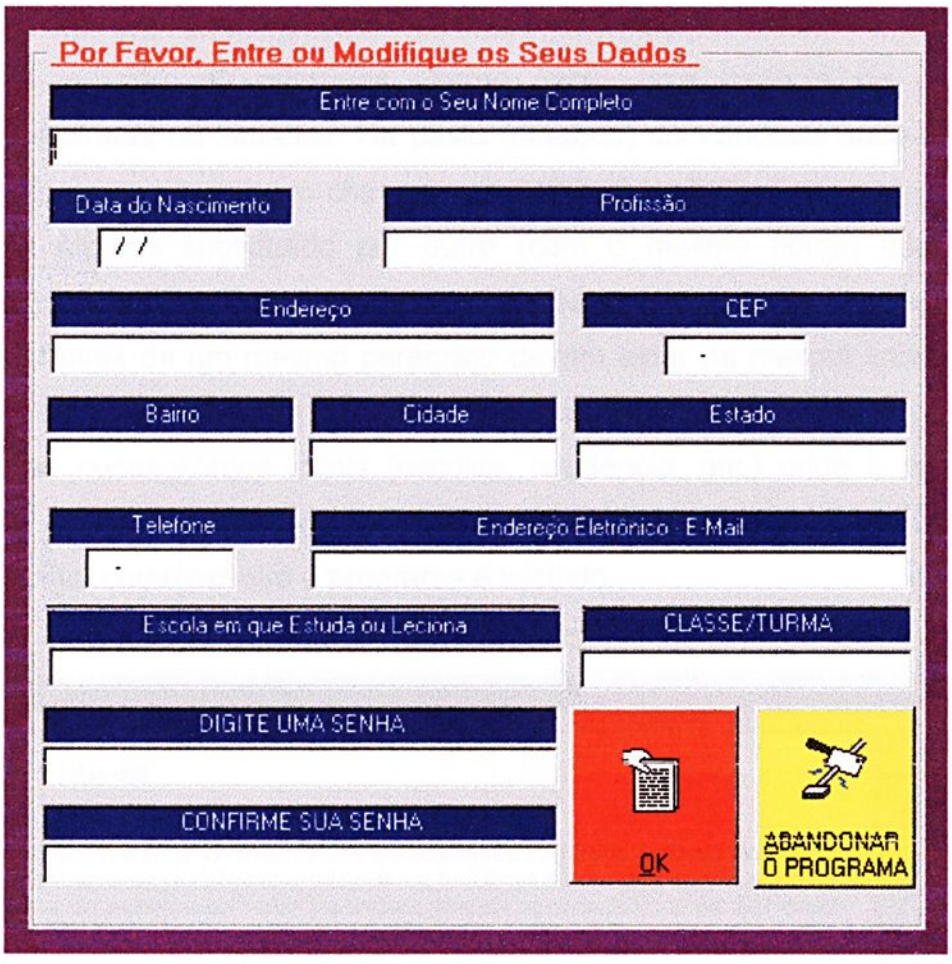


Figura 32 – Tela de cadastro de usuário

Os dados do novo usuário devem ser digitados nos lugares apropriados e em seguida clica-se [OK]. É enfatizado o cuidado para o não esquecimento da senha pois, se isso ocorrer, os dados estatísticos referentes ao usuário em questão, não terão uma continuidade no armazenamento. A senha garante que um único usuário dará continuidade aos seus treinamentos e exercícios. Ela tem uma segurança relativa.

4.4 - A Tela "Dica do Dia"

Esta tela pode fornecer diversas informações sobre vários assuntos pertinentes ou não ao programa. Serve como uma espécie de *outdoor* de informações diretas ou indiretas. Na pasta (diretório) do Windows onde o programa foi instalado existe um arquivo chamado de TIPOFDAY.TXT. Este arquivo pode ser editado ou mesmo substituído por outro (com o mesmo nome) que contenha qualquer tipo de informação em forma de frases em um mesmo parágrafo. No arquivo as frases de um mesmo parágrafo devem estar na mesma linha. Qualquer quantidade de linhas pode ser colocada no arquivo. Isso pode ser útil, pois adapta o programa às necessidades locais (escolas, residência, etc.) onde o programa foi instalado. Existe uma rotina no programa que exibe essas informações aleatoriamente, cada vez que o programa é iniciado.

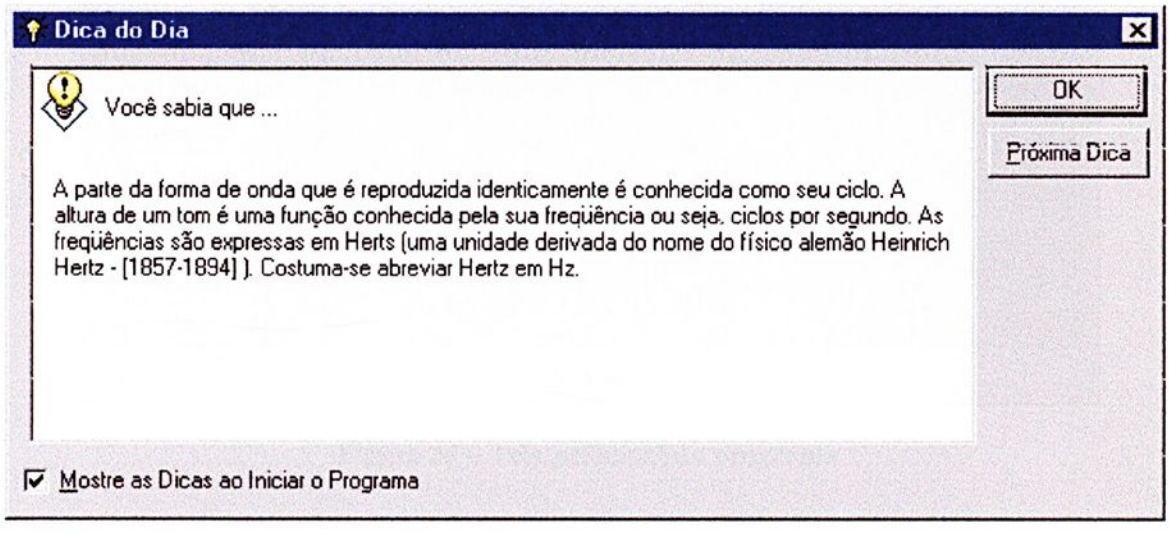


Figura 33 – Tela "Dica do Dia"

A tela pode ser desabilitada com um clique do mouse no pequeno quadrado ao lado esquerdo inferior (a marcação na pequena caixa é retirada).

4.5 - Tela Principal do Programa

Esta é a principal tela dos treinamentos e exercícios. É onde o usuário executa e manipula todas as informações e direcionamento do programa. A tela é muito simples e praticamente auto-explicativa o que acreditamos permitir um relacionamento imediato com o usuário.

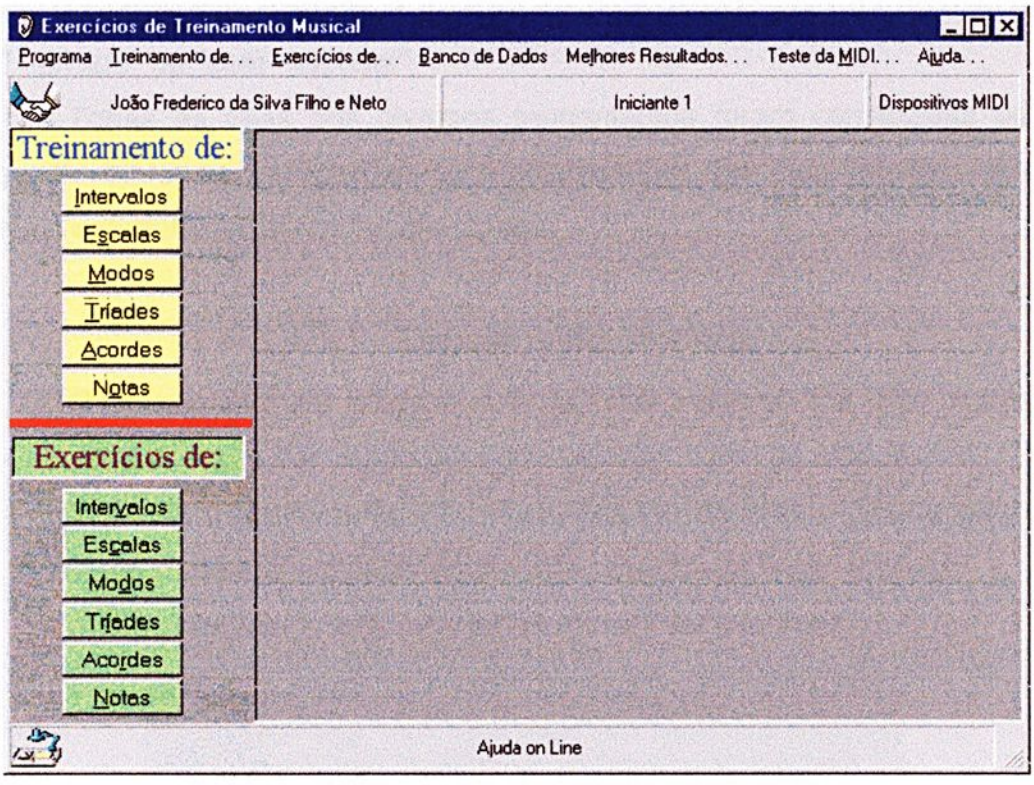


Figura 34 – Tela principal do programa

A tela é constituída por menus (Programa, Treinamento de..., Exercícios de..., Banco de Dados, Melhores Resultados, Teste da MIDI e Ajuda), barra de informações superior (com o nome do usuário atual, nível escolhido atual e Dispositivo MIDI selecionado), Barra de Atalhos (Treinamento de: e Exercícios de:) e a barra inferior (*Ajuda on line*) onde são exibidas informações em tempo real sobre os diversos itens manipulados pelo usuário.

4.6 - Os Treinamentos

Como já foi dito, no programa "Exercícios e Treinamentos Musicais", os treinamentos podem ser pensados como uma espécie de laboratório onde, além de se tentar responder proposições, pode-se experimentar "coisas" em função dos contextos gerados.

O tempo para as respostas não é levado em consideração.

Pode-se ouvir o item proposto quantas vezes for desejado.

O programa limita-se a mostrar se determinado item da proposição está "certo", "errado" ou "sem resposta".

Todas as telas dos diversos treinamentos foram construídas de forma análoga. Portanto, as explicações do funcionamento dos treinamentos específicos são gerais e podem ser utilizadas em todos.

4.6.1 - Treinamento de Notas

O treinamento de notas é o único dos treinamentos que acontece em tempo-real, isto é, existe um tempo para que se respondam as proposições.

Inicia-se o treinamento de notas clicando no Menu "Treinamento de...", Notas, ou na barra de atalhos clicando em Treinamento de botão [Notas].

A seguinte tela do treinamento de notas é apresentada.

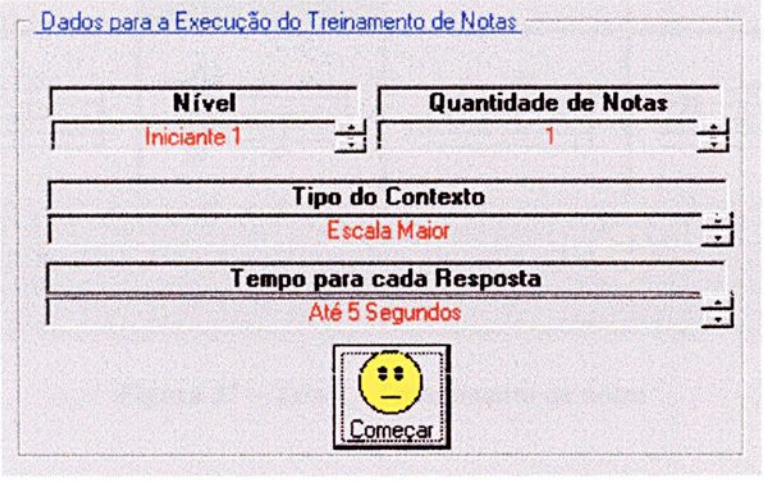


Figura 35 = Tela 1 - Treinamento de notas

Nos pequenos botões "para cima e para baixo", seleciona-se: um nível, quantidade de notas (de 1 a 50), Tipo do Contexto (Escala Maior, Menor Natural,

Menor Harmônica, Menor Melódica, Modos, Escalas Cromáticas ou Notas Aleatórias) e o tempo desejado para cada resposta (até cinco segundos).



Figura 36 – Botão sair do programa

Clicando-se no botão [Sair], o programa abandona o treinamento e retorna a tela principal do programa.

O treinamento é iniciado clicando-se no botão [Começar].

Na tela seguinte:



Figura 37 – Tela 2 - Treinamento de notas

As notas do contexto escolhido são exibidas e tocadas seqüencialmente. Depois de tocadas pode-se ouvir cada uma das notas, quantas vezes for desejado, clicando sobre a figura correspondente.

Deve-se procurar guardar a sonoridade e a posição relativa de cada nota com referência ao contexto escolhido. A tela para as respostas, que será apresentada posteriormente, é idêntica a esta tela de apresentação das notas.

Quando as sonoridades e posições respectivas estiverem memorizadas clique em [OK].

A próxima tela apresentada contém os seguintes elementos:

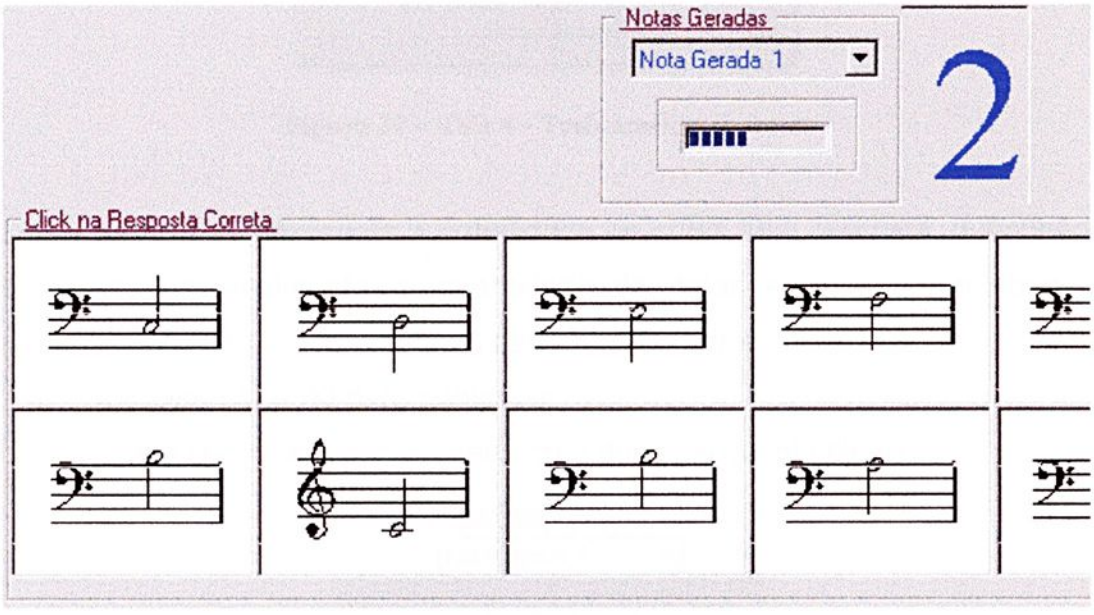


Figura 38 - – Tela 3 - Treinamento de notas

O retângulo superior "Notas Geradas" representa a nota que está sendo executada. O número maior ao lado indica o tempo transcorrido. Para responder qual é a nota que está soando do contexto estudado, clica-se em cima da figura respectiva. Quando o tempo limite escolhido é atingido, o programa executa a próxima nota, e assim por diante, até a última nota da quantidade escolhida pelo usuário.

Após a última nota ser tocada surge a seguinte caixa de mensagem:

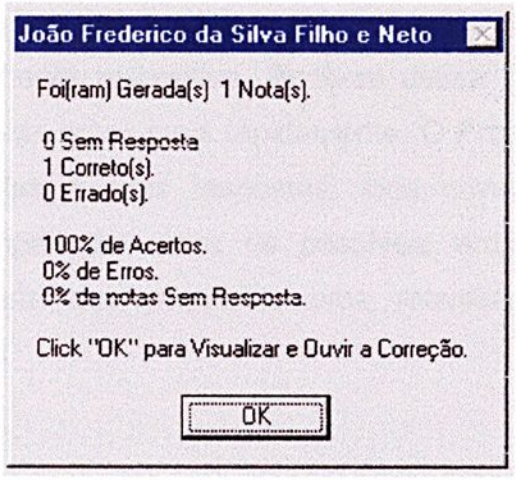


Figura 39 = Tela 4 - Treinamento de notas

Esta caixa apresenta a quantidade de notas sem resposta, quantidade de notas corretas e, finalmente, a quantidade de notas erradas. Logo abaixo são exibidas as porcentagens referentes a cada um dos itens.

Clica-se em [OK] para continuar.

A tela seguinte é apresentada com duas caixas principais:

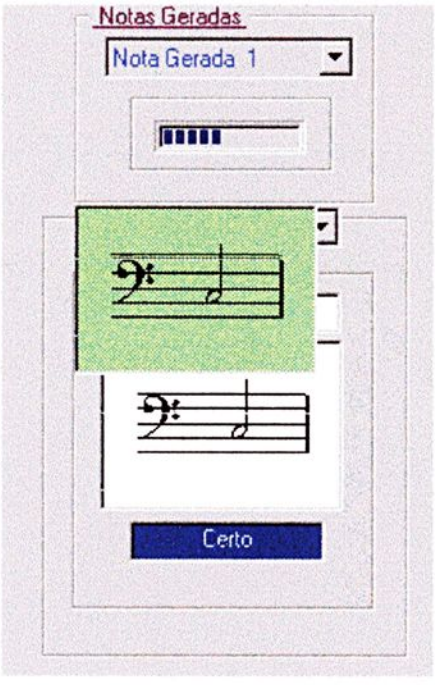


Figura 40 – Tela 5 - Treinamento de notas

Nestas caixas estão armazenadas as "Notas Geradas" (retângulo superior) e as "Respostas das Notas Geradas" (retângulo inferior). Pode-se tanto

escolher uma determinada nota gerada quanto uma resposta para uma nota gerada na caixa de armazenamento respectiva. Pode-se utilizar as teclas de direção do teclado para navegar pelas notas mais rapidamente. O Programa além de mostrar a figura das notas geradas e suas respostas, toca novamente cada uma delas possibilitando uma comparação entre os possíveis erros e acertos. Este é o *feedback* para o usuário que possibilita uma reavaliação dos procedimentos adotados no treinamento.



Após a visualização dos resultados clica-se em: [Sair], para sair do treinamento e retornar para a tela principal do programa ou [Outro], para iniciar outra seqüência de treinamento de notas.

Figura 41 – Botões [Sair/Outro]

4.6.2 - Treinamento de Intervalos

Inicia-se o treinamento de intervalos clicando no Menu "Treinamento de...", Intervalos, ou na barra de atalhos clica-se em treinamento de: [Intervalos].

A seguinte tela é apresentada:

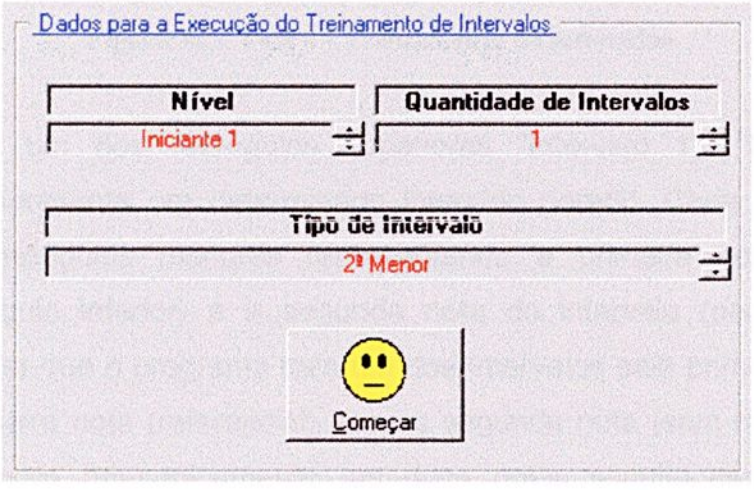


Figura 42 – Tela 1 - Treinamento de intervalos

Nos pequenos botões "para cima e para baixo", seleciona-se: um nível, quantidade de Intervalos (de 1 a 10) e Tipo do Intervalo. A escolha do tipo de intervalo possibilita que se estude tipos específicos de Intervalos, isolados ou combinados, como por exemplo: só segundas menores, só segundas maiores, "Segundas" (maiores ou menores) e assim por diante até várias combinatórias possíveis.

Após a seleção dos dados para a execução do treinamento de intervalos clica-se em [Começar].

A tela seguinte é apresentada:

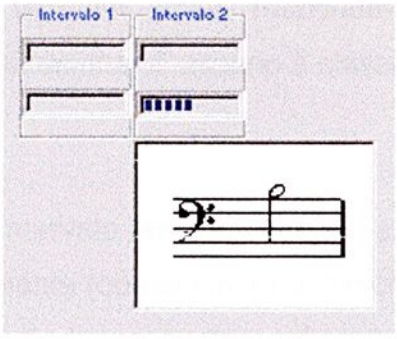


Figura 43 – Tela 2 - Treinamento de intervalos

Cada um dos retângulos superiores "Intervalo 1", "Intervalo 2", ... "Intervalo n", representa um determinado intervalo gerado. Cada retângulo maior contém dois retângulos menores representando a primeira nota do Intervalo (pequeno retângulo inferior) e a segunda nota do intervalo (pequeno retângulo superior). Sempre que o programa toca um dos Intervalos pela primeira vez ele toca e mostra a primeira nota (referencial), toca a segunda nota (sem mostrar) e toca o respectivo intervalo harmonicamente (as duas notas simultaneamente). Quando todos intervalos são tocados, o primeiro intervalo é tocado novamente da mesma forma e é apresentada a seguinte tela:

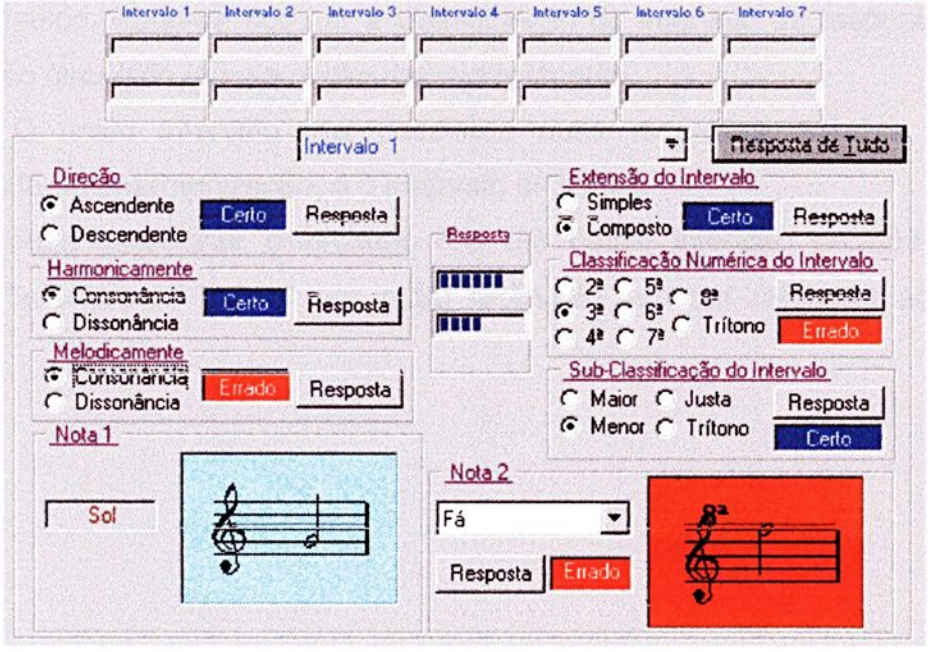


Figura 44 – Tela 3 - Treinamento de intervalos

Os vários itens binários referentes aos intervalos podem ser observados e respondidos (o programa também pode responde-los se necessário). Estas respostas parciais procuram direcionar o usuário à classificação correta do intervalo.

Os itens são:

- direção do intervalo (ascendente ou descendente);
- harmonicamente (consonante ou dissonante);
- melodicamente (consonante ou dissonante);
- extensão do intervalo (simples ou composto);

A partir das respostas desses itens busca-se responder os itens: classificação numérica do intervalo (segunda, terça, quarta, quinta, sexta, sétima, oitava ou trítono) e sub-classificação do intervalo (maior, menor, etc.).

O usuário sempre pode comparar o som de suas respostas com a proposição original do programa.

No retângulo "Resposta" (análogo aos retângulos superiores de cada Intervalo) pode-se, clicando no retângulo maior com o botão esquerdo do mouse, ouvir o intervalo de sua resposta harmonicamente (esteja o Intervalo correto ou não) e clicando nos retângulos menores ouvir cada uma das notas isoladamente. Isso possibilita a experiência de outras sonoridades comparando com a sonoridade do intervalo pedido. Pode-se solicitar a classificação do intervalo da resposta clicando com o botão direito do mouse nesse mesmo retângulo.

O único intervalo que possibilita duas respostas corretas, devido à possibilidade de enarmonização, é o intervalo de trítono.

Para selecionar o próximo (ou um outro) intervalo clica-se na caixa marcada "Intervalo n" ou em um outro retângulo superior referente ao intervalo desejado.



Após terminar o treinamento de intervalos clica-se em:



Figura 45 – Botões [Sair/Outro]

[Sair] para sair do treinamento e retornar para a tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de treinamento.

4.6.3 - Treinamento de Tríades

Inicia-se o treinamento de tríades clicando no menu "Treinamento de...", Tríades, ou na barra de atalhos clica-se em treinamento de: [Tríades].

A seguinte tela é apresentada:

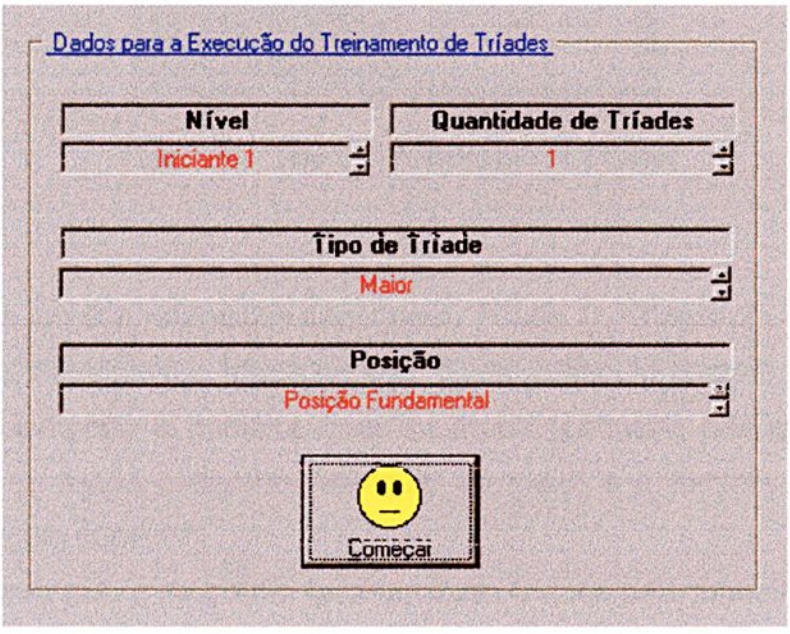


Figura 46 – Tela 1 - Treinamento de Tríades

Nos pequenos botões “para cima e para baixo”, seleciona-se: um nível; quantidade de tríades (de 1 a 10); tipo de tríade e posição.

A escolha do tipo de tríades possibilita o estudo dos tipos específicos: maior, menor, aumentada, diminuta, maior e menor, menor e diminuta, e assim por diante até todas as possibilidades da combinatória.

A escolha da posição possibilita o estudo das diversas inversões: posição fundamental, primeira inversão [terça no baixo], segunda inversão [Quinta no baixo], e assim por diante com todas as possibilidades da combinatória.

Após a seleção dos dados para a execução do treinamento de tríades clica-se em [Começar].

A seguinte tela é apresentada:

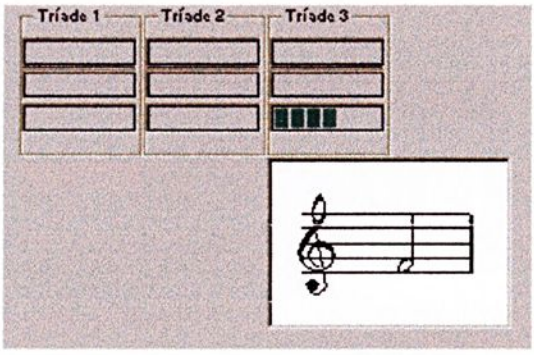


Figura 47 – Tela 2 - Treinamento de Tríades

Cada um dos retângulos superiores "Tríade 1", "Tríade 2", . . . "Tríade n", representa uma determinada tríade gerada. Cada retângulo contém três retângulos menores representando a primeira nota da tríade (pequeno retângulo inferior), a segunda nota da tríade (pequeno retângulo do meio) e a terceira nota da tríade (pequeno retângulo superior).

Sempre que o programa toca uma das tríades pela primeira vez, ele toca e mostra a primeira nota (referencial), toca a segunda nota (sem mostrar), toca a terceira nota (sem mostrar) e, finalmente, toca a respectiva tríade harmonicamente (as três notas conjuntamente).

Quando o programa tocar a quantidade das tríades selecionadas ele volta a tocar a primeira tríade apresentando a seguinte tela:

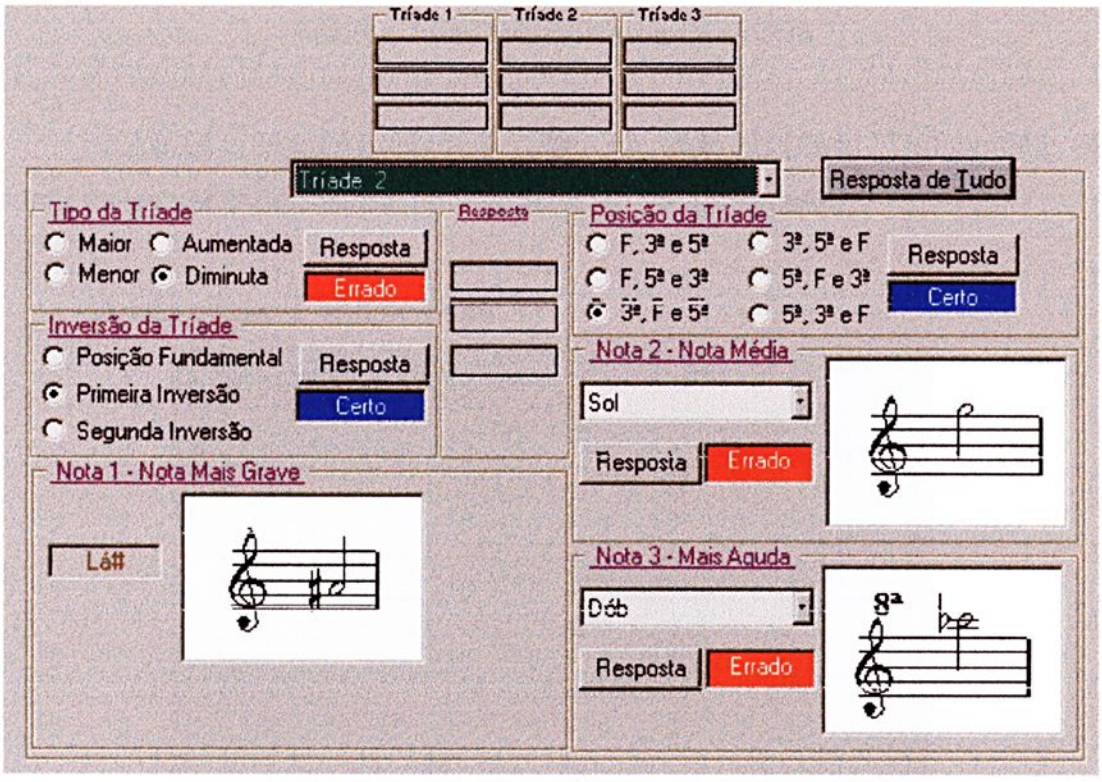


Figura 48 – Tela 3 - Treinamento de Tríades

Esta tela é quase auto-explicativa. O que pode ser acrescentado é que quando se quer selecionar uma outra tríade, clica-se na caixa marcada "Tríade n", ou no grande retângulo superior escolhendo a tríade desejada.

No retângulo "Resposta" (análogo aos retângulos superiores de cada Tríade) pode-se, clicando no retângulo maior com o botão esquerdo do mouse, ouvir a tríade da resposta harmonicamente (esteja a resposta correta ou não). Isto possibilita a experiência de outras sonoridades e a comparação com a sonoridade da tríade pedida. Após o término do Treinamento clica-se em:



Figura 49 – Botões [Sair/Outro]

[Sair] para sair do treinamento e retornar para a tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de treinamento de tríades.

4.6.4 - Treinamento de Acordes

Inicia-se o treinamento de acordes clicando no Menu "Treinamento de...", Acordes, ou na barra de atalhos em treinamento de: [Acordes].

A tela abaixo é apresentada:

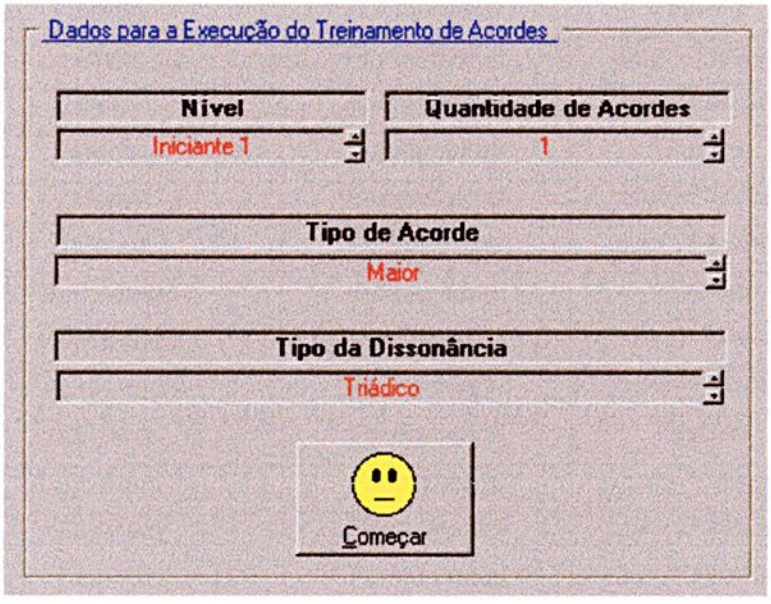


Figura 50 – Tela 1 - Treinamento de Acordes

Nos pequenos botões "para cima e para baixo", seleciona-se um nível, quantidade de acordes (de 1 a 10), tipo de acorde e tipo da dissonância.

A escolha do tipo de acorde possibilita o estudo de tipos específicos de acordes: maior, menor, aumentado, diminuto, maior e menor, menor e diminuto, e assim por diante até todas as possibilidades de combinatória.

A escolha do tipo de dissonância possibilita o estudo dos tipos específicos de acordes com diversos tipos de sétimas: maior triádico, maior com 7ª menor, maior com 7ª maior, e assim por diante combinando todas as possibilidades.

Todos os acordes estarão em posição fundamental (som fundamental na posição mais grave do acorde).

As dissonâncias dos acordes serão sempre a sétima (maior, menor ou diminuta conforme o caso do acorde).

Quando o acorde for "triádico" o som fundamental será dobrado. A fundamental estará sempre no baixo (som mais grave) as outras três podem estar em qualquer seqüência nas três vozes restantes.

As possibilidades dos acordes geradas pelo programa são apresentadas na tabela abaixo.

ACORDE	POSIÇÃO	DISSONÂNCIA
Maior	*Fundamental*	*Triádico*
Maior	*Fundamental*	*com 7ª Maior*
Maior	*Fundamental*	*com 7ª Menor*
Menor	*Fundamental*	*Triádico*
Menor	*Fundamental*	*com 7ª Maior*
Menor	*Fundamental*	*com 7ª Menor*
Aumentado	*Fundamental*	*Triádico*
Aumentado	*Fundamental*	*com 7ª Maior*
Aumentado	*Fundamental*	*com 7ª Menor*
Diminuto	*Fundamental*	*Triádico*
Diminuto	*Fundamental*	*com 7ª Maior*
Diminuto	*Fundamental*	*com 7ª Menor*
Diminuto	*Fundamental*	*com 7ª Diminuta*

Tabela 14 – Possibilidades dos acordes

Após a seleção dos dados para a execução do treinamento clica-se em [Começar]. A tela seguinte é apresentada:

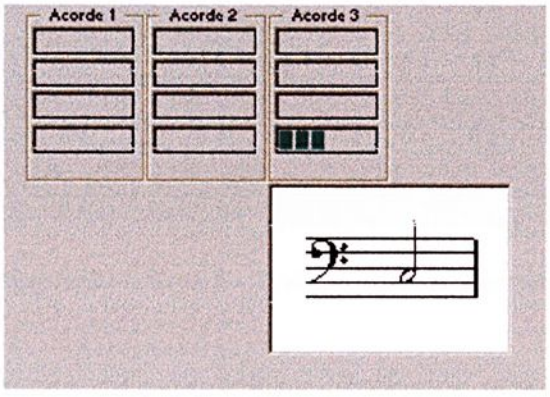


Figura 51 – Tela 2 - Treinamento de Acordes

Cada um dos retângulos superiores "Acorde 1", "Acorde 2", . . . "Acorde n", representa um determinado acorde gerado. Cada retângulo maior contém quatro

retângulos menores que representam, respectivamente, a primeira nota do acorde (som fundamental e mais grave - pequeno retângulo inferior), a segunda nota do acorde (segundo pequeno retângulo de baixo para cima), a terceira nota do acorde (terceiro pequeno retângulo de baixo para cima) e a quarta nota do acorde (quarto pequeno retângulo de baixo para cima). Quando o programa toca um dos acordes gerados pela primeira vez, ele toca e mostra a primeira nota (fundamental e referencial), toca a segunda nota (sem mostrar), toca a terceira nota (sem mostrar), toca a quarta nota (sem mostrar) e, finalmente, toca o respectivo acorde harmonicamente (as quatro notas simultaneamente). Quando o programa atingir a quantidade de acordes selecionados, ele toca novamente o primeiro acorde da série e apresenta a seguinte tela para as respostas:

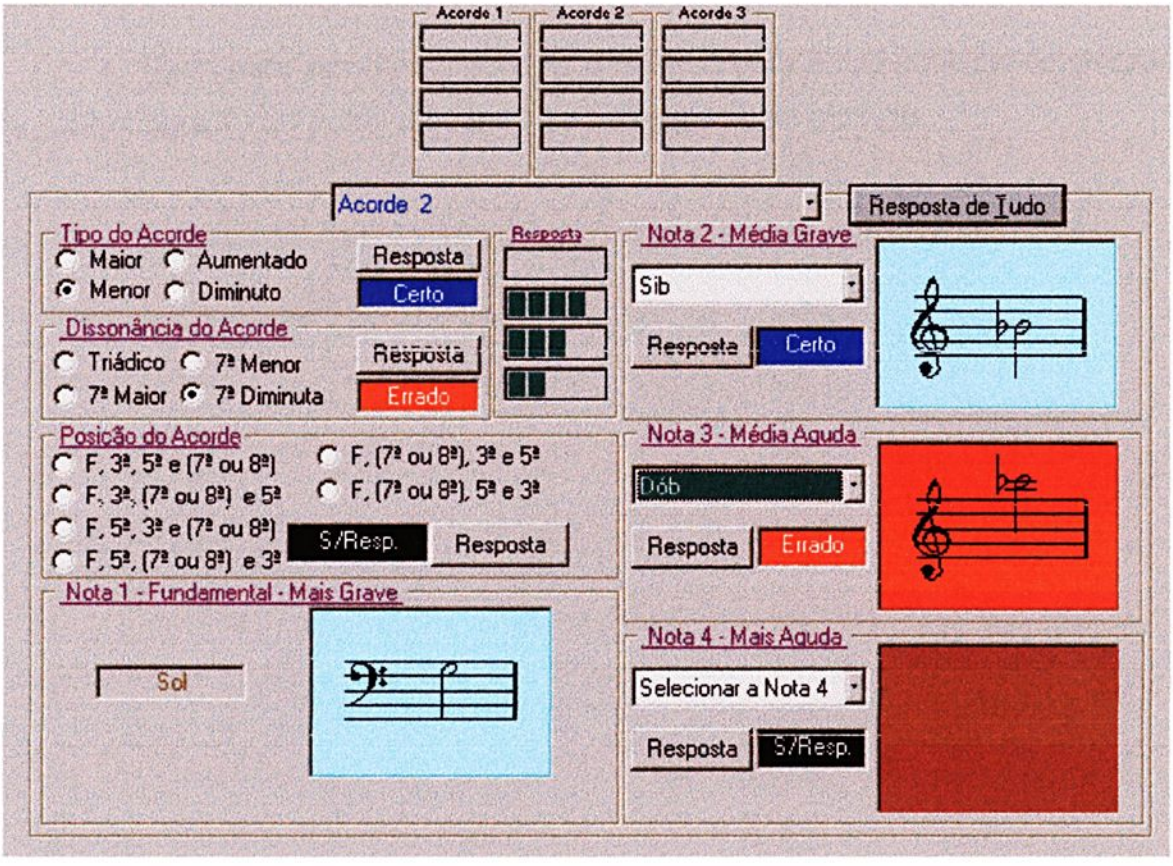


Figura 52 – Tela 3 - Treinamento de Acordes

Esta tela é quase auto-explicativa. Podemos acrescentar que os acordes gerados podem ser selecionados clicando-se na caixa marcada "Acorde n", ou no grande retângulo superior referente ao acorde desejado.

No retângulo "Resposta" (análogo aos retângulos superiores de cada acorde) pode-se ouvir o acorde da resposta harmonicamente. Clicando com o botão

esquerdo do mouse ouve-se o som do acorde da resposta harmonicamente (esteja o acorde correto ou não). Isso possibilita a comparação das sonoridades das respostas com os acordes gerados respectivos. Após terminar o treinamento clica-se em:



Figura 53 – Botões [Sair/Outro]

[Sair] para sair do treinamento e retornar para à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de treinamento de acordes.

4.6.5 - Treinamento de Escalas

O treinamento de escalas permite o estudo de vários itens a partir de um contexto. O contexto será a própria escala gerada e os vários itens serão: tipos das escalas, armadura de clave, notas, intervalos, tríades e acordes gerados a partir da escala.

Inicia-se o treinamento de escalas com um clique menu "Treinamento de...", Escalas, ou na barra de atalhos com um clique em treinamento de [Escalas].

A seguinte tela é apresentada:

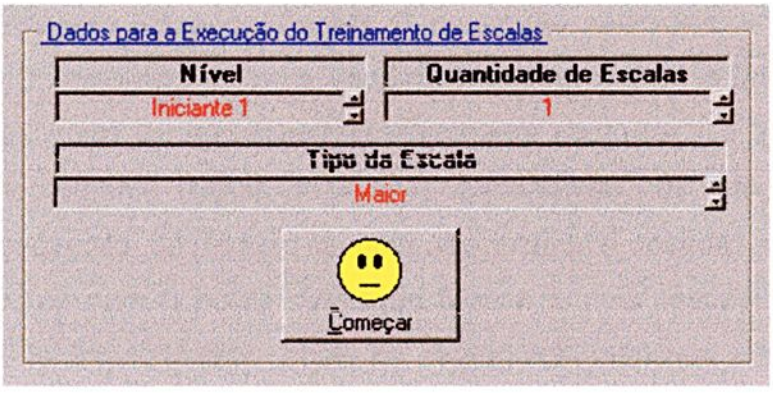


Figura 54 – Tela 1 – Treinamento de Escalas

Nos pequenos botões para cima e para baixo, seleciona-se: um nível, quantidade de Escalas (de 1 a 10) e Tipo da Escala.

A escolha do Tipo de Escala possibilita o estudo dos tipos específicos de escalas: Maior, Menor Natural, Menor Harmônica, Menor Melódica, e todas as possibilidades da combinatória.

Após selecionar os dados para a execução do Treinamento de Escalas clica-se em [Começar].

A Tela Seguinte é Apresentada:

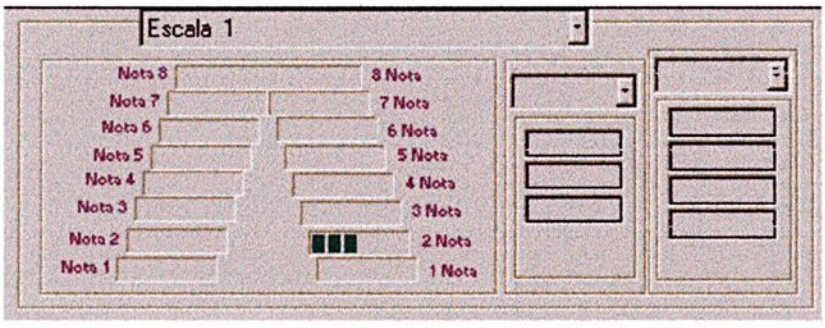


Figura 55 – Tela 2 – Treinamento de Escalas

O Retângulo Superior "Escala 1" possibilita selecionar uma determinada escala gerada. O retângulo maior a esquerda contém quinze retângulos menores representando as notas da escala ascendentemente (Nota de 1 a 8) e as notas da escala descendentemente (Notas de 8 a 1). Clicando-se nos retângulos menores com o botão esquerdo do Mouse a nota respectiva é tocada; clicando-se nos retângulos menores com o botão direito do Mouse a nota respectiva é mostrada. Clicando-se no retângulo maior, onde os retângulos menores estão contidos, a respectiva escala é tocada ascendente e descendentemente. A primeira nota (referencial) é também mostrada quando for tocada. As outras notas são somente tocadas.

Após tocar a última nota da escala, o programa toca a tríade referente ao primeiro grau da escala e o acorde com sétima referente ao primeiro grau da escala. As tríades e os acordes de todos os graus do campo harmônico serão armazenados nos outros dois retângulos respectivamente ao lado do retângulo das notas da escala.

Quando o programa tocar a quantidade de escalas selecionadas ele toca novamente a primeira escala da mesma forma e apresenta a seguinte tela para as respostas:

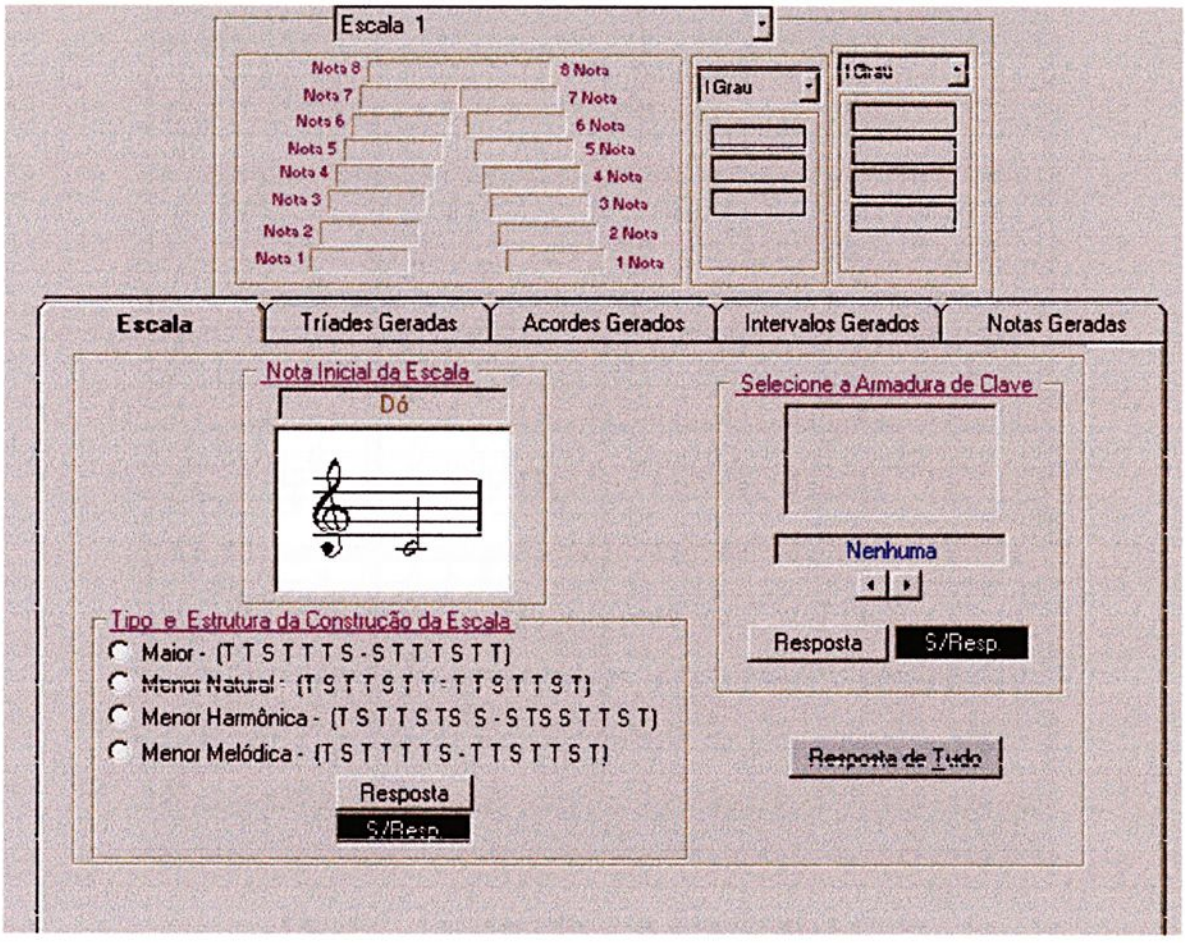


Figura 56 – Tela 3 – Treinamento de Escalas

Essa tela contém uma pasta com várias abas. Cada aba organiza e permite que os itens referentes ao nome da aba sejam respondidos.

Na aba escala, no retângulo "Nota Inicial da Escala", são exibidas a nota e o seu nome que serve como referência da escala gerada. Logo abaixo "Tipo e Estrutura da Construção da Escala" permite que se responda o tipo da Escala (Maior, Menor Natural, Menor Harmônica ou Menor Melódica). No outro retângulo ("Selecione a Armadura de Clave") quando se clica no retângulo central (ainda vazio) é apresentada a seguinte tela:

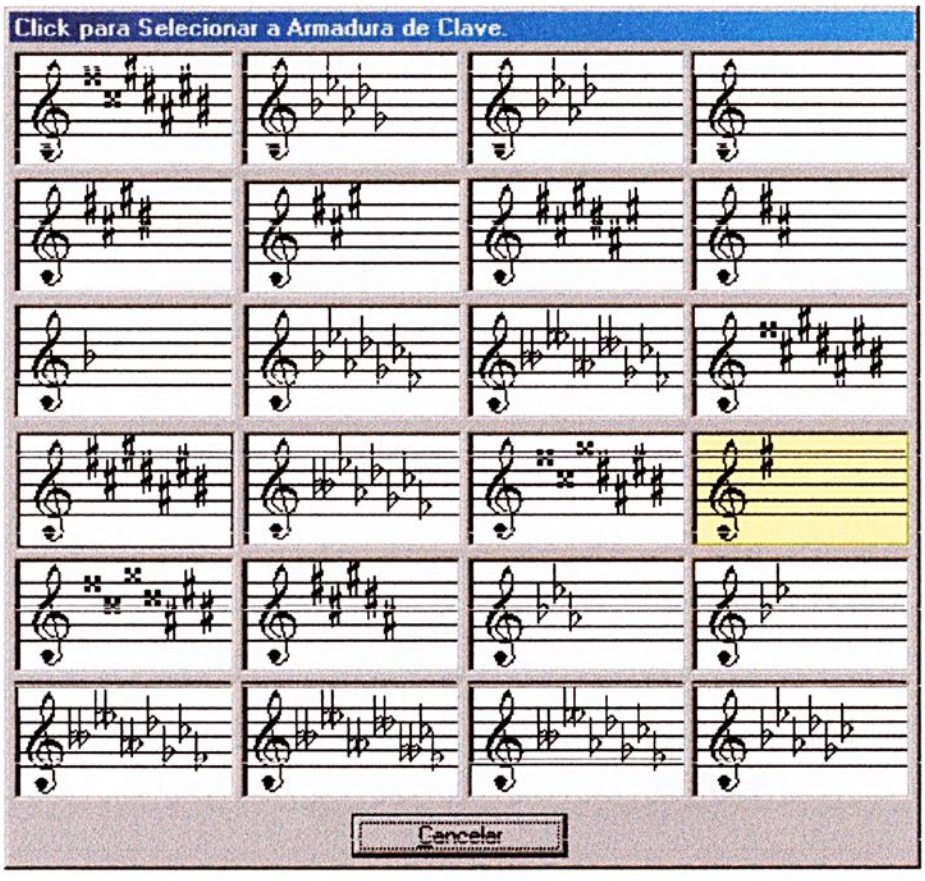


Figura 57 – Tela de seleção de armaduras de clave

Clica-se na armadura de clave referente à resposta.

Após as respostas dessa aba, clica-se na aba “Notas Geradas”.

O Programa então exibe a seguinte tela:

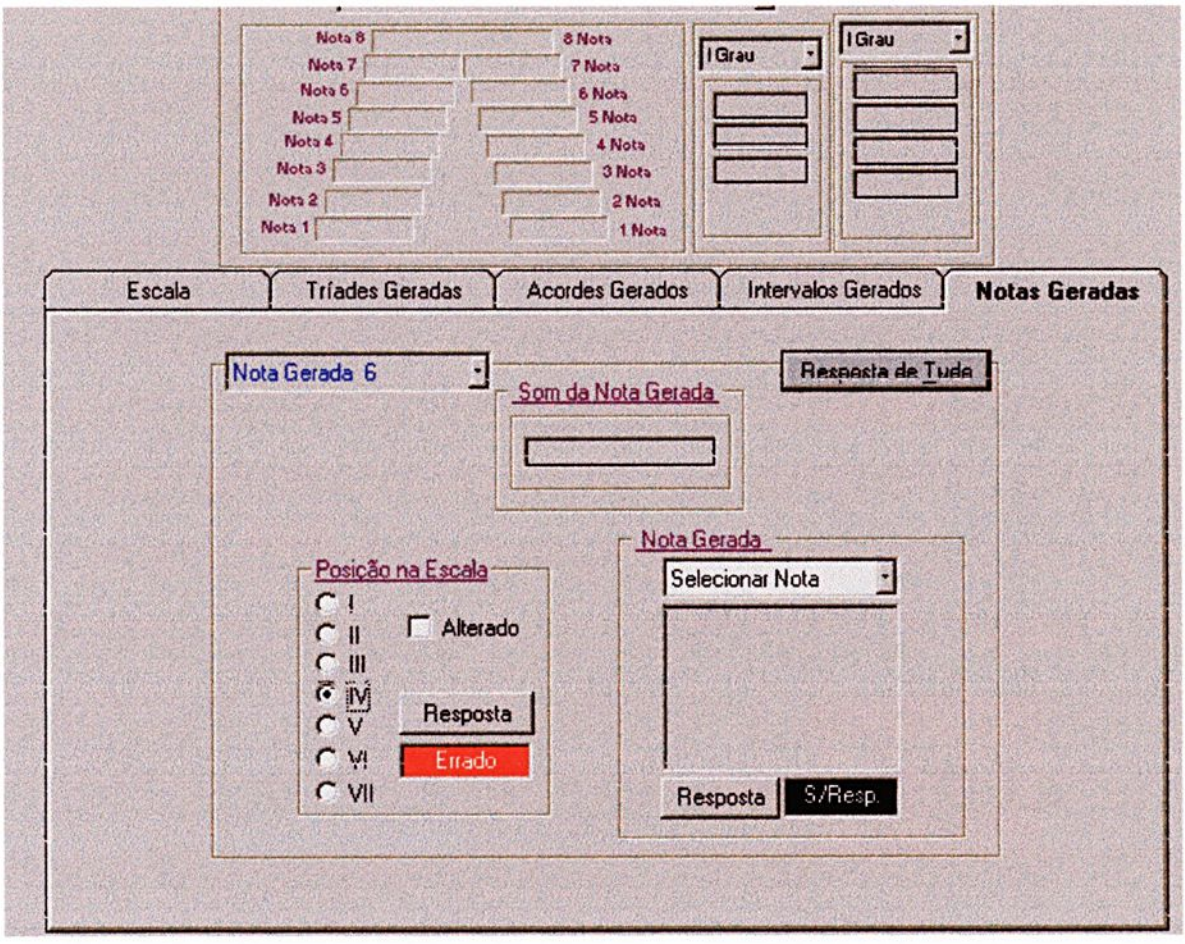


Figura 58 – Tela 4 – Treinamento de Escalas

Nessa tela foram armazenadas dez notas aleatórias que o programa gerou a partir da escala em questão.

Cada nota gerada pode ser selecionada no retângulo "Nota n". Cada nota pode ser ouvida quantas vezes for desejado, bastando para isso clicar no retângulo central "Som da Nota Gerada" com o botão esquerdo do mouse. Clicando-se no mesmo retângulo com o botão direito do mouse, a figura da nota respectiva será mostrada. Após a comparação do som dessa nota com as notas da escala referencial e responde-se no retângulo "Posição na Escala" qual é o grau que essa nota serve como fundamental na escala.

No retângulo "Nota Gerada" seleciona-se o nome da nota da resposta. A nota é exibida conjuntamente com a informação “Certa” ou “Errada”. Após a resposta das dez notas clica-se na aba "Intervalos Gerados". O Programa então exibe a seguinte tela:

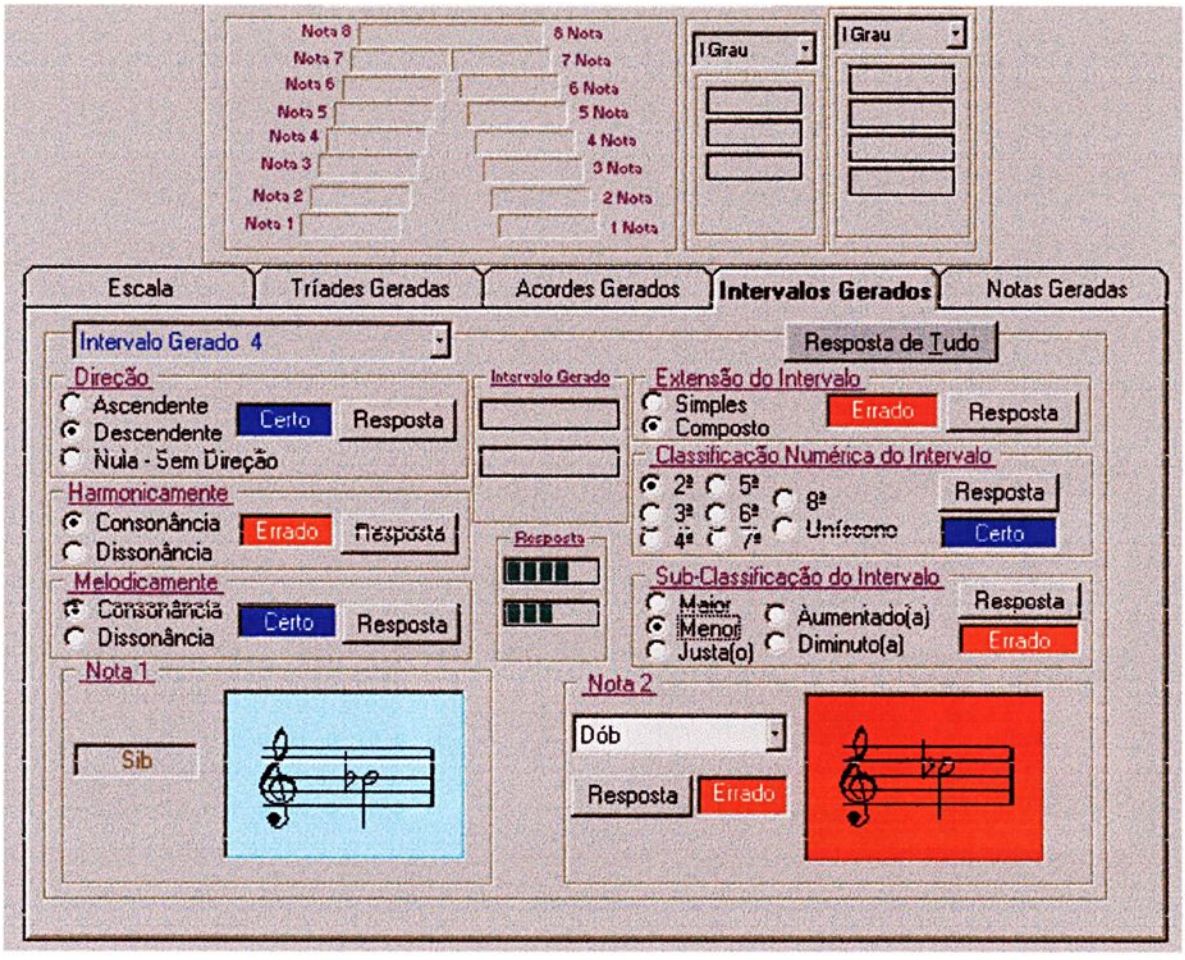


Figura 59 – Tela 5 – Treinamento de Escalas

Esta tela é idêntica e funciona da mesma forma que a tela do Treinamento de Intervalos.

Após as respostas dos intervalos gerados clica-se na aba "Tríades Geradas".

O programa então exibe a seguinte tela:

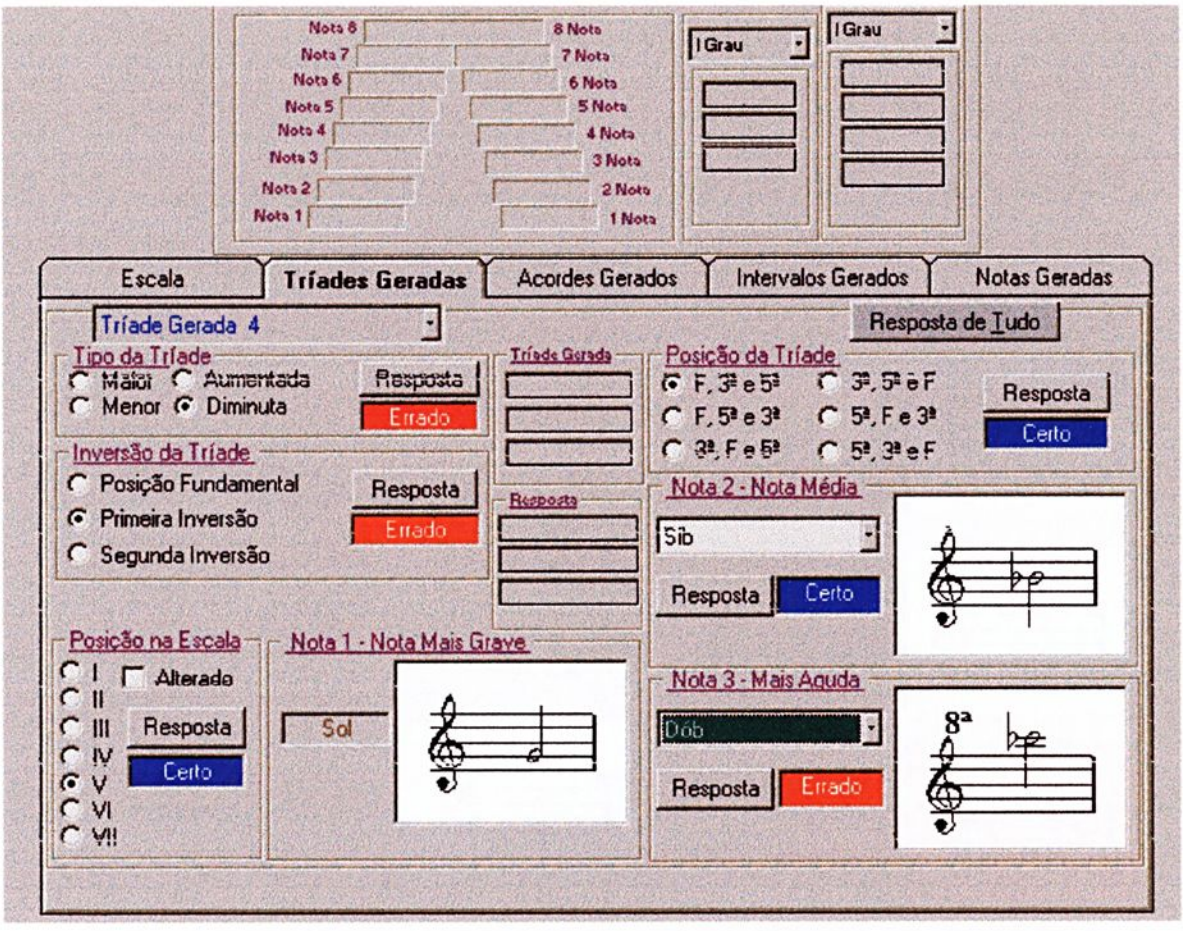


Figura 60 – Tela 6 – Treinamento de Escalas

Essa tela é idêntica e funciona da mesma forma que a do treinamento de tríades.

Após as respostas das tríades clica-se na aba "Acordes Gerados".

O Programa então exibe a seguinte tela:

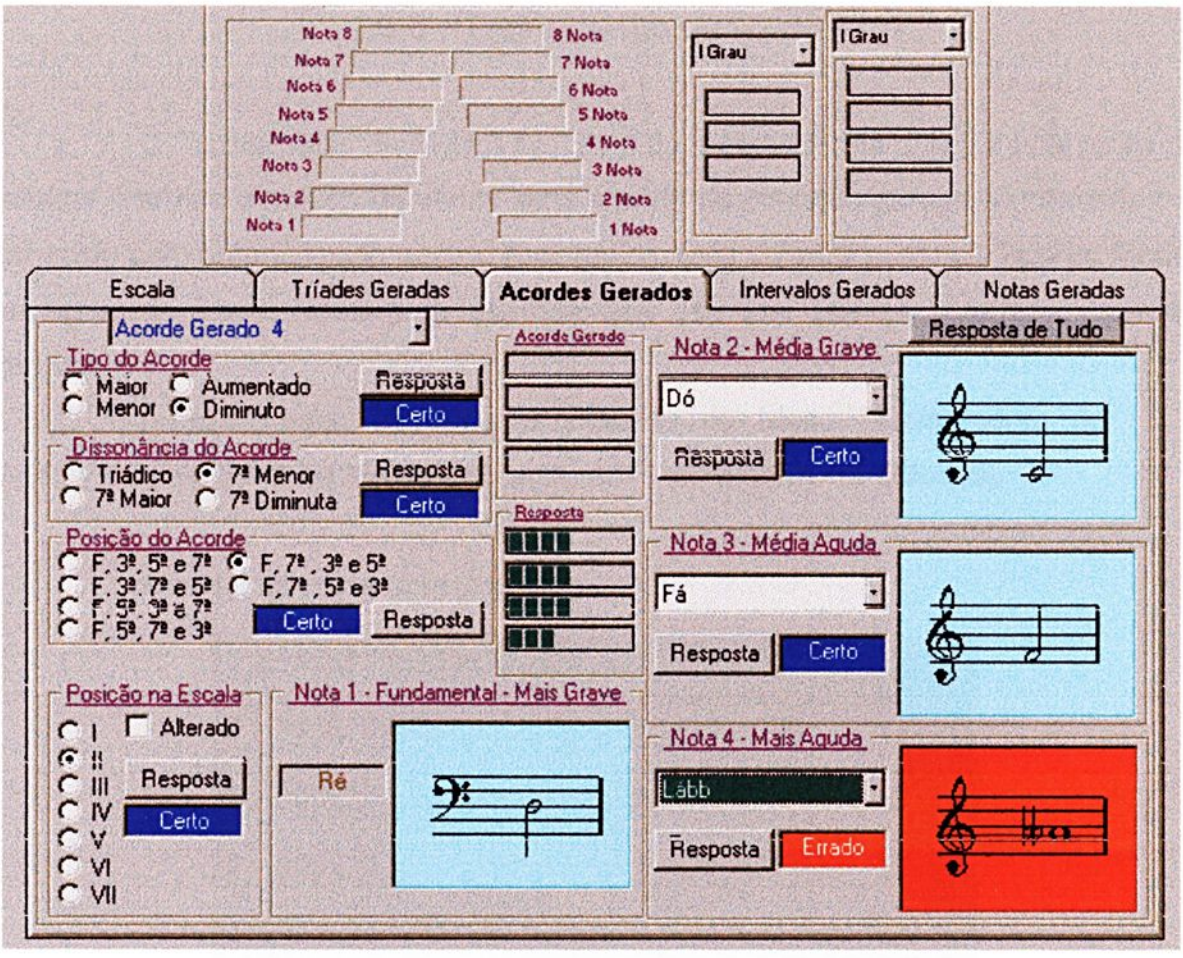


Figura 61 – Tela 7 – Treinamento de Escalas

Essa tela é idêntica e funciona da mesma forma que a do Treinamento de Acordes. Após as respostas dos acordes seleciona-se a próxima escala, se for o caso, ou clica-se em:



Figura 62 – Botões [Sair/Outro]

[Sair], para sair do treinamento de escalas e retornar à tela principal do programa ou [Outro], para iniciar outra seqüência de treinamento de escalas.

4.6.6 - Treinamento de Modos

O Treinamento de Modos funciona da mesma forma que o treinamento de escalas. Permite o estudo de vários itens a partir do contexto gerado. O contexto é o fornecido pelo próprio modo gerado e os vários itens do estudo serão: Tipo do Modo, Armadura de Clave, Notas geradas, Intervalos gerados, Tríades geradas e Acordes gerados.

Inicia-se esse treinamento clicando no Menu "Treinamento de. . .", Modos, ou pela barra de atalhos clicando em Treinamento de: [Modos].

A seguinte tela é apresentada:

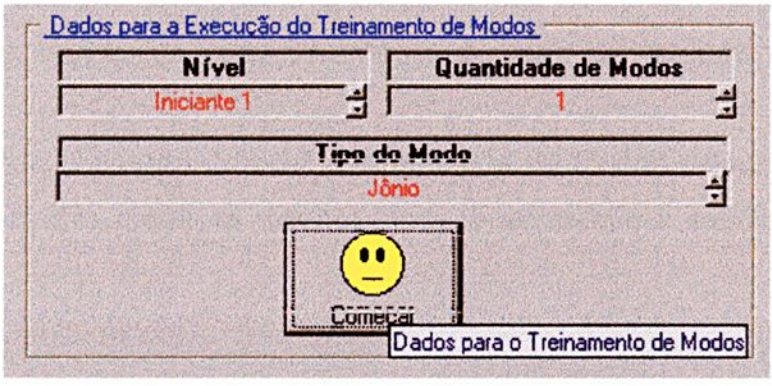


Figura 63 – Tela 1 – Treinamento de Modos

Nos pequenos botões para cima e para baixo, seleciona-se: um nível; quantidade de Modos (de 1 a 10); Tipo do Modo (Jônio, Dórico, Frígio, Lídio, Mixolídio, eólio e o Lócrio).

Após a seleção dos dados para a execução do treinamento de modos clica-se em [Começar].

A seguinte tela é apresentada:

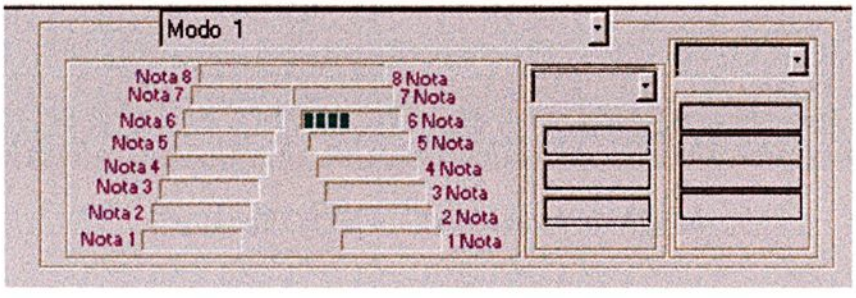


Figura 64 – Tela 2 – Treinamento de Modos

O retângulo superior "Modo 1" possibilita a seleção de um determinado modo gerado. O retângulo maior a esquerda contém quinze retângulos menores representando as notas do modo ascendentemente (notas de 1 a 8) e as notas do modo descendentemente (notas de 8 a 1). Clicando-se nos retângulos menores com o botão esquerdo do mouse a nota respectiva é tocada; clicando-se nos retângulos menores com o botão direito do mouse a nota respectiva é mostrada. Clicando-se no retângulo maior, onde os menores estão contidos, o respectivo modo é tocado ascendente e descendentemente. A primeira nota referencial é mostrada ao ser tocada e, as demais, somente tocadas e não mostradas.

Após tocar a última nota do modo o programa toca a tríade referente ao primeiro grau do modo e o acorde com sétima referente ao primeiro grau do modo. As tríades e os acordes de todos os graus do campo harmônico serão armazenados nos outros dois retângulos respectivamente ao lado do retângulo das notas do modo.

Quando o programa tocar a quantidade de modos selecionados ele toca novamente o primeiro modo da mesma forma e apresenta a seguinte tela para as respostas:

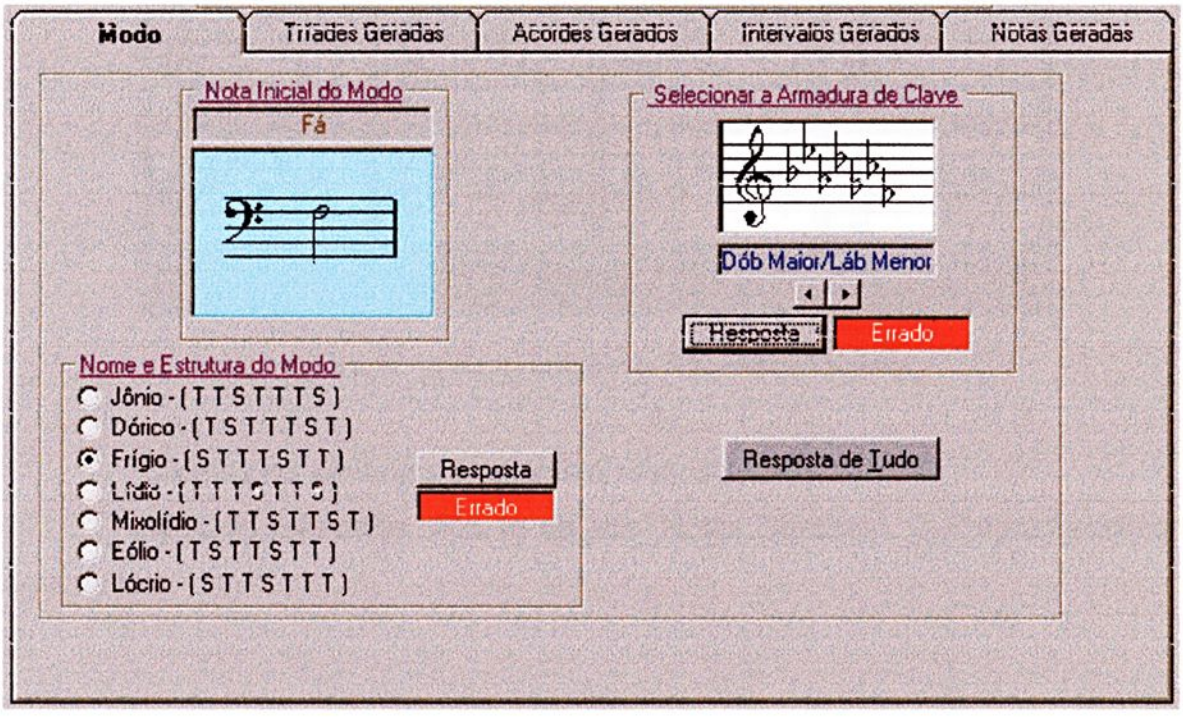


Figura 65 – Tela 3 – Treinamento de Modos

Essa tela contém uma pasta com várias abas. Cada aba organiza e permite que os itens referentes ao nome da aba sejam respondidos.

Na aba Modo, no retângulo "Nota Inicial do Modo", são exibidos a nota e o nome da nota que serve como referência do modo gerado. Logo abaixo "Tipo e Estrutura da Construção do Modo" permite que se responda o tipo do modo (Jônio, Dórico, Frígio, etc.). No outro retângulo "Selecione a Armadura de Clave" quando se clica no retângulo central (ainda vazio) é apresentada a seguinte tela:

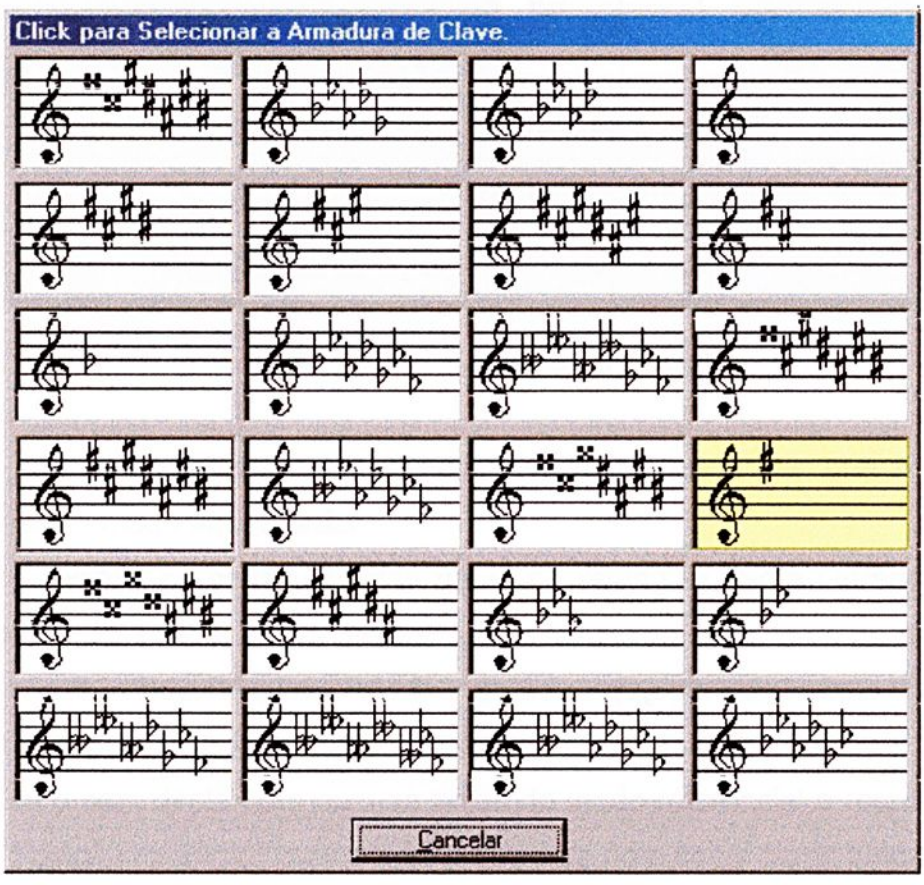


Figura 66 – Tela de seleção de armaduras de clave

Clica-se na armadura referente à resposta.

Após as respostas clica-se na aba “Notas Geradas”. O Programa exibe a seguinte tela:

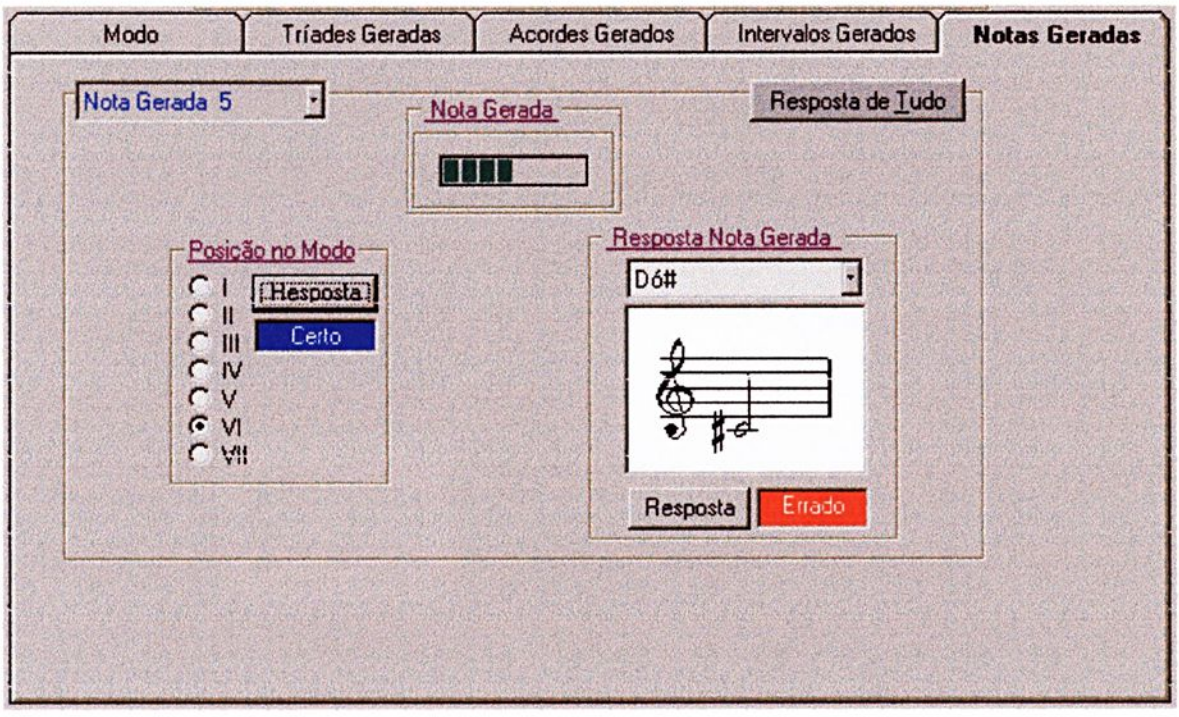


Figura 67 = Tela 4 = Treinamento de modos

Nessa tela foram armazenadas dez notas aleatórias que o programa gerou a partir do modo em questão.

Seleciona-se cada uma das notas no retângulo "Nota Gerada n". Cada nota pode ser ouvida quantas vezes se desejar bastando para isso clicar no retângulo central "Nota Gerada" com o botão esquerdo do mouse. Clica-se no mesmo retângulo com o botão direito do mouse e a nota respectiva será mostrada. Comparando o som desta nota com as notas do modo referencial e responde-se no retângulo "Posição no Modo" qual é o grau que esta nota serve como fundamental.

No retângulo "Resposta Nota Gerada" seleciona-se o nome da nota da resposta. A nota é exibida conjuntamente com a informação “Certa” ou “Errada”. Após as respostas das notas Clica-se na aba "Intervalos Gerados". O Programa exibe a seguinte tela:

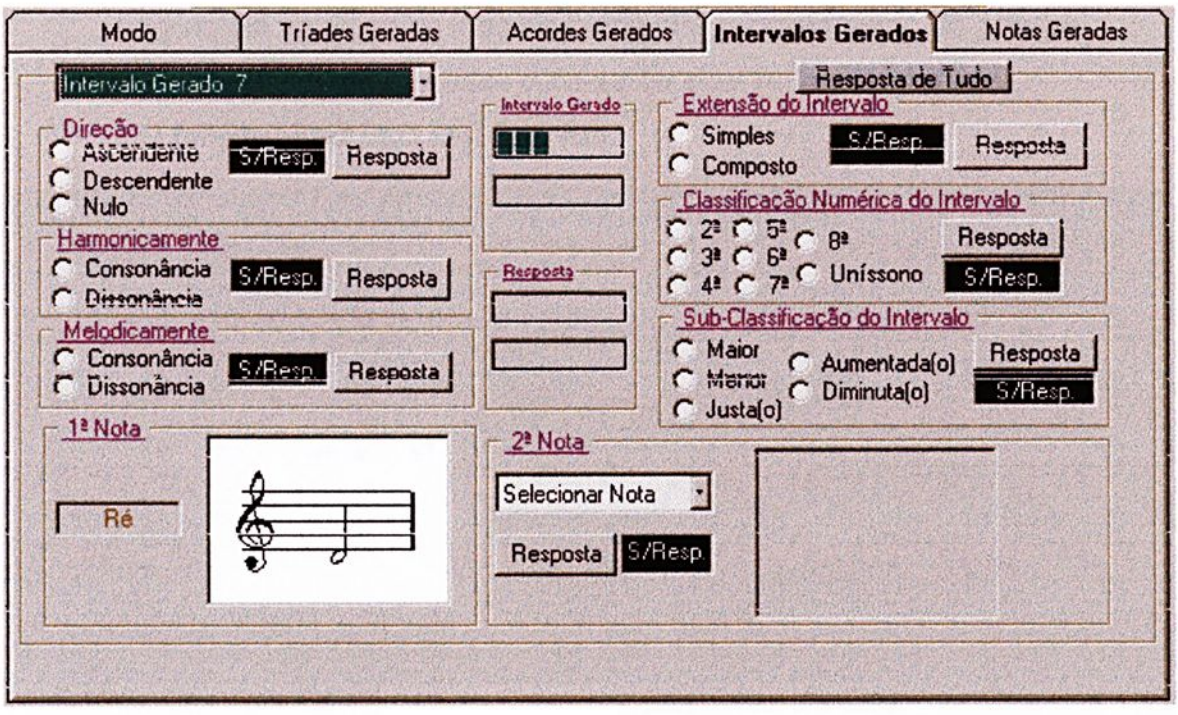


Figura 68 – Tela 5 – Treinamento de modos

Essa tela funciona da mesma forma que o Treinamento de Intervalos

Após responder os intervalos clica-se na aba "Tríades Geradas".

O Programa exibe a seguinte tela:

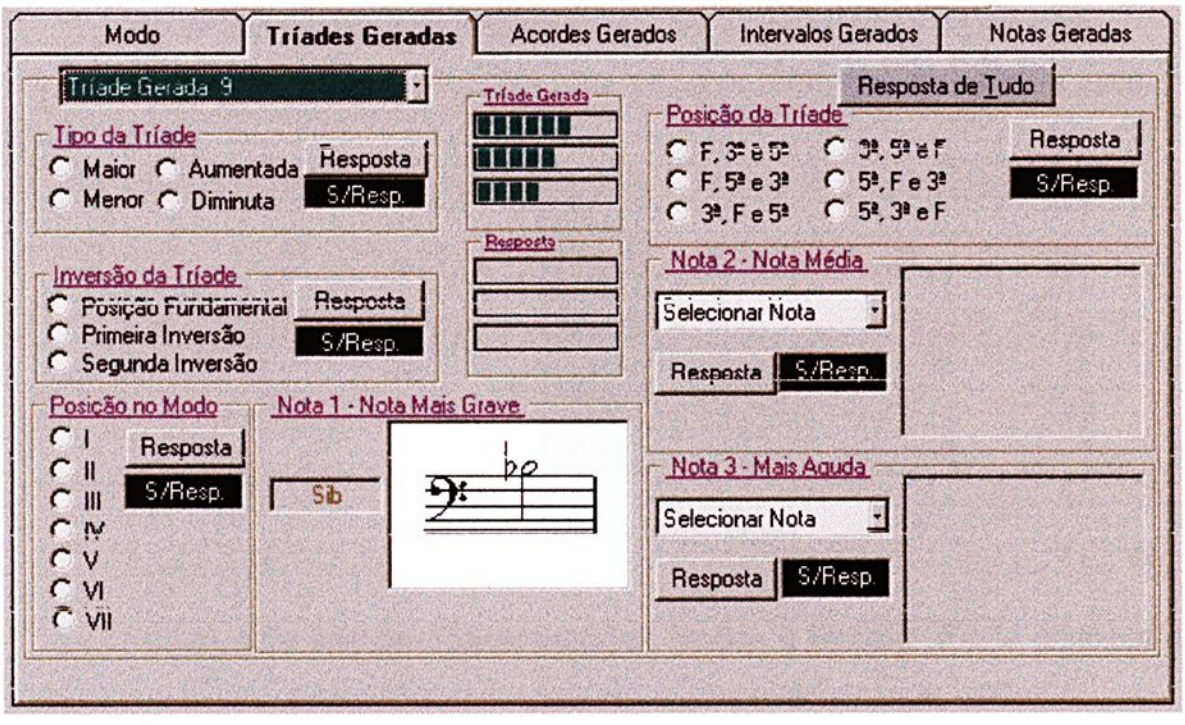


Figura 69 = Tela 6 = Treinamento de modos

Essa tela funciona da mesma forma que o Treinamento de Tríades.

Após responder as tríades clica-se na aba "Acordes Gerados".

O programa exibe a seguinte tela:

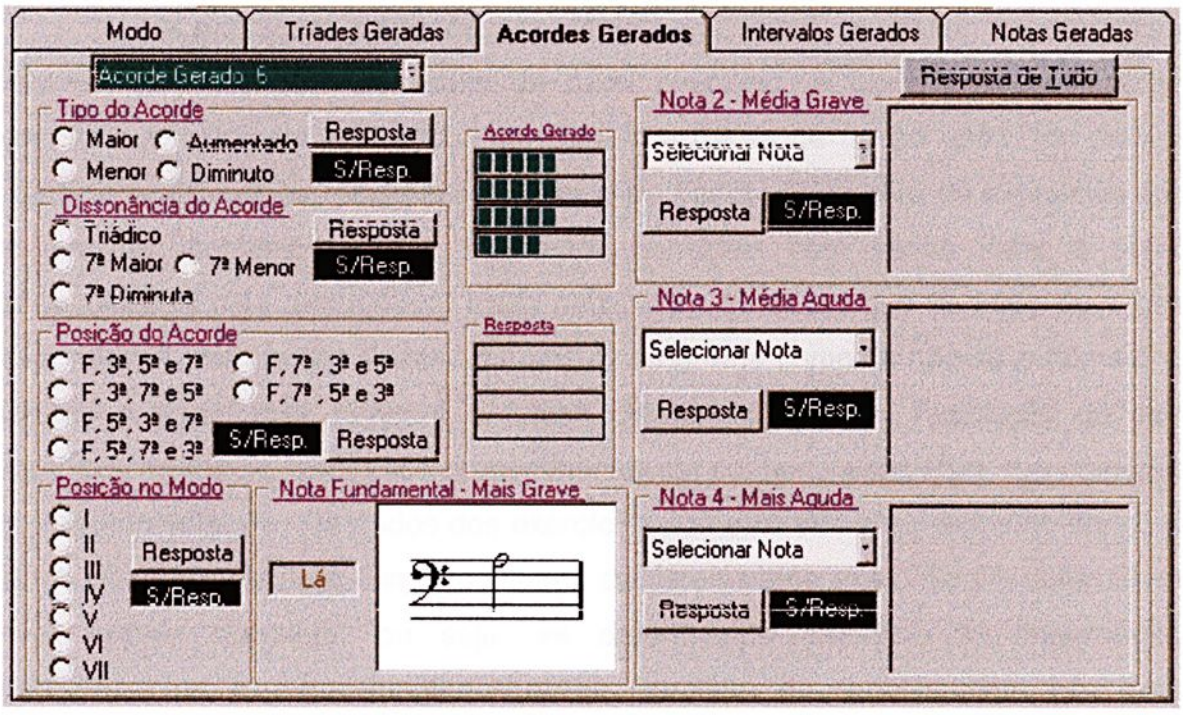


Figura 70 – Tela 7 – Treinamento de modos

Essa tela funciona da mesma forma que o Treinamento de Acordes.

Após responder os Acordes clica-se na próxima escala, se for o caso, ou clica-se em:



Figura 71 – Botões [Sair/Outro]

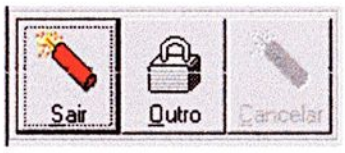
[Sair] para sair do Treinamento de Modos e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de treinamento de modos.

4.7 - Os exercícios

Os exercícios acontecem em tempo-real, isto é, existe um tempo máximo para se dar respostas aos itens de cada exercício. A hora inicial e final dos exercícios é computada. O programa calcula a média de tempo gasto por item do exercício e arquiva os resultados no banco de dados. O número de exercícios será sempre um conjunto de dez exercícios principais com vários itens a serem respondidos. Existe também um limite no número de vezes que se pode ouvir para responder (a maioria das vezes uma só). O programa computa não só o número de acertos e erros, mas também o tempo despendido para a realização de cada exercício. Forma-se, com esse procedimento, um contexto estatístico que possibilita uma (auto)avaliação. Os dados dos exercícios somente são arquivados no banco de dados do programa se o conjunto integral de determinado exercício em determinado nível estiver completo, ou seja, se determinado exercício for interrompido (cancelado) os dados computados até o momento do cancelamento não serão arquivados.

Os exercícios são sempre mais longos que os treinamentos. Alguns deles têm duração de cerca de uma hora.

Uma característica importante que os exercícios podem oferecer ao usuário é, em função dos resultados obtidos, deixar implícito o que deve ser treinado com mais afinco para um resultado satisfatório em determinados níveis dos tipos de exercício.



Em todos os Exercícios o botão [Sair] permite que os exercícios sejam abandonados; o botão [Outro] inicia outra seqüência de dez exercícios; o botão [Cancelar] interrompe os dez exercícios iniciados.

Na execução dos exercícios o único parâmetro que pode ser alterado, usando os pequenos botões “para cima e para baixo”, é o parâmetro nível. Todos os

outros parâmetros são adequados em função deste. Isso garante uma uniformidade nos parâmetros de todos os dez exercícios que serão executados com o mesmo grau de dificuldade ou facilidade (para todos os usuários). É aconselhável que todos os exercícios sejam realizados gradativamente, isto é, passando pelos níveis: Iniciante1, Iniciante2, Iniciante3, [...], até o Desafio4. Isso deve garantir que os parâmetros de cada nível sejam assimilados paulatinamente. Recomenda-se não haver mudança de nível enquanto a média de acertos não superar 70%.

unesp

4.7.1 - Exercícios de Notas

Os exercícios de notas são iniciados clicando-se no menu "Exercícios de...", Notas, ou no botão na barra de atalhos "Exercícios de: [Notas]".



Figura 72 – Menu "Exercícios de..." Notas

A seguinte tela é apresentada:

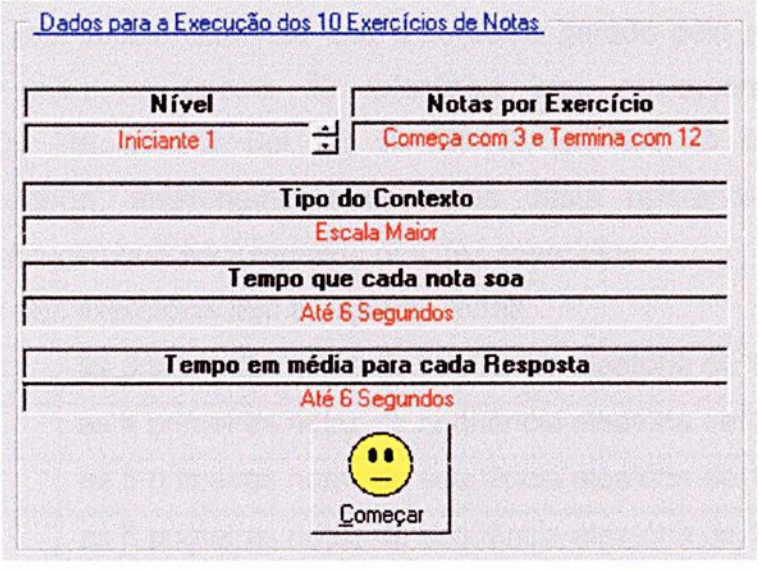


Figura 73 – Tela 1 – Exercícios de Notas

Escolhido o nível do exercício clica-se no botão [Começar].

A seguinte tela é apresentada:

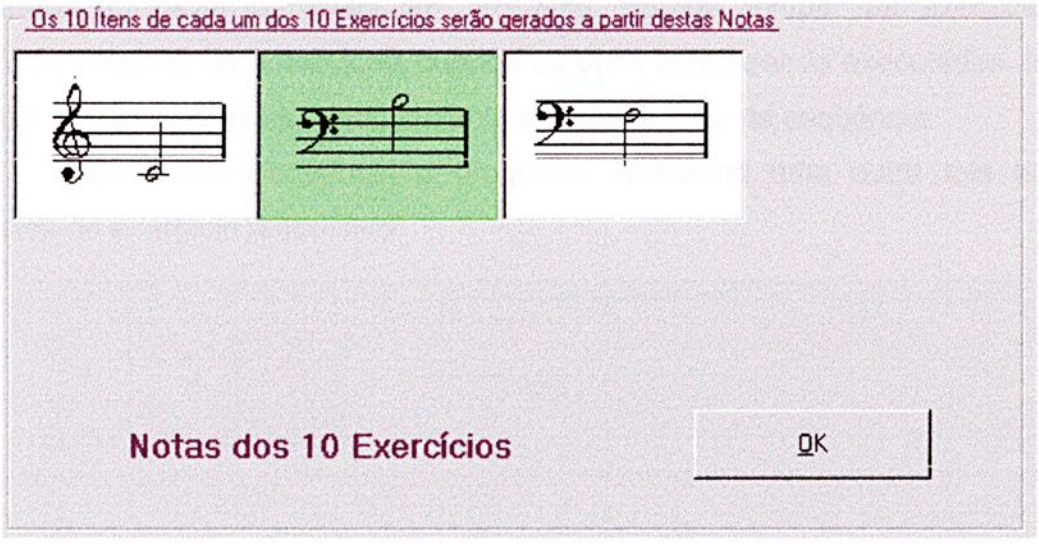


Figura 74 – Tela 2 – Exercícios de Notas

O Programa gerou um contexto de acordo com o item "Tipo do Contexto" apresentado na tela inicial. Supondo que o contexto gerado pelo programa seja a escala de Dó maior, a escala de referência tem, obviamente, a seguinte característica: Dó, Ré, Mi, Fá, Sol, Lá, Si, Dó, Si, Lá, Sol, Fá, Mi, Ré e Dó. O programa "embaralha" aleatoriamente as notas desta referência e gera uma seqüência de execução que será repetida nos dez exercícios.

Estes dez exercícios têm a seguinte forma:

1º Exercício	as 3 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
2º Exercício	as 4 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
3º Exercício	as 5 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
4º Exercício	as 6 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
5º Exercício	as 7 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
6º Exercício	as 8 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
7º Exercício	as 9 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
8º Exercício	as 10 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
9º Exercício	as 11 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas
10º Exercício	as 12 primeiras notas da seqüência aleatória de 15 notas

Quadro 9 – Exercícios de Notas

unesp

As notas de cada exercício são tocadas com a mesma seqüência "embaralhada" inicial de execução. Pode-se "ganhar tempo" na execução dos exercícios clicando no botão [OK] quando os sons estão sendo executados. Isto faz com que o programa inicie imediatamente a próxima nota da seqüência.

Após cada seqüência o programa apresenta uma outra tela para as respostas do exercício respectivo:

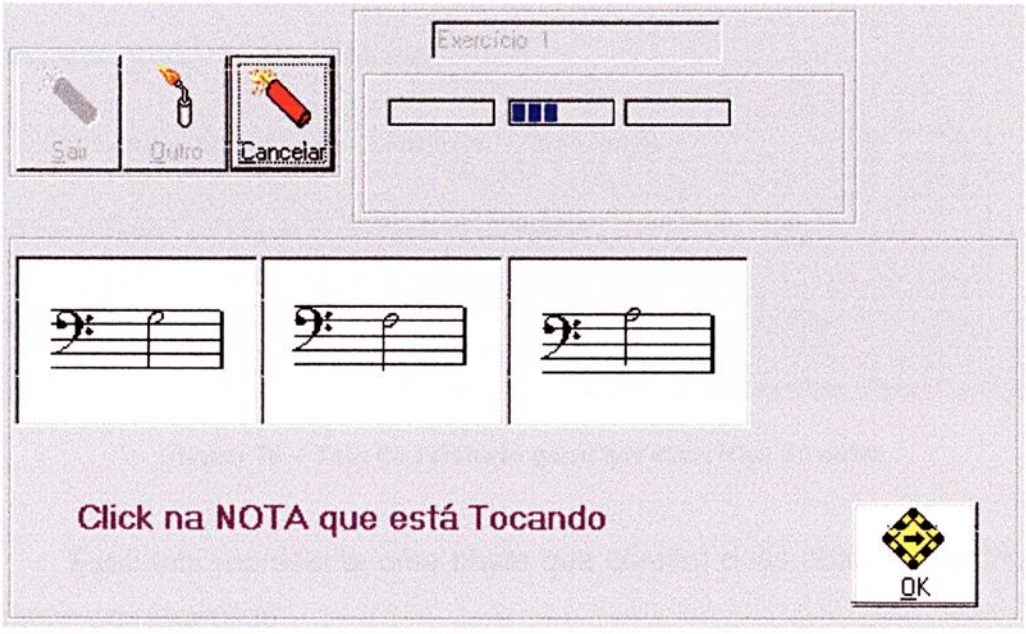


Figura 75 – Tela 3 – Exercícios de Notas

Nessa tela, o retângulo superior (ao lado direito do botão cancelar) representa cada uma das notas que devem ser respondidas enquanto estiverem soando. O retângulo inferior contém a seqüência aleatória gerada pelo programa. Este é o local onde a resposta deve ser dada clicando-se sobre a figura que representa a nota soando.

O programa embaralha aleatoriamente a ordem da seqüência em que as notas são executadas. Pode-se ganhar tempo clicando-se no botão [OK] enquanto a nota ainda está soando e já foi respondida. Após executar a última nota do exercício em questão, a tela anterior é reiniciada com a inserção da próxima nota da seqüência aleatória e assim, respectivamente, até o décimo exercício.

Os exercícios podem ser cancelados clicando-se no botão [Cancelar].

Após os dez exercícios terem sido executados o programa arquiva os dados estatísticos respectivos e apresenta a seguinte tela:

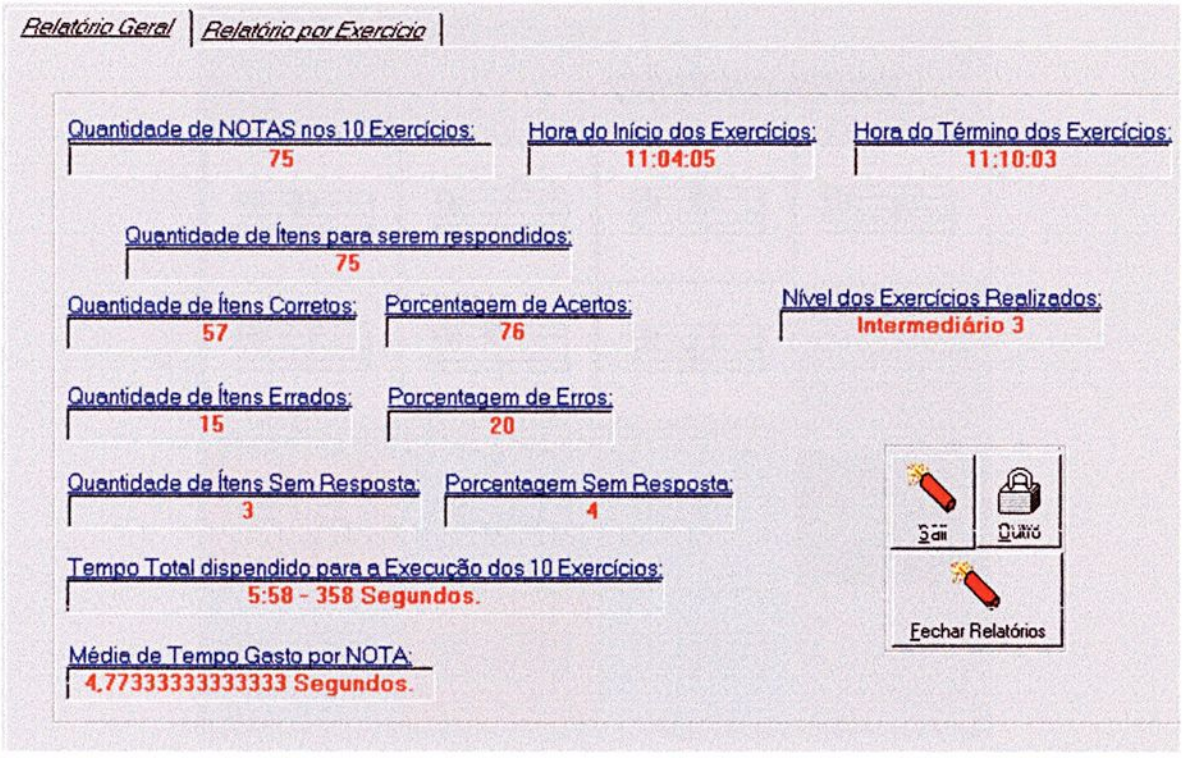


Figura 76 – Tela do relatório geral dos exercícios de notas

Essa tela representa uma pasta que contém duas abas: “Relatório Geral” e “Relatório por Exercício”.

Na primeira aba são apresentados todos os dados estatísticos referentes aos dez exercícios realizados.

A segunda aba, "Relatório por Exercício" é representada na figura abaixo.

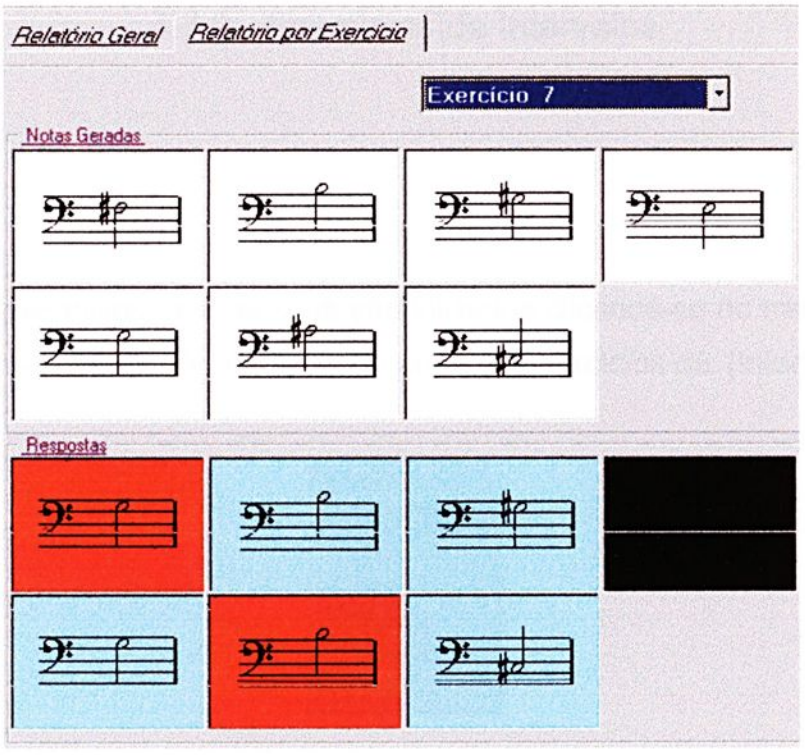


Figura 77 – Tela do relatório por exercício de notas

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n". Sua função é permitir novamente a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios comparativamente com as respectivas respostas. Para ouvir clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Notas Geradas" ou “Respostas”. As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.



Figura 78 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios de notas e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.7.2 - Exercícios de Intervalos

Os exercícios de intervalos são iniciados clicando-se no menu “Exercícios de...”, Intervalos, ou no botão na barra de atalhos “Exercícios de: [Intervalos]”.

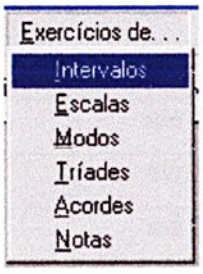


Figura 79 – Menu “Exercícios de...” Intervalos

A seguinte tela é apresentada:

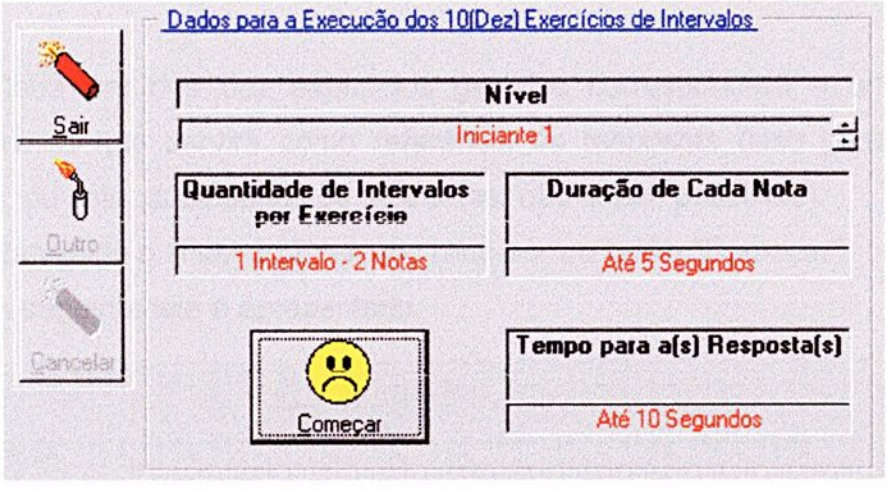


Figura 80 – Tela 1 – Exercícios de Intervalos

Os parâmetros dos exercícios em função da escolha do nível podem ser:

Nível	Quantidade de Intervalos	Duração de cada série de notas	Respostas
Iniciante 1	1 Intervalo - 2 Notas	até 10 segundos	até 5 segundos
Iniciante 2	1 Intervalo - 2 Notas	até 10 segundos	até 5 segundos
Iniciante 3	2 Intervalos - 3 Notas	até 20 segundos	até 4 segundos
Iniciante 4	2 Intervalos - 3 Notas	até 20 segundos	até 4 segundos
Intermediário 1	3 Intervalos - 4 Notas	até 30 segundos	até 3 segundos
Intermediário 2	3 Intervalos - 4 Notas	até 30 segundos	até 3 segundos
Intermediário 3	4 Intervalos - 5 Notas	até 40 segundos	até 3 segundos
Intermediário 4	4 Intervalos - 5 Notas	até 40 segundos	até 3 segundos
Avançado 1	5 Intervalos - 6 Notas	até 50 segundos	até 2 segundos
Avançado 2	5 Intervalos - 6 Notas	até 50 segundos	até 2 segundos
Avançado 3	6 Intervalos - 7 Notas	até 60 segundos	até 2 segundos
Avançado 4	6 Intervalos - 7 Notas	até 60 segundos	até 2 segundos
Desafio 1	7 Intervalos - 8 Notas	até 60 segundos	até 1 segundo
Desafio 2	7 Intervalos - 8 Notas	até 60 segundos	até 1 segundo
Desafio 3	8 Intervalos - 9 Notas	até 60 segundos	até 1 segundo
Desafio 4	8 Intervalos - 9 Notas	até 60 segundos	até 1 segundo

Quadro 10 – Exercícios de Intervalos

Cada um dos dez exercícios gerados corresponderá a uma ou mais escalas maiores que servirá como referência às respostas (isso garante que as enarmonias, ou seja, dubiedades de respostas, não sejam possíveis).

Escolhido o Nível do Exercício clica-ser no botão "Começar".

A seguinte tela é apresentada:

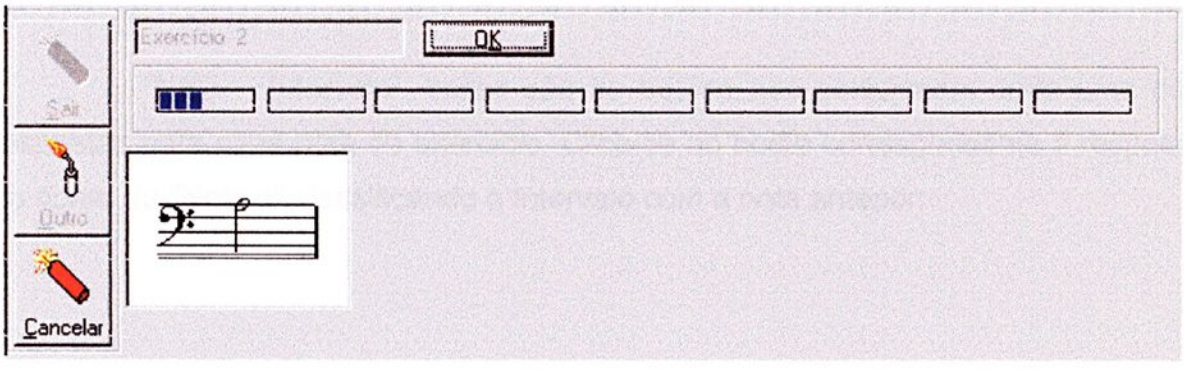


Figura 81 – Tela 2 – Exercícios de Intervalos

Nessa tela cada retângulo menor representa uma nota. O programa toca e mostra a primeira nota de referência e toca as seguintes (sem mostrar). O tempo pode ser abreviado clicando-se no botão [OK]. Cada vez que o botão é clicado o programa Interrompe a nota que está tocando e, imediatamente, toca a próxima nota ou, no caso da última nota da seqüência do exercício, apresenta o local para as respostas da seqüência respectiva:

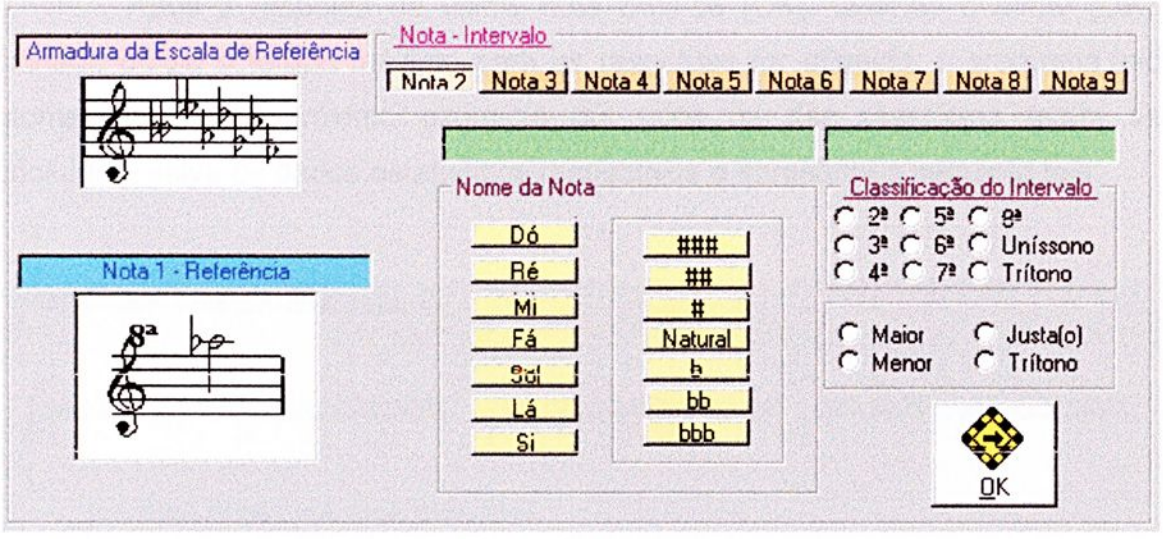


Figura 82 – Tela 3 – Exercícios de Intervalos

Essa tela apresenta as seguintes características:

"Armadura da Escala de Referência": as notas da seqüência foram geradas a partir da escala maior da armadura de clave em questão. Como já foi explicado, isso faz com que as possíveis enarmonias sejam eliminadas;

"Nota 1 – Referência": a primeira nota do exercício que serve como referência ao primeiro intervalo;

"Nota – Intervalo": esses são os botões que selecionam cada uma das respostas para cada nota do exercício. Clica-se no botão correspondente à resposta do nome da "Nota n" classificando o Intervalo com a nota anterior;

"Nome da Nota": clica-se, após a seleção da nota para responder, no nome da nota (de acordo com a armadura de clave de referência) e possíveis acidentes;

"Classificação do Intervalo": classifica-se o Intervalo da nota selecionada com a nota anterior.

Após a resposta da última nota clica-se [OK]. Quando o botão [OK] é acionado ou se o tempo máximo para as respostas for atingido, o programa inicia automaticamente o próximo exercício ou, após os dez exercícios terem sido concluídos, salva os dados estatísticos respectivos e apresenta a seguinte tela:

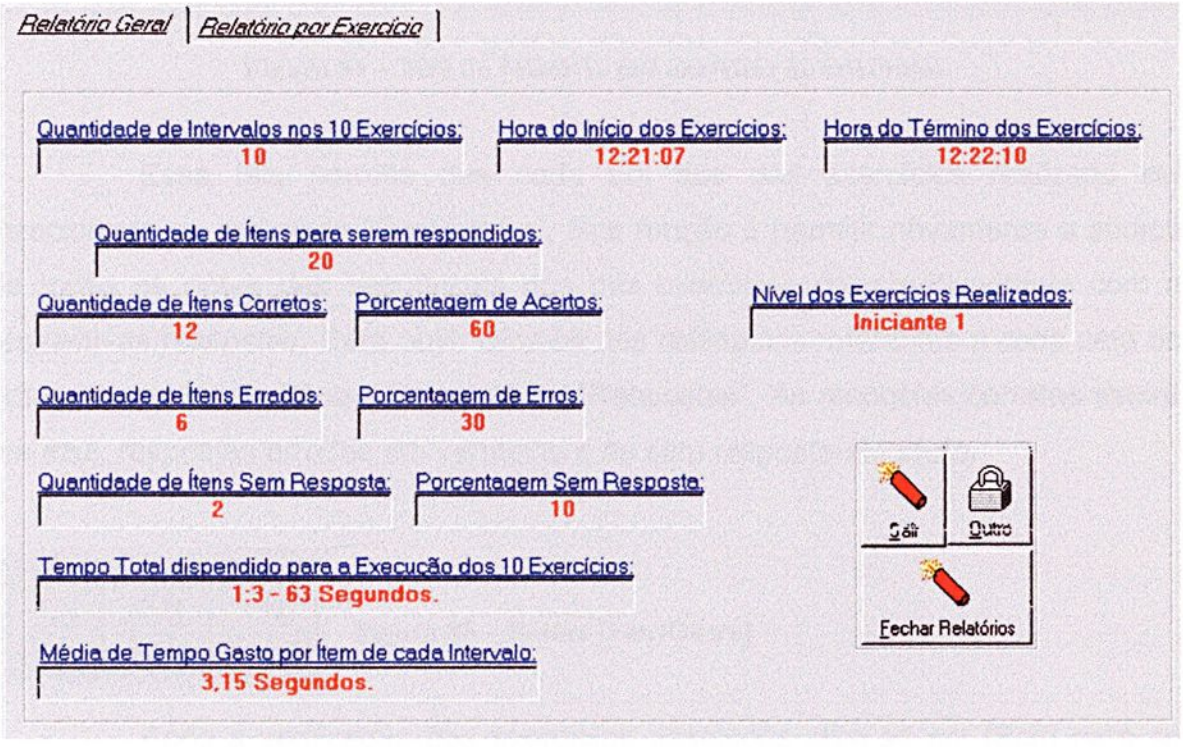


Figura 83 – Tela do relatório geral dos exercícios de intervalos

Essa tela representa uma pasta com duas abas. A aba "Relatório Geral" apresenta todos os dados estatísticos dos dez exercícios realizados.

A aba "Relatório por Exercício":

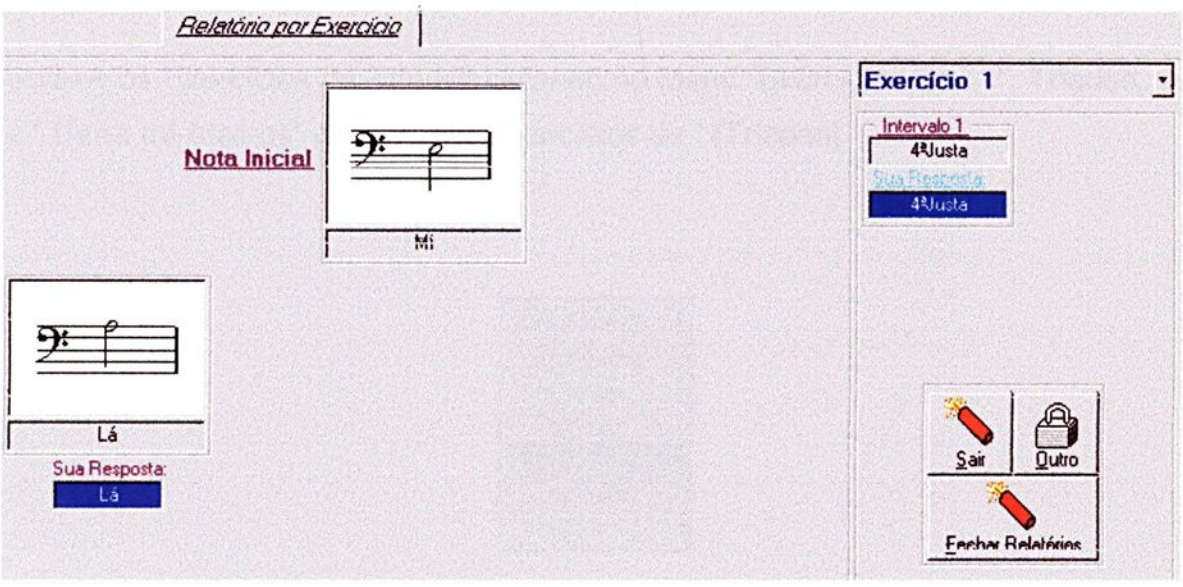


Figura 84 – Tela do relatório por exercício de intervalos

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n". Sua função é permitir novamente a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios comparativamente com as respectivas respostas. Para ouvir clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Notas Geradas" ou “Respostas”. As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.



Figura 85 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios de notas e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.7.3 - Exercícios de Tríades

Inicia-se os Exercícios de Tríades clicando no Menu "Exercícios de. . .", Tríades, ou, na " Barra de Atalhos" clica-se em "Exercícios de:" [Tríades].



Figura 86 – Menu "Exercícios de..." Tríades

A seguinte tela é apresentada:

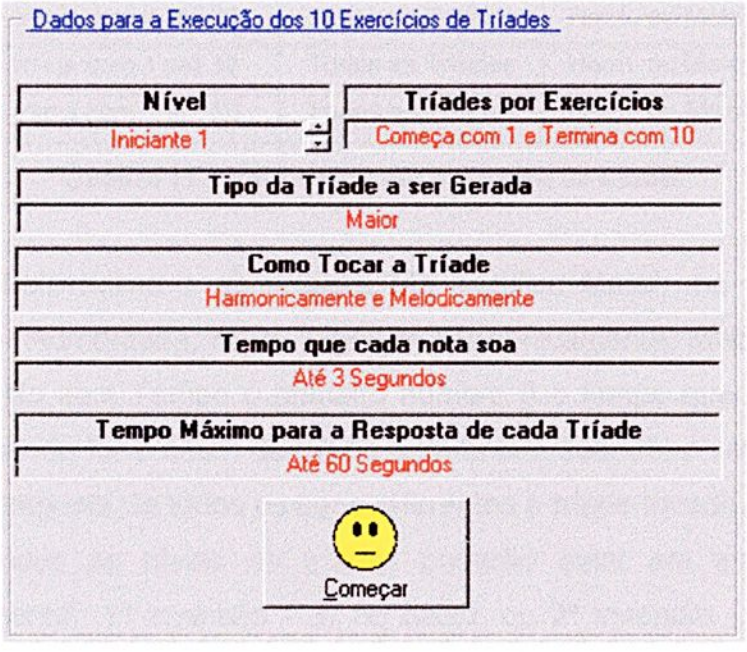


Figura 87 = Tela 1 = Exercícios de Tríades

Nos 10 Exercícios de Tríades o Exercício 1 contém uma Tríade; o Exercício 2 contém duas Tríades; o Exercício 3 contém três Tríades; o Exercício 4, quatro tríades, e assim por diante até o Exercício 10 que contém 10 Tríades para serem respondidas. O Exercício completo contém um total de 330 itens a serem respondidos.

Os parâmetros dos exercícios, segundo a escolha do nível podem ser:

Nível	Tríades por Exercício	Tipo da Tríade	Como tocar a Tríade	Tempo
Iniciante 1	inicia com 1 até 10	Maior	Harm. e Melodic.	3 - 60 Seg.
Iniciante 2	inicia com 1 até 10	Menor	melodic. e Harm.	3 - 60 Seg.
Iniciante 3	inicia com 1 até 10	Aumentada	Harm. e Melodic.	3 - 60 Seg.
Iniciante 4	inicia com 1 até 10	Diminuta	melodic. e Harm.	3 - 60 Seg.
Intermediário 1	inicia com 1 até 10	Maior e Menor	Harm. e Melodic.	2 - 50 Seg.
Intermediário 2	inicia com 1 até 10	Aum. e Dim.	melodic. e Harm.	2 - 50 Seg.
Intermediário 3	inicia com 1 até 10	Maior e Aum.	Melodicamente	2 - 50 Seg.
Intermediário 4	inicia com 1 até 10	Menor e Dim.	Harmonicamente	2 - 50 Seg.
Avançado 1	inicia com 1 até 10	Ma, me e Aum.	Melodicamente	1 - 45 Seg.
Avançado 2	inicia com 1 até 10	Ma, me e Dim.	Harmonicamente	1 - 45 Seg.
Avançado 3	inicia com 1 até 10	me, Aum e Dim	Harm. ou Melod.	1 - 45 Seg.
Avançado 4	inicia com 1 até 10	Todas as Tríades	Harm. ou Melod.	1 - 45 Seg.
Desafio 1	inicia com 1 até 10	Todas as Tríades	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 2	inicia com 1 até 10	Todas as Tríades	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 3	inicia com 1 até 10	Todas as Tríades	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 4	inicia com 1 até 10	Todas as Tríades	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.

Quadro 11 – Parâmetros dos exercícios de tríades

Na tabela acima a abreviatura Ma significa Maior; me - Menor; Dim. - Diminuta; Aum. – Aumentada; Harm. significa harmonicamente; Melodic. ou Melod. - Melodicamente. No item Tempo o primeiro número é o tempo que cada nota (ou a própria tríade quando for o caso) da tríade permanece soando; o segundo número é o tempo para a resposta de todos os itens referentes à tríade tocada.

Em todos os níveis as tríades poderão estar em qualquer inversão (posição fundamental; 1ª inversão - 3ª no baixo; ou 2ª inversão - 5ª no baixo). A "Tríade Aumentada" sempre estará na "Posição Fundamental" - Fundamental no Baixo.

Escolhido o nível do exercício clica-se no botão [Começar].

A seguinte tela é apresentada:

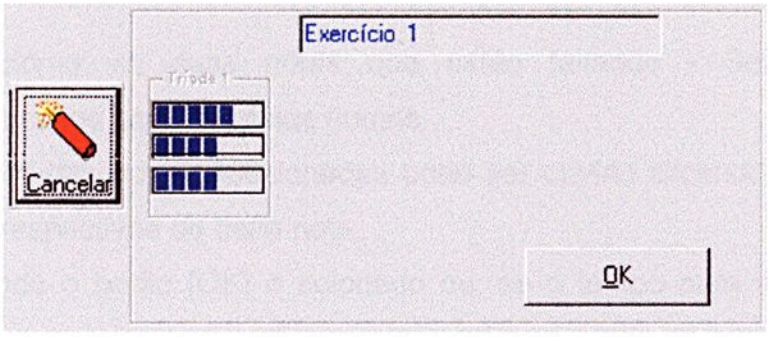


Figura 88 – Tela 2 – Exercícios de Tríades

No retângulo maior da figura acima cada retângulo menor representa uma tríade. O Programa toca uma a uma as tríades de acordo com os parâmetros de cada nível. O tempo de duração de cada nota pode ser diminuído clicando-se no botão [OK]. Cada vez que o botão é clicado o programa interrompe a nota que está tocando e, imediatamente, toca a próxima nota ou, quando for a nota que está soando for a última da seqüência do exercício, a tela para as respostas do exercício respectivo é apresentada:

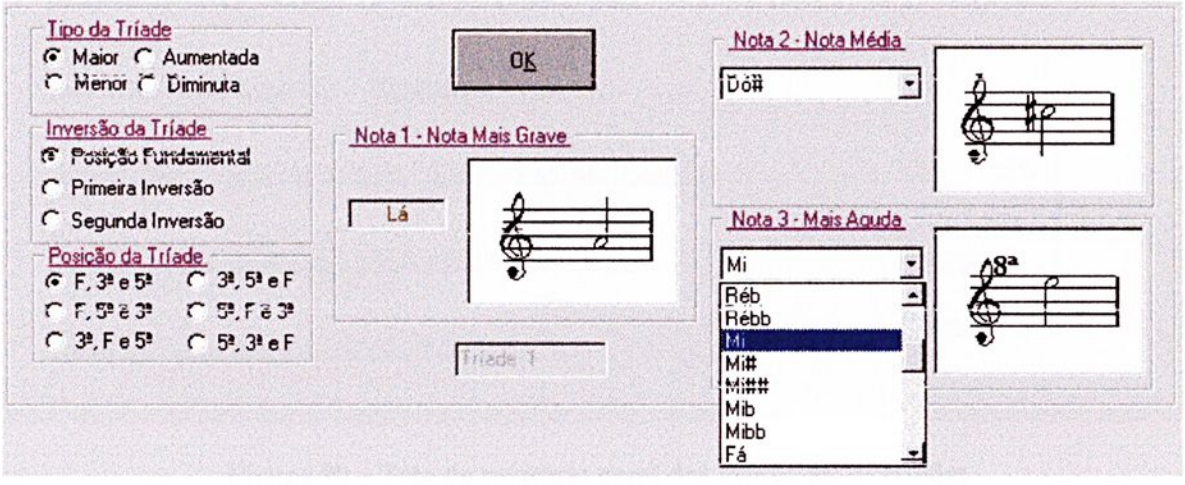


Figura 89 – Tela 3 – Exercícios de Tríades

Nessa tela de respostas a nota mais grave (baixo) da tríade é exibida. Deve-se responder:

O "Tipo da Tríade" - Maior, Menor, Aumentada ou Diminuta;

A "Inversão da Tríade" - Posição Fundamental, 1ª Inversão - 3ª no baixo - ou 2ª Inversão - 5ª no baixo;

A "Posição da Tríade" – Qual é o som mais grave, o médio e o mais agudo; e,

Selecionar as duas notas que estão faltando - Selecionando nos retângulos respectivos as notas pelos nomes.

O som das notas selecionadas pode ser ouvido clicando nos retângulos com as figuras respectivas de cada nota.

Quando o botão [OK] é acionado ou, se o tempo para as respostas for atingido, o programa inicia automaticamente a próxima tríade do respectivo exercício ou, se for a última tríade do décimo exercício, apresenta a Tela dos Relatórios.

Após os dez exercícios terem sido concluídos o programa salva os dados estatísticos no banco de dados e apresenta a seguinte tela:

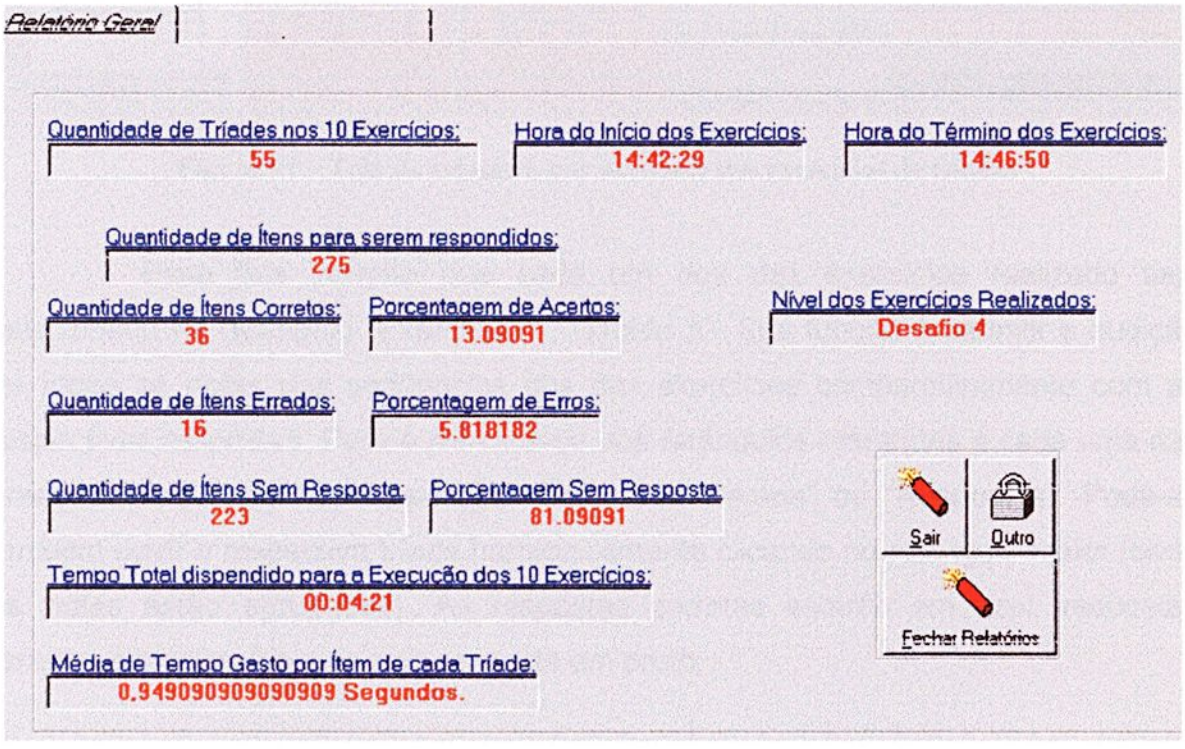


Figura 90 – Tela do relatório geral dos exercícios de tríades

Essa tela representa uma pasta que contém duas abas. A aba "Relatório Geral" apresenta todos os dados estatísticos referentes ao exercício em questão.

A aba "Relatório por Exercício":

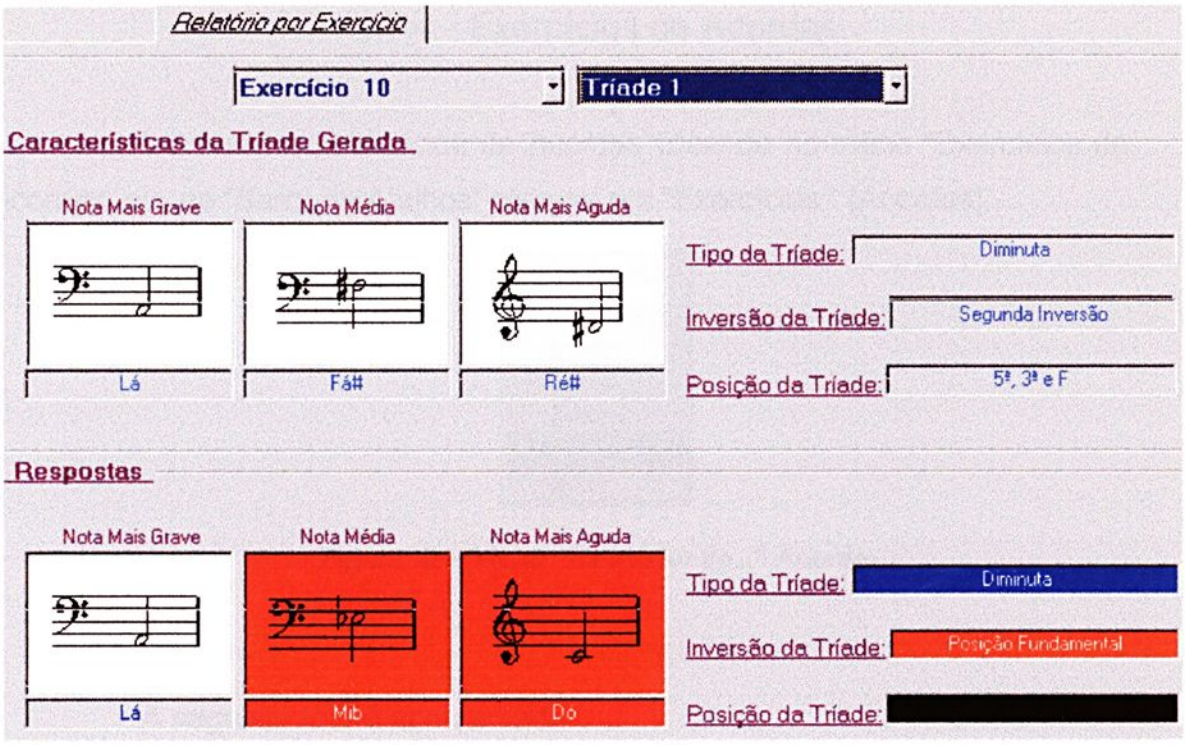


Figura 91 – Tela do relatório por exercício dos exercícios de tríades

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n", "Tríade n". Sua função é permitir a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios comparativamente com as respectivas respostas. Para ouvir clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Características da Tríade Gerada" ou "Respostas". Pode-se também ouvir a respectiva tríade harmonicamente clicando no retângulo maior (onde as notas estão agrupadas). As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.



Figura 92 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.7.4 - Exercícios de Acordes

Inicia-se os Exercícios de Acordes clicando no menu "Exercícios de. . .", Acordes; ou, na “Barra de Atalhos” clica-se em "Exercícios:" [Acordes].

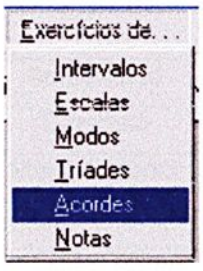


Figura 93 – Menu “Exercícios de...” Acordes

A seguinte tela é apresentada:

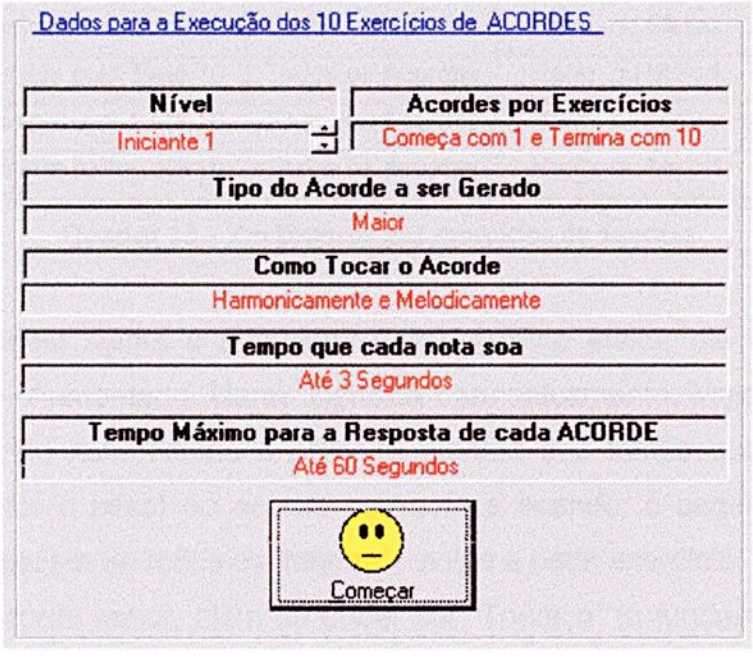


Figura 94 – Tela 1 – Exercícios de Acordes

Nos dez exercícios de acordes o exercício 1 contém 1 acorde; o exercício 2 contém 2 acordes; o exercício 3 contém 3 acordes; o exercício 4, 4 acordes, e assim por diante até o exercício 10 que contém 10 acordes para serem respondidos.

Os parâmetros dos acordes segundo a escolha do nível podem ser:

Nível	Acordes por Exercício	Tipo do Acorde	Como tocar o Acorde	Tempo
Iniciante 1	inicia com 1 até 10	Maior	Harm. e Melodic.	3 - 60 Seg.
Iniciante 2	inicia com 1 até 10	Menor	melodic. e Harm.	3 - 60 Seg.
Iniciante 3	inicia com 1 até 10	Aumentado	Harm. e Melodic.	3 - 60 Seg.
Iniciante 4	inicia com 1 até 10	Diminuto	melodic. e Harm.	3 - 60 Seg.
Intermediário 1	inicia com 1 até 10	Maior e Menor	Harm. e Melodic.	2 - 50 Seg.
Intermediário 2	inicia com 1 até 10	Aum. e Dim.	melodic. e Harm.	2 - 50 Seg.
Intermediário 3	inicia com 1 até 10	Maior e Aum.	Melodicamente	2 - 50 Seg.
Intermediário 4	inicia com 1 até 10	Menor e Dim.	Harmonicamente	2 - 50 Seg.
Avançado 1	inicia com 1 até 10	Ma, me e Aum.	Melodicamente	1 - 45 Seg.
Avançado 2	inicia com 1 até 10	Ma, me e Dim.	Harmonicamente	1 - 45 Seg.
Avançado 3	inicia com 1 até 10	me, Aum e Dim	Harm. ou Melod.	1 - 45 Seg.
Avançado 4	inicia com 1 até 10	Todos os Acorde	Harm. ou Melod.	1 - 45 Seg.
Desafio 1	inicia com 1 até 10	Todos os Acordes	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 2	inicia com 1 até 10	Todos os Acordes	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 3	inicia com 1 até 10	Todos os Acordes	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.
Desafio 4	inicia com 1 até 10	Todos os Acordes	Harm. ou Melod.	1 - 40 Seg.

Quadro 12 – Parâmetros dos exercícios de acordes

Na tabela acima a abreviatura Ma significa Maior; me - Menor; Dim. - Diminuto; Aum. - Aumentado. Harm. significa harmonicamente; Melodic. ou Melod. - Melodicamente. No item Tempo o primeiro número é o tempo que cada nota (ou acorde quando for o caso) do acorde permanece soando; o segundo número é o tempo para a resposta de todos os itens referentes a cada exercício.

Um acorde maior, além de poder ser "Triádico" (a fundamental do acorde está dobrada) pode ter: sétima maior ou menor;

Um acorde menor, além de poder ser triádico (a fundamental do acorde está dobrada) pode ter: sétima maior ou menor;

Um acorde diminuto, além de poder ser triádico (a fundamental do acorde está dobrada) pode ter: sétima maior, menor ou diminuta;

Um acorde aumentado, além de poder ser triádico (a fundamental do acorde está dobrada) pode ter: sétima maior ou menor;

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Todos os acordes estarão na posição fundamental (fundamental no baixo).

Escolhido o nível do exercício clica-se no botão [Começar].

A seguinte tela é apresentada:



Figura 95 – Tela 2 – Exercícios de Acordes

Nessa tela cada retângulo médio representa um acorde. O programa toca um a um os acordes de acordo com os parâmetros de cada nível. O tempo de duração de cada nota pode ser diminuído clicando-se no botão [OK]. Cada vez que esse botão é clicado, o programa interrompe a nota que está soando e, imediatamente, toca a próxima nota; ou, quando for a última nota da seqüência do exercício, apresenta o local para as respostas do exercício respectivo na próxima tela.

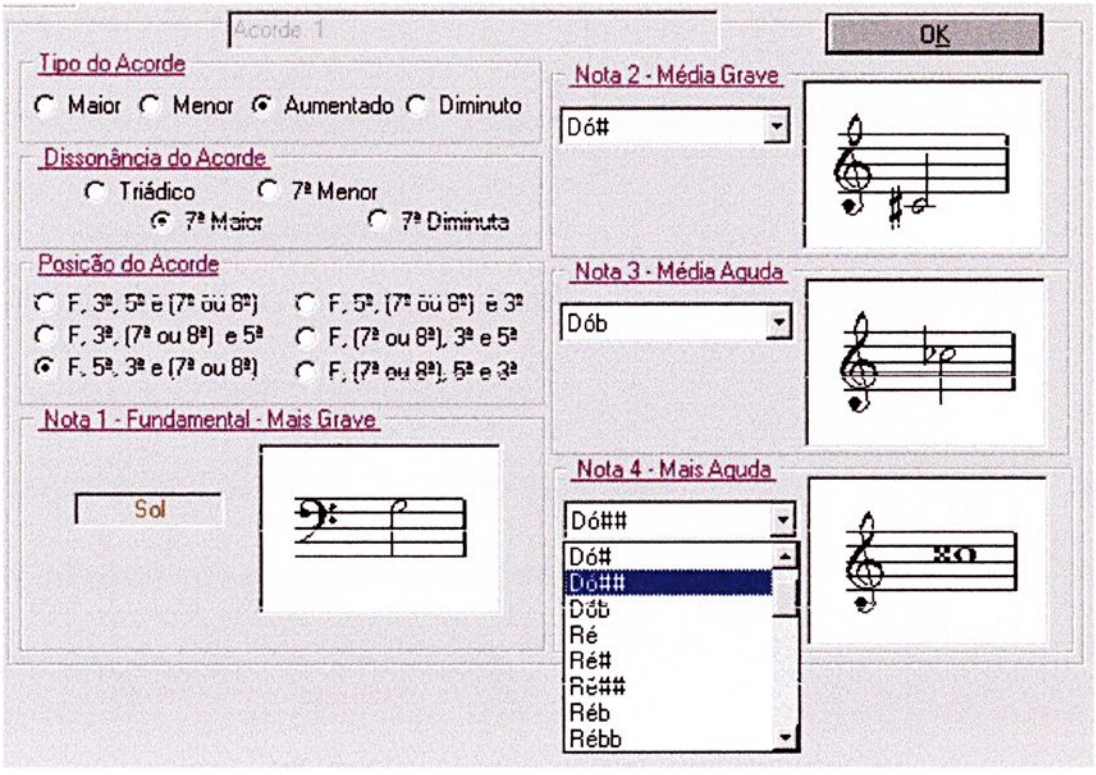


Figura 96 – Tela 3 – Exercícios de Acordes

Nessa tela de respostas a nota mais grave (baixo e fundamental) do acorde é exibida. Deve-se responder:

O "Tipo do Acorde" - Maior, Menor, Aumentado ou Diminuto;

A "Dissonância do Acorde" - Triádico (sem dissonância), 7ª Maior, 7ª Menor ou 7ª Diminuta;

Como as Notas estão dispostas no Acorde - O som mais grave já está apresentado, mas as notas superiores podem estar em qualquer posição; e,

Selecionar as três notas que completam o acorde - Selecionando as notas nos retângulos respectivos pelos nomes.

O som das notas selecionadas pode ser ouvido clicando-se nos retângulos com as figuras das respectivas.

Após as respostas dos itens do respectivo acorde clica-se [OK]. Quando o botão [OK] é acionado ou, se o tempo limite para as respostas for atingido, o programa toca, automaticamente, o próximo acorde do respectivo exercício ou, se for o último acorde da seqüência de dez exercícios, apresenta a tela dos relatórios.

Após os dez exercícios terem sido concluídos o programa salva os dados estatísticos respectivos e apresenta a seguinte tela:

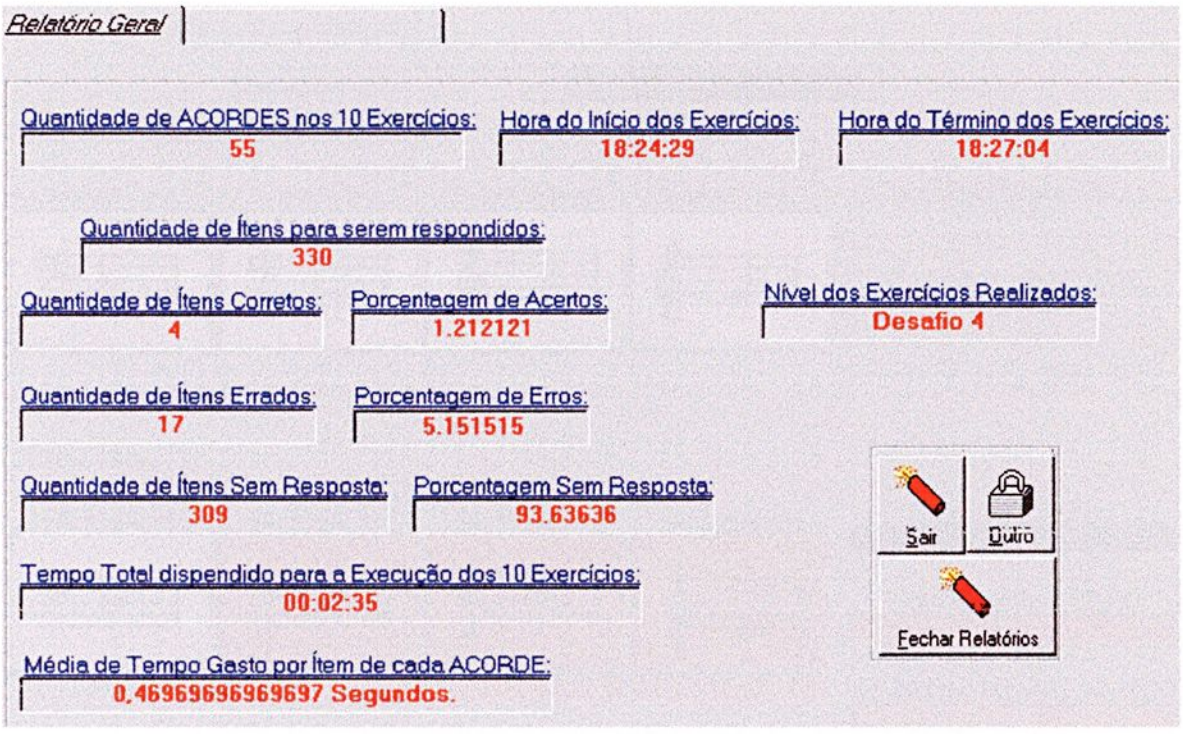


Figura 97 – Tela do relatório geral dos exercícios de acordes

Essa tela representa uma pasta que contém duas abas. A aba "Relatório Geral" apresenta todos os dados estatísticos referentes aos dez exercícios realizados.

A aba "Relatório por Exercício":

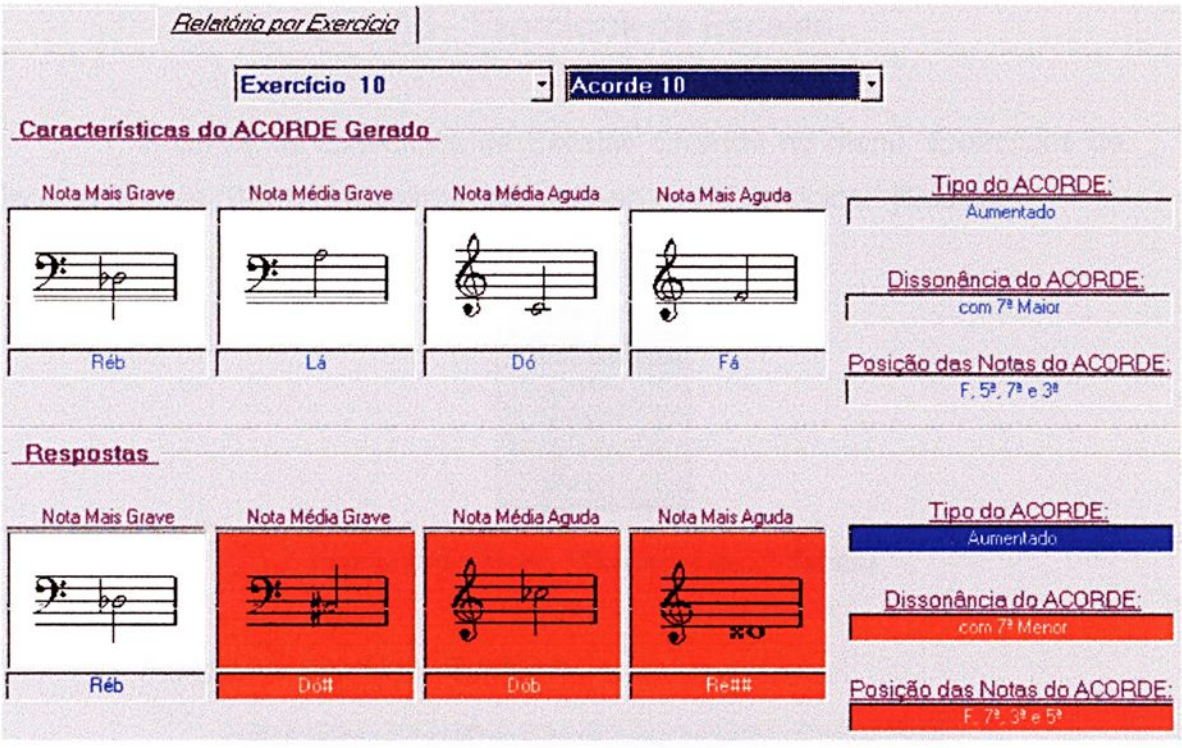


Figura 98 – Tela do relatório por exercício de acordes

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n", “Acorde n”. Sua função é permitir a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios com as respectivas respostas. Para ouvir clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Características do ACORDE Gerado" ou “Respostas”. Pode-se também ouvir o respectivo acorde clicando no retângulo maior (onde as notas do acorde estão agrupadas). As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.

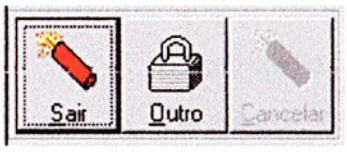


Figura 99 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.7.5 - Exercícios de Escalas

Inicia-se os Exercícios de Escalas clicando no menu "Exercícios de. . .", Escalas; ou, na “Barra de Atalhos” clicando-se em "Exercícios:" [Escalas].

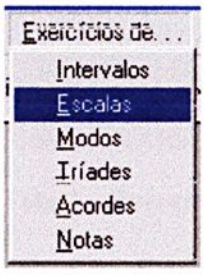


Figura 100 – Menu “Exercícios de...” Escalas

A seguinte tela é apresentada:

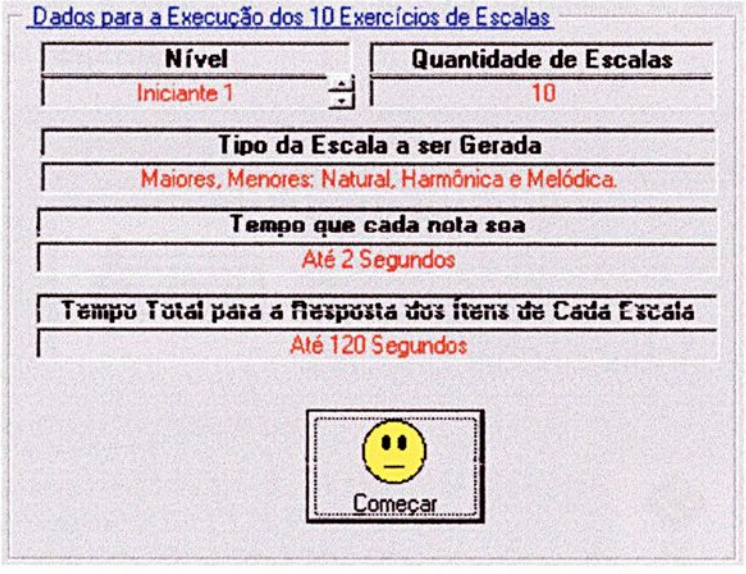


Figura 101 = Tela 1 = Exercícios de Escalas

Escolhido o nível do exercício clica-se no botão [Começar].

Os exercícios serão realizados em duas etapas.

A seguinte tela é apresentada:

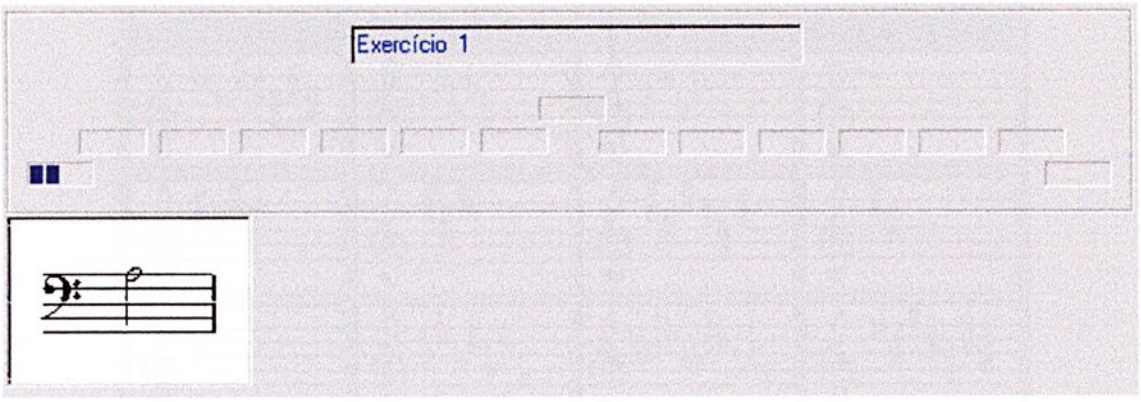


Figura 102 – Tela 2 – Exercícios de Escalas

Nessa tela cada pequeno retângulo representa uma nota da escala. O programa toca e mostra a primeira nota, tocando, uma a uma, todas as outras notas (sem mostrar). O tempo que cada nota soa é estipulado pelo nível escolhido.

Após tocar a última nota o programa apresenta a seguinte tela para a primeira etapa das respostas:

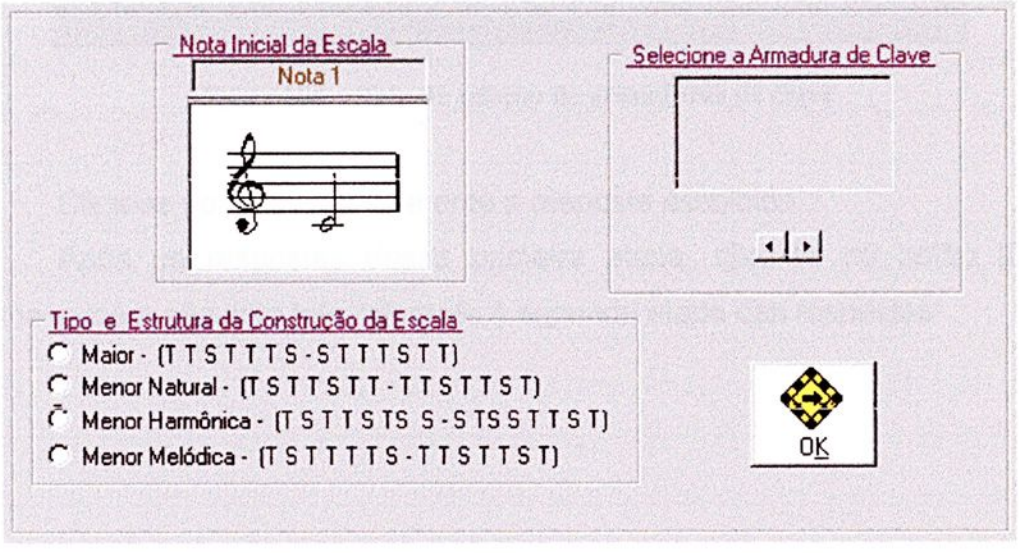


Figura 103 – Tela 3 – Exercícios de Escalas

Nessa tela é exibida no retângulo "Nota Inicial da Escala" a nota e o nome da nota que serve como referência da escala. Logo abaixo "Nome e Estrutura da Construção da Escala" deve-se responder o "Tipo da Escala" (Maior, Menor Natural, Menor Harmônica ou Menor Melódica). No outro retângulo rotulado como "Selecione a Armadura de Clave" quando se clica no retângulo central (ainda vazio) é apresentada a seguinte tela:

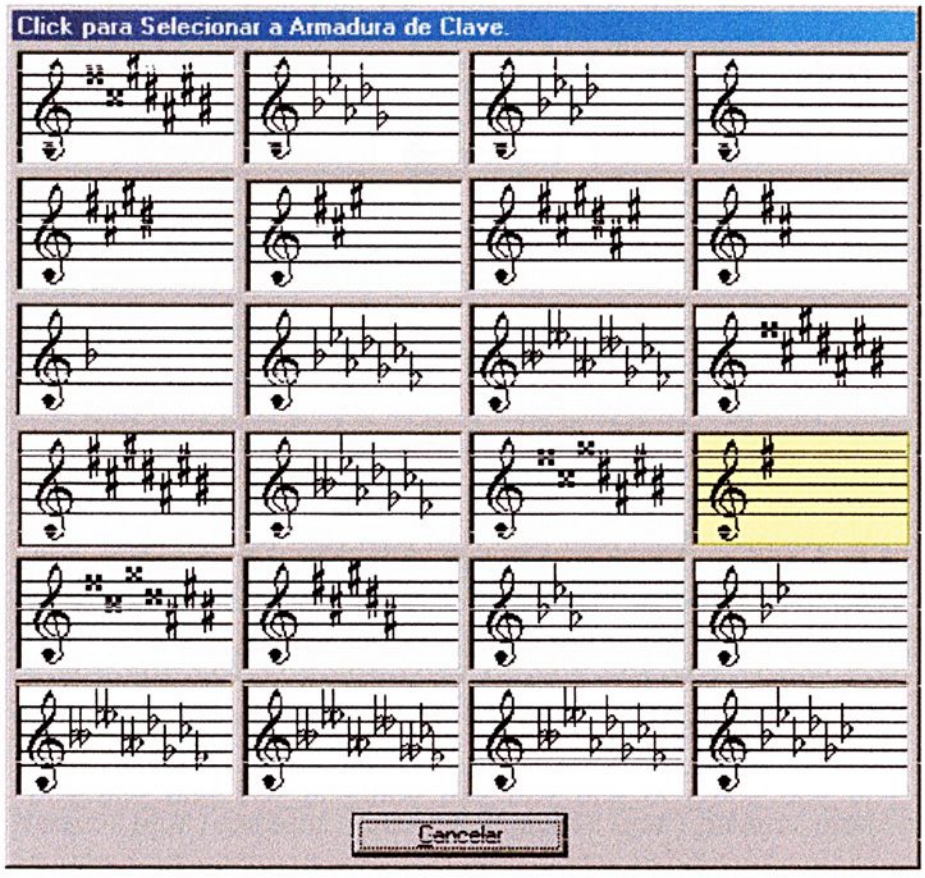


Figura 104 – Tela de seleção de armaduras de clave

Clica-se no retângulo referente a resposta escolhida.

Após as respostas dessa primeira etapa, clica-se no botão [OK]. O programa exibe a seguinte tela referente à segunda etapa das respostas:

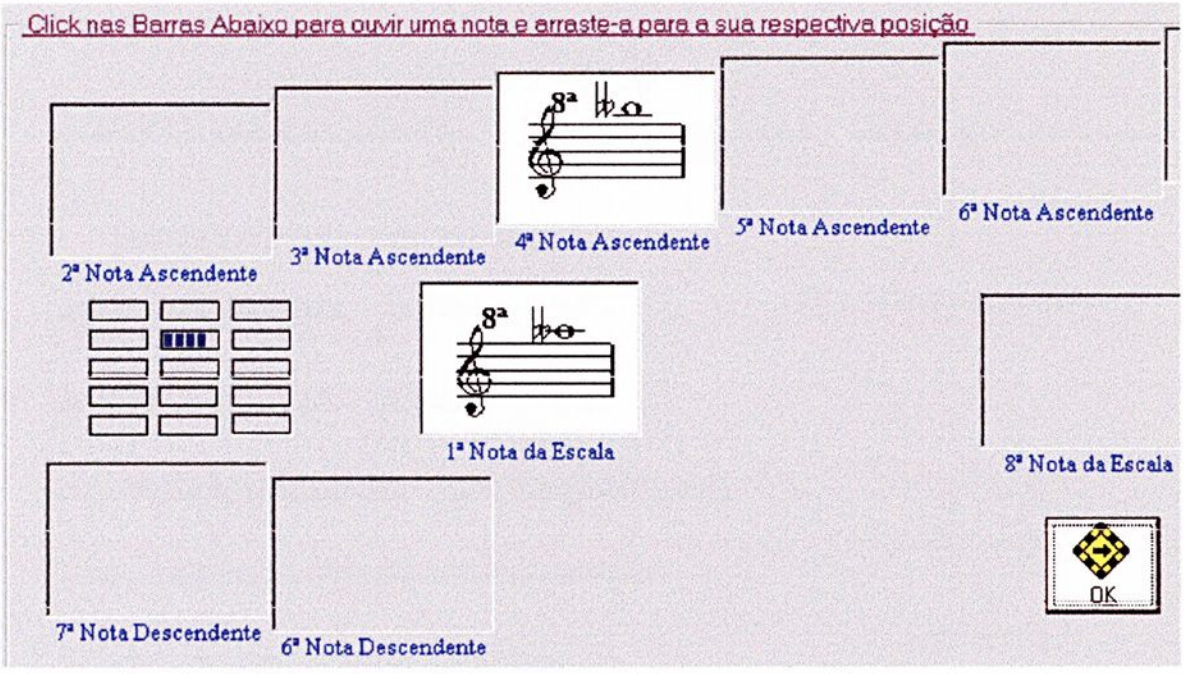


Figura 105 – Tela 4 – Exercícios de Escalas

Nessa tela existem dez retângulos que devem ser preenchidos respectivamente com a ordem das notas da escala de referência. Para preenchê-los clica-se nos pequenos retângulos que representam as notas da escala gerada aleatoriamente. Quando o retângulo é clicado e o botão do mouse for mantido acionado a nota referente ao pequeno retângulo é tocada. O "trabalho" consiste levar a nota soando até o retângulo maior referente a posição daquela nota na escala. Para conseguir isso, "arrasta-se" o pequeno retângulo sobre o retângulo desejado e solta-se o botão esquerdo do mouse. A nota referente ao som aparece no retângulo onde foi solta. Repete-se essa operação até o preenchimento de todos os retângulos. Clica-se [OK] e a próxima escala dos exercícios é iniciada voltando à primeira tela e, assim por diante, até o último exercício.

Após o último exercício o programa apresenta a tela dos relatórios:

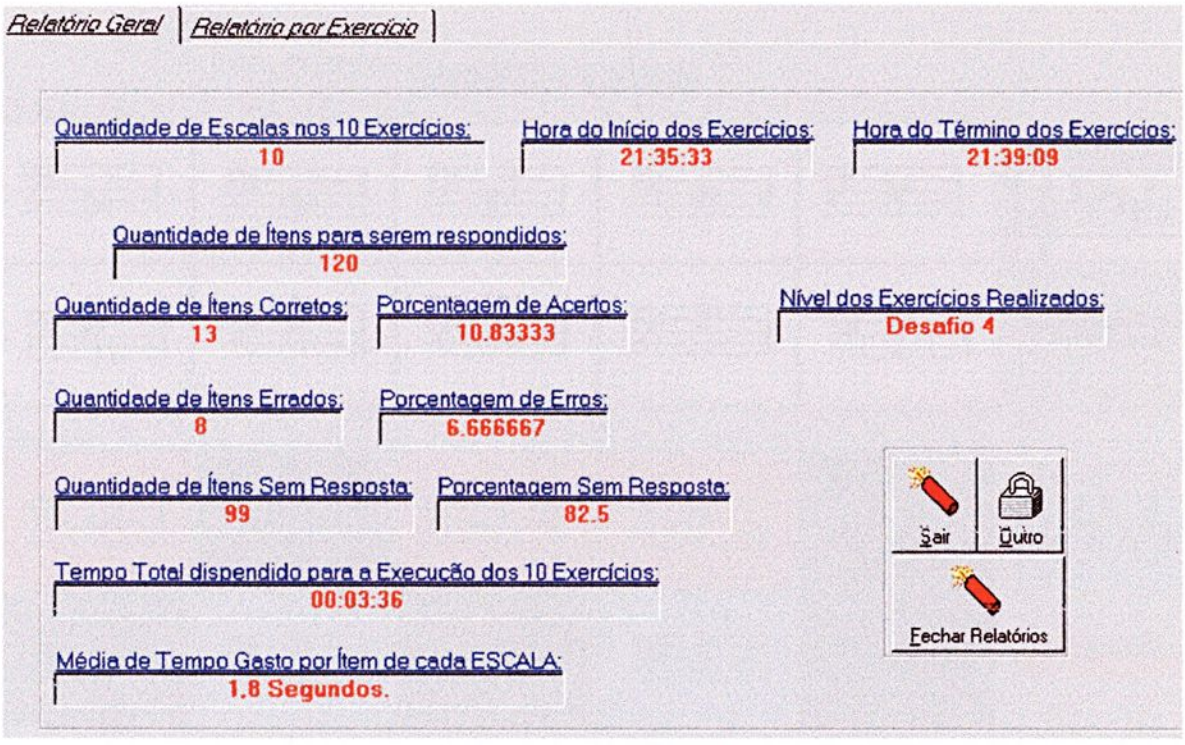


Figura 106 – Tela do relatório geral dos exercícios de escalas

Essa tela representa uma pasta que contém duas abas. A aba "Relatório Geral" apresenta todos os dados estatísticos referentes aos dez exercícios realizados.

A Aba "Relatório por Exercício":

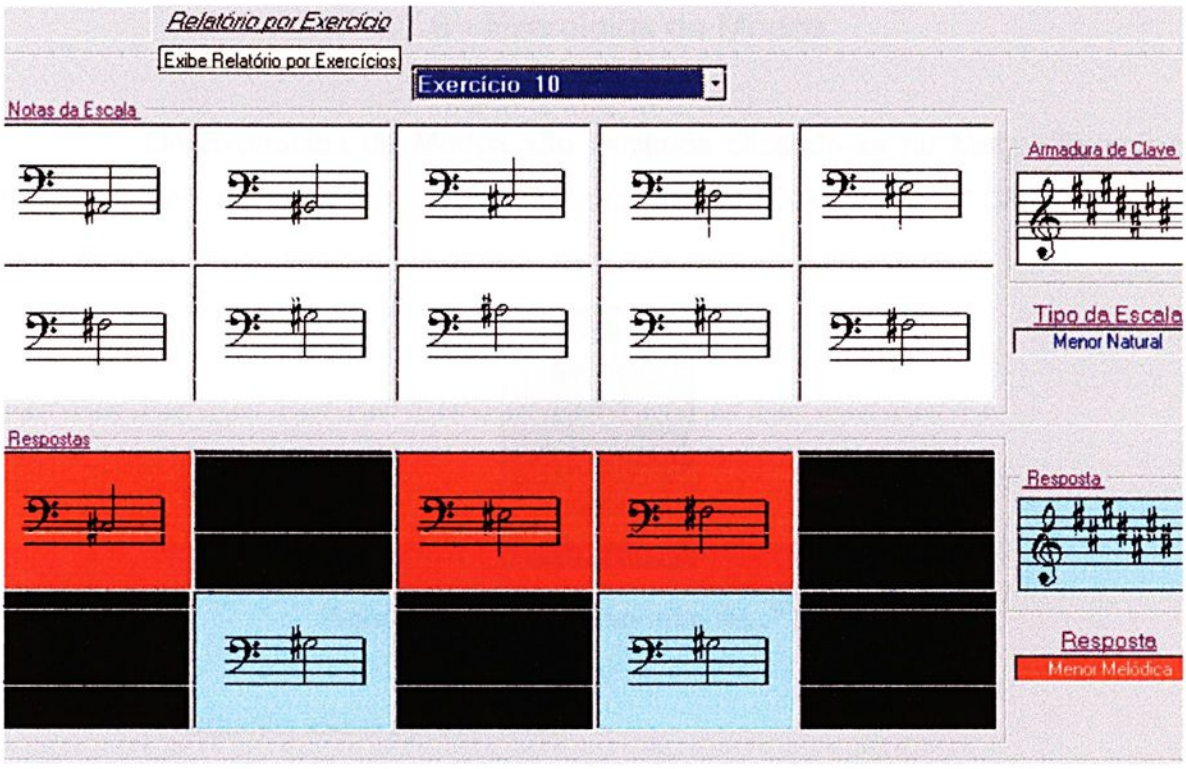


Figura 107 – Tela do relatório por exercício de escalas

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n". Sua função é permitir novamente a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios comparativamente com as respectivas respostas. Para ouvir as notas da escala ou as notas das respostas, clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Notas da Escala" ou “Respostas”. As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.



Figura 108 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.7.6 - Exercícios de Modos

Os Exercícios de Modos são iniciados clicando-se no Menu "Exercícios de. . .", Modos, ou, na "Barra de Atalhos" clica-se em "Exercícios de:" [Modos].



Figura 109 – Menu "Exercícios de..." Modos

A seguinte tela é apresentada:

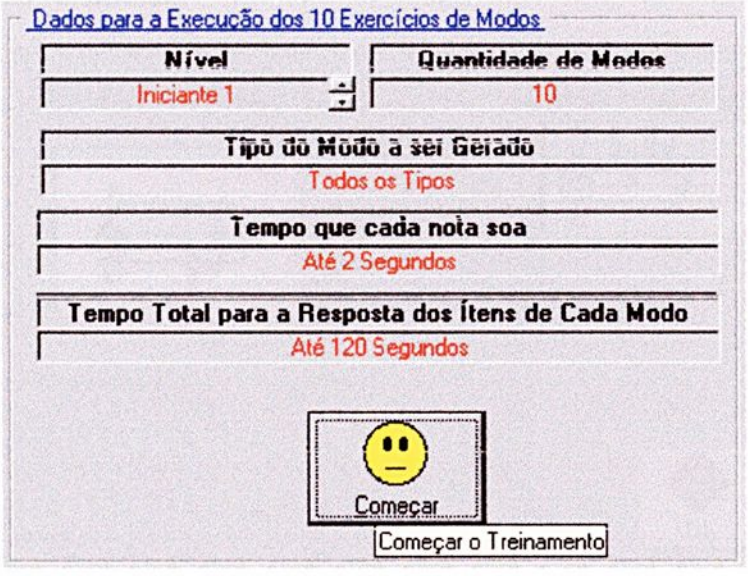


Figura 110 – Tela 1 – Exercícios de Modos

Escolhido o Nível do Exercício clica-se no botão [Começar].

A seguinte tela é apresentada:

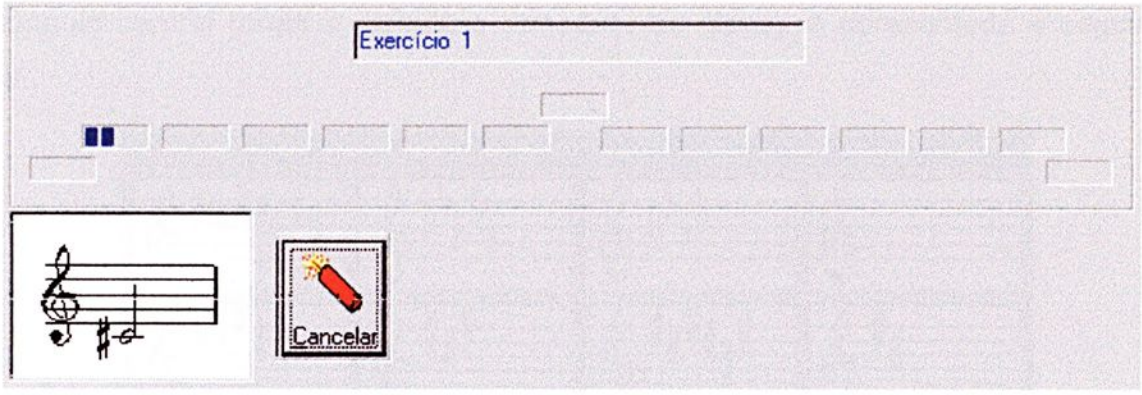


Figura 111 – Tela 2 - Exercícios de Modos

Nessa tela cada pequeno retângulo representa uma nota do modo gerado respectivo a cada exercício. O programa toca e mostra a primeira nota, e toca, uma a uma, todas as outras (sem mostrar). O tempo que cada nota soa é estipulado na escolha dos parâmetros do nível do exercício.

Após tocar a última nota o programa apresenta a seguinte tela para a primeira etapa das respostas:

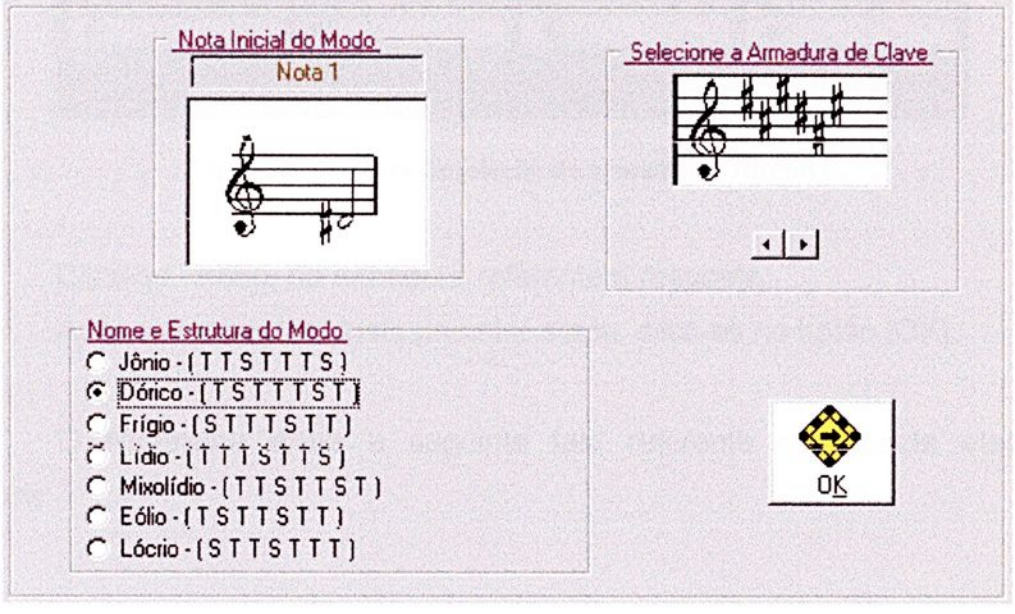


Figura 112 – Tela 3 – Exercícios de Modos

Nessa tela é exibida, no retângulo "Nota Inicial do Modo", a nota e o nome da nota que serve como referência ao modo. Logo abaixo, "Nome e Estrutura do Modo", deve-se responder o tipo do modo (Jônio, Dórico, Frígio, etc.). No outro retângulo rotulado de "Selecione a Armadura de Clave", quando se clica no

retângulo central (onde é exibida a armadura de clave), é apresentada a seguinte tela:

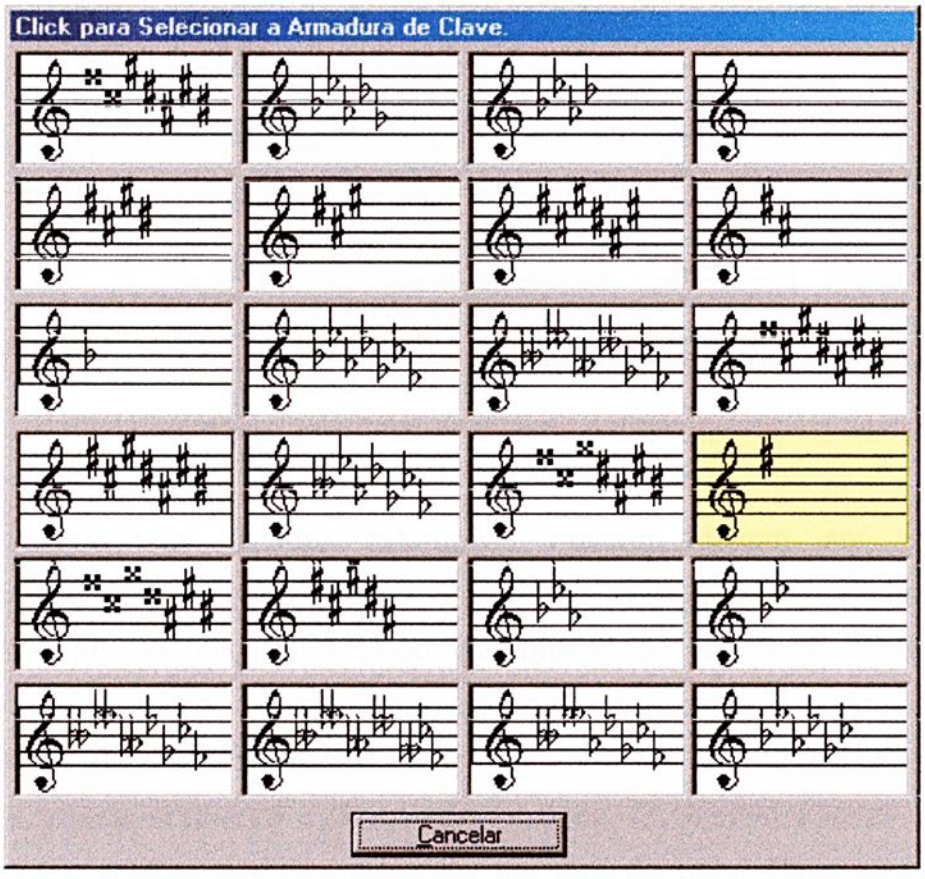


Figura 113 – Tela de seleção de armaduras de clave

Clica-se, então, na armadura referente à resposta.

Após as respostas desta primeira etapa, clica-se no botão [OK].

O Programa exibe a seguinte tela referente a segunda etapa das respostas:

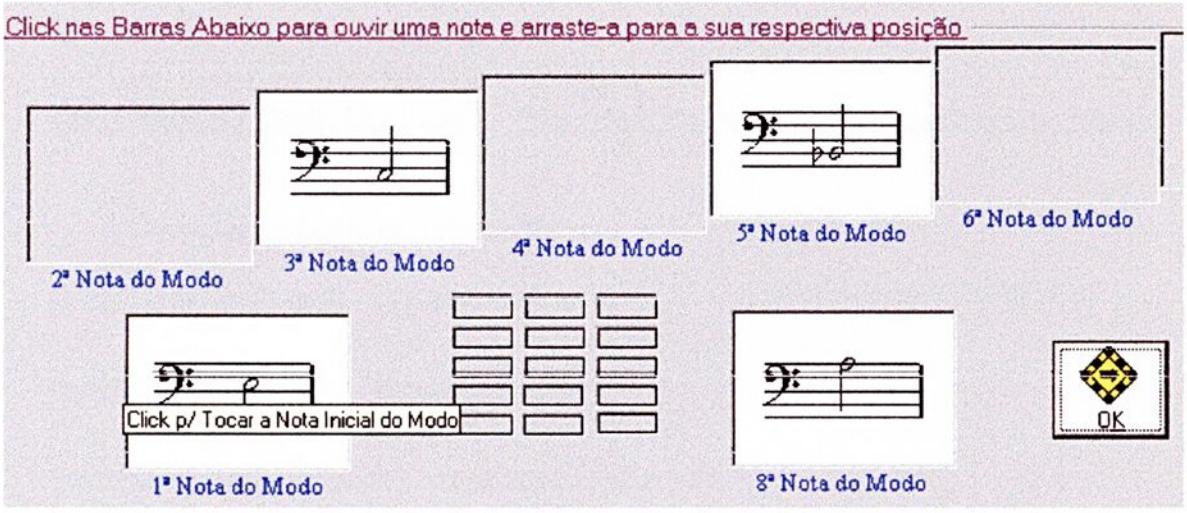


Figura 114 – Tela 4 – Exercícios de Modos

Nessa tela os dez retângulos maiores devem ser preenchidos respectivamente com a ordem das notas do modo de referência em questão. Para preenchê-los deve-se clicar nos pequenos retângulos pequenos. Cada pequeno retângulo contém, aleatoriamente, uma nota do modo. Quando o retângulo é clicado deve-se manter o botão esquerdo do mouse apertado. A nota referente ao pequeno retângulo é tocada enquanto o botão não for solto. O objetivo é levar o retângulo pequeno até o retângulo maior referente ao som da nota. Para conseguir isso, "arrasta-se" o pequeno retângulo sobre o retângulo desejado e solta-se o botão do mouse. A figura da nota aparece no retângulo maior. Repete-se essa operação até o preenchimento de todos os retângulos. Clica-se [OK] e o próximo modo dos exercícios é iniciado voltando à primeira tela e, assim por diante, até o último modo (o décimo) ser executado.

Após o último exercício o programa apresenta a tela dos Relatórios:

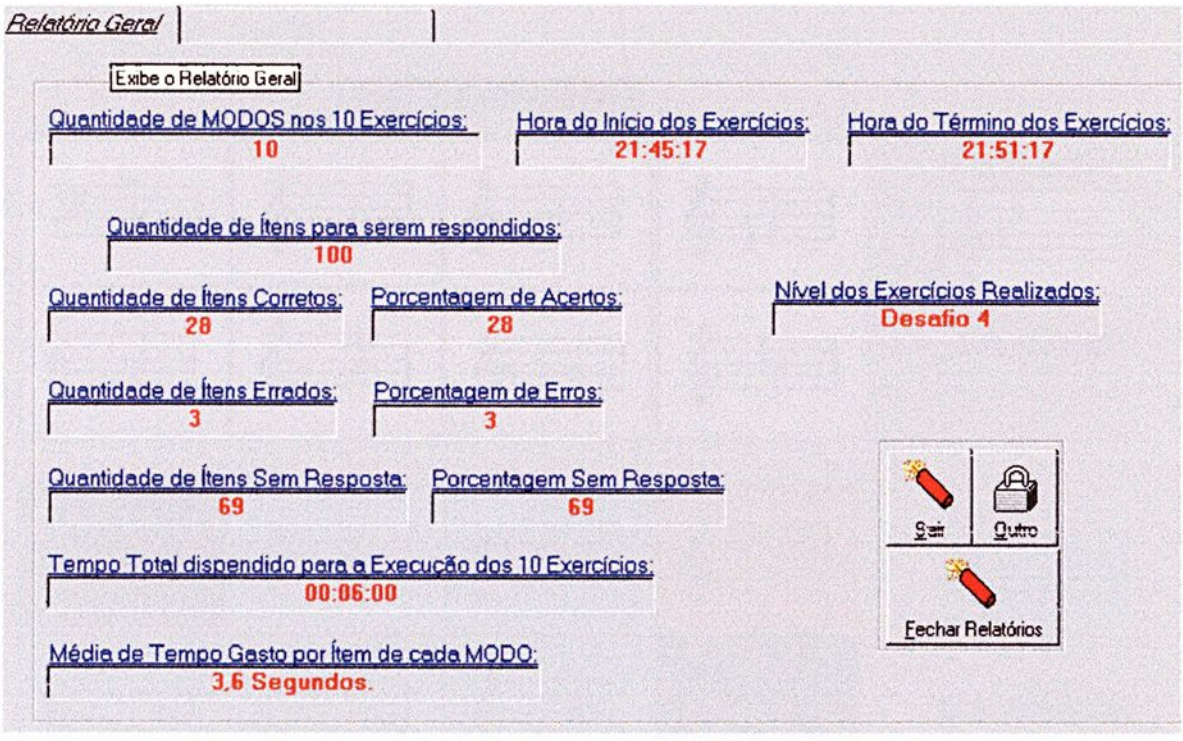


Figura 115 – Tela do relatório geral dos exercícios de modos

Essa tela representa uma pasta que contém duas abas. A aba "Relatório Geral" apresenta todos os dados estatísticos referentes aos dez exercícios realizados.

A aba "Relatório por Exercício":

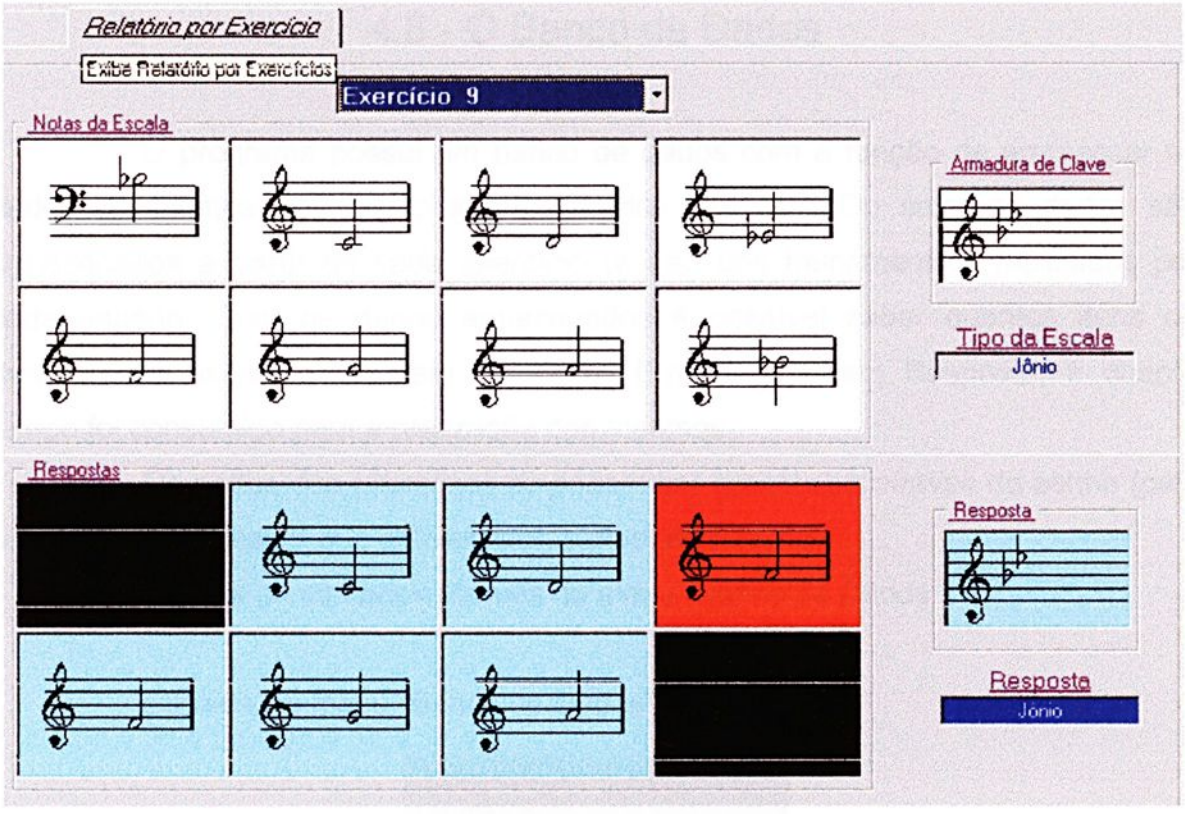


Figura 116 – Tela do relatório por exercício de modos

Essa tela permite que cada um dos dez exercícios realizado seja selecionado no retângulo "Exercício n". Sua função é permitir novamente a audição de todas as notas das seqüências dos dez exercícios comparativamente com as respectivas respostas. Para ouvir clica-se nos retângulos referentes a cada uma das notas da seqüência "Notas da Escala" ou “Respostas”. As respostas corretas estarão em azul, respostas erradas em vermelho e as sem resposta em preto.



Figura 117 – Botões [Sair/Outro]

Após a verificação dos exercícios desejados clica-se em [Sair] para sair dos exercícios e retornar à tela principal do programa ou [Outro] para iniciar outra seqüência de exercícios.

4.8 - O Banco de Dados

O programa possui um banco de dados com a função de armazenar os dados pertinentes aos exercícios dos vários usuários. Ou seja, os dados são armazenados a partir de cada exercício (e não dos treinamentos) realizados por cada usuário. Com os dados armazenados é possível saber quantos itens de determinado exercício estavam: Corretos, Errados ou Sem Resposta; e quanto tempo foi consumido para a realização dos mesmos.

Os dados dos exercícios só podem ser acessados através da senha (pelo usuário ou o professor que estiver acompanhando o aluno).

Acessa-se os dados através do menu "Banco de Dados".

Clica-se no menu "Banco de Dados":

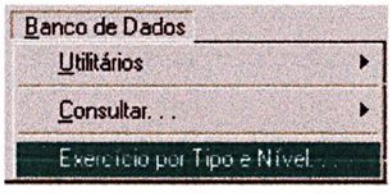


Figura 118 = Menu do banco de dados

No submenu "Utilitários" encontram-se dois utilitários, a saber:

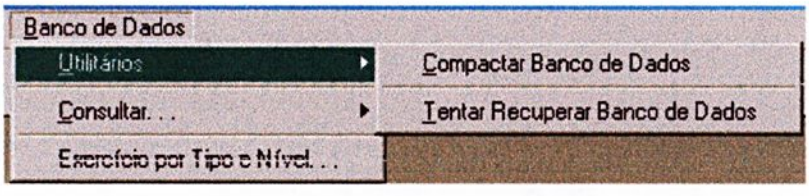


Figura 119 – Submenu "Utilitários"

"Compactar Banco de Dados":

É conveniente a utilização deste utilitário, pois, com o tempo, o banco de dados pode crescer muito. Além de tornar o banco de dados mais compacto, esse utilitário permite que os dados sejam acessados mais rapidamente pelo programa.

"Tentar Recuperar Banco de Dados": Se ocorrer algum problema inesperado quando o banco de dados estiver sendo acessado pelo programa, como

por exemplo, a energia elétrica oscilar, o banco de dados pode se tornar inacessível pelo programa (truncado). Esse utilitário tem a função de recuperar o arquivo do banco de dados se tal fato ocorrer.

O submenu "Consultar" – "Dados do Usuário":

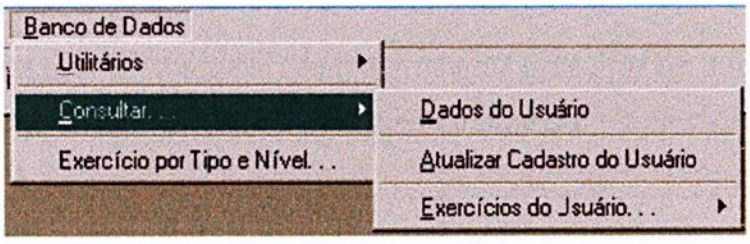


Figura 120 – Submenu "Consultar..."

Permite consulta aos dados do usuário atual, isto é, o usuário que estiver usando o programa no momento.

"Atualizar Cadastro do Usuário":
Permite a alteração ou inclusão de dados do usuário atual.

"Exercícios do Usuário":

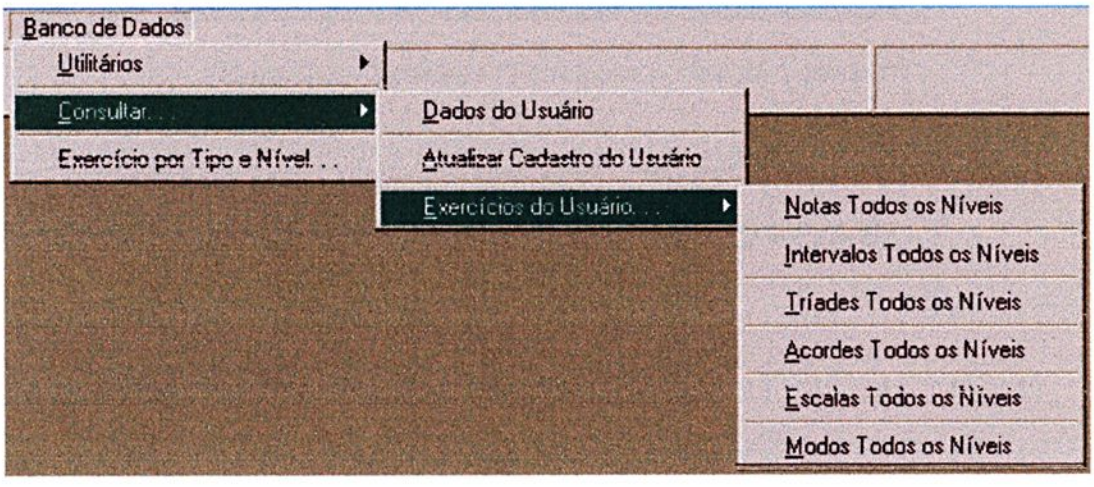


Figura 121 – Submenu "Exercícios do Usuário..."

Permite a consulta de um determinado exercício em todos os Níveis.

O submenu "Exercício por Tipo e Nível":

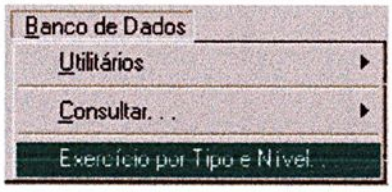


Figura 122 = Submenu "Exercício por Tipo e Nível..."

Permite que se consulte um determinado exercício de um nível específico. Clicando-se nesse item do submenu a seguinte janela é apresentada:

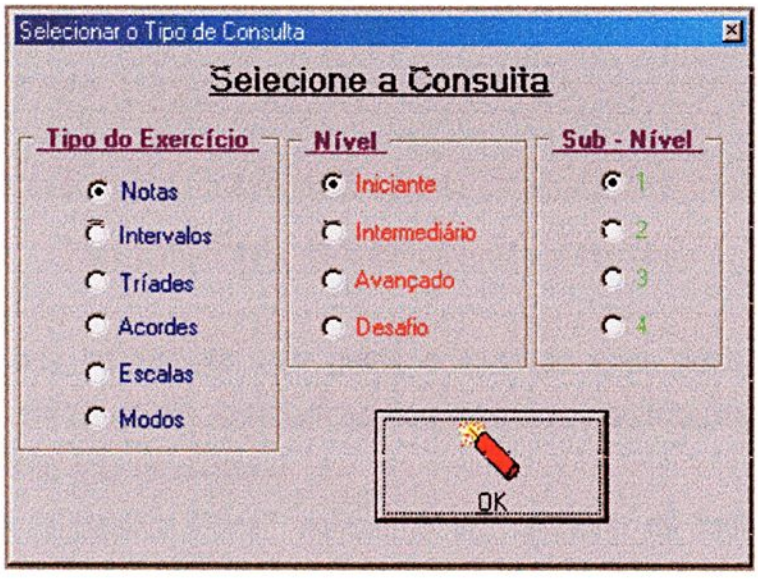


Figura 123 – Submenu "Selecionar o Tipo de Consulta"

Seleciona-se o "Tipo de Exercício", "Nível" e "Sub-Nível" desejado. Se houver exercícios do tipo solicitado a seguinte pasta é apresentada:

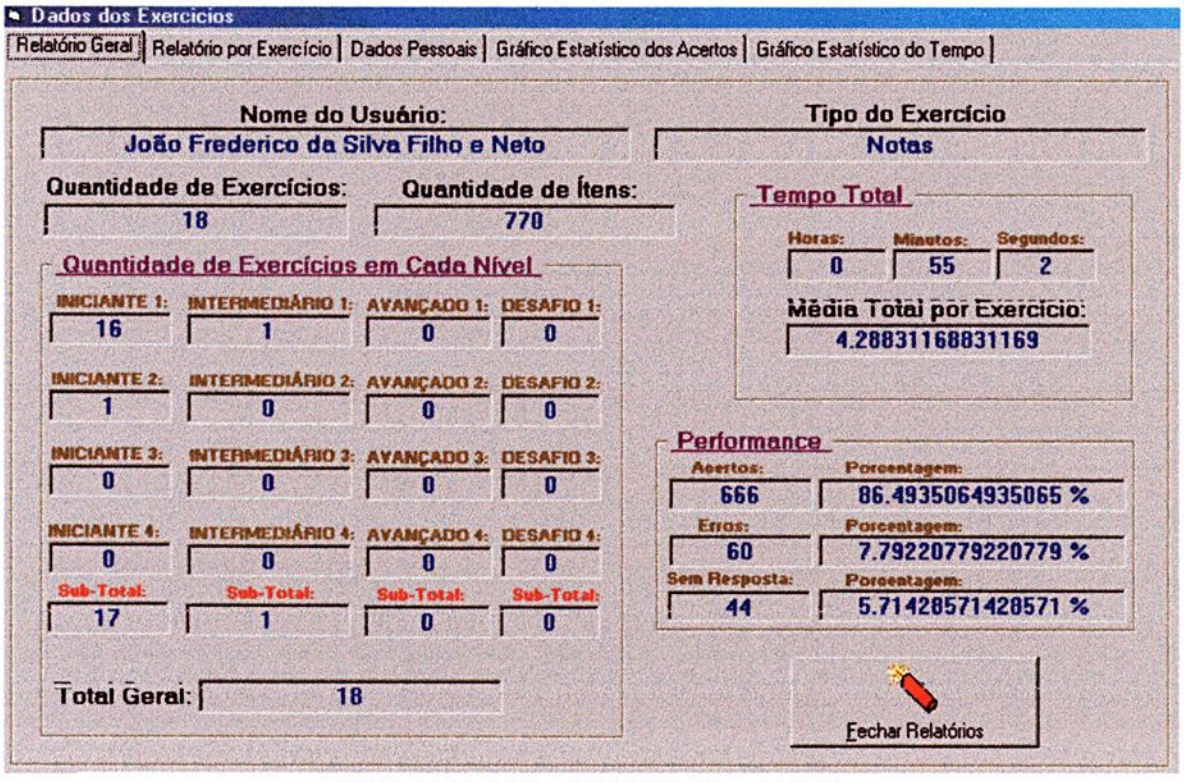


Figura 124 – Tela "Relatório Geral" dos exercícios

Essa tela representa uma pasta com cinco abas onde além de serem apresentados todos os dados estatísticos dos exercícios solicitados, são fornecidos os dados do usuário que os realizou.

A aba "Relatório Geral" apresenta um relatório de todos os exercícios realizados.

A aba "Relatório por Exercício":

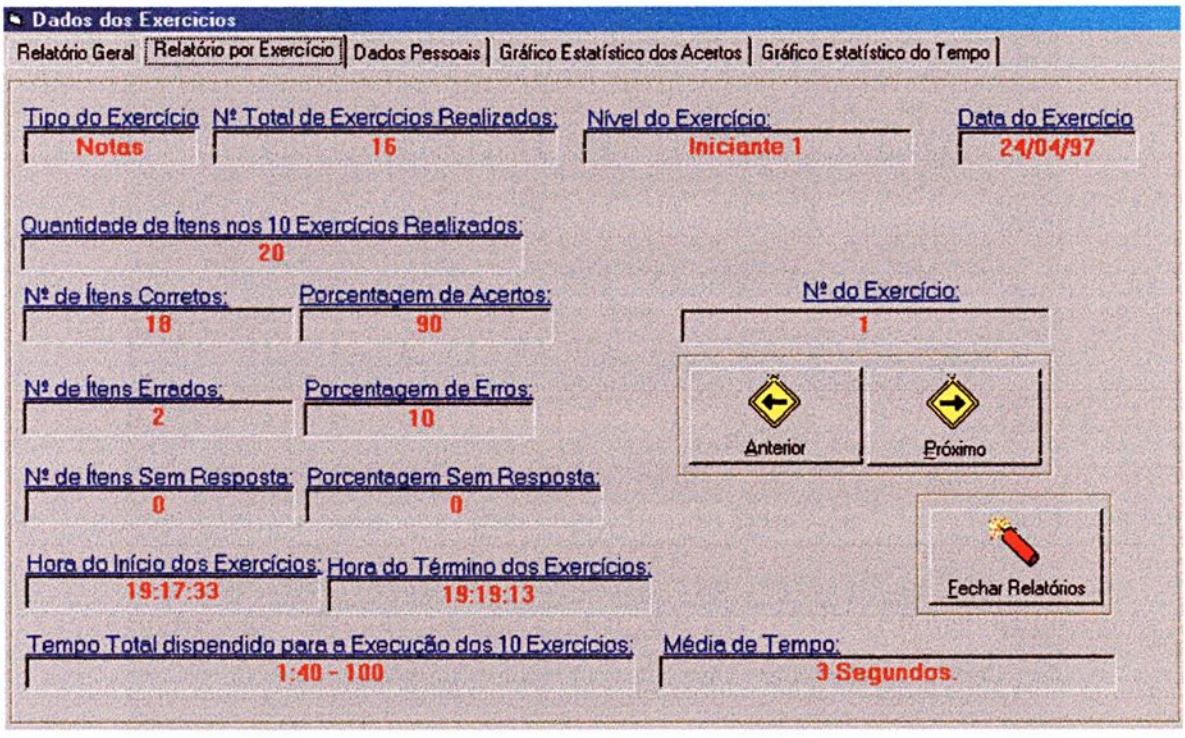


Figura 125 – Tela "Relatório por Exercício"

Apresenta os dados estatísticos de cada um dos exercícios isoladamente.

A aba Dados Pessoais:

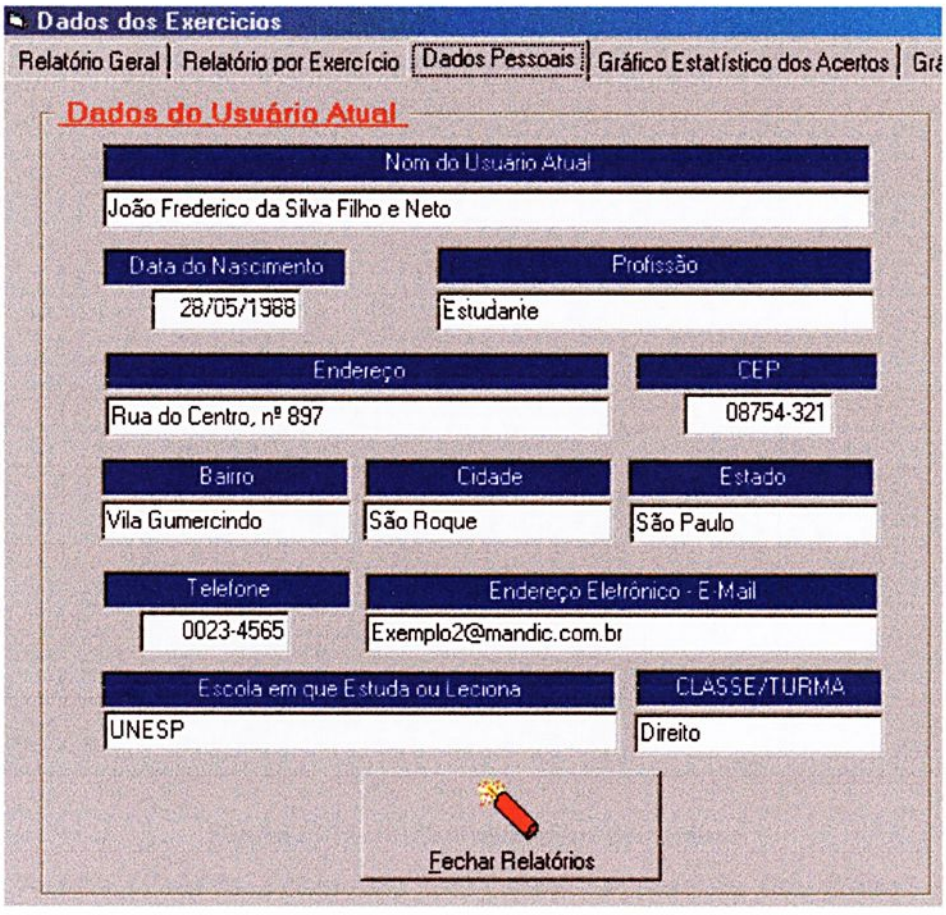


Figura 126 – Tela "Dados Pessoais"

Apresenta os dados pessoais do usuário em questão.

A aba "Gráfico Estatístico dos Acertos" (abaixo) apresenta um gráfico estatístico baseado nos acertos do usuário que possibilita uma visão geral do seu desenvolvimento.

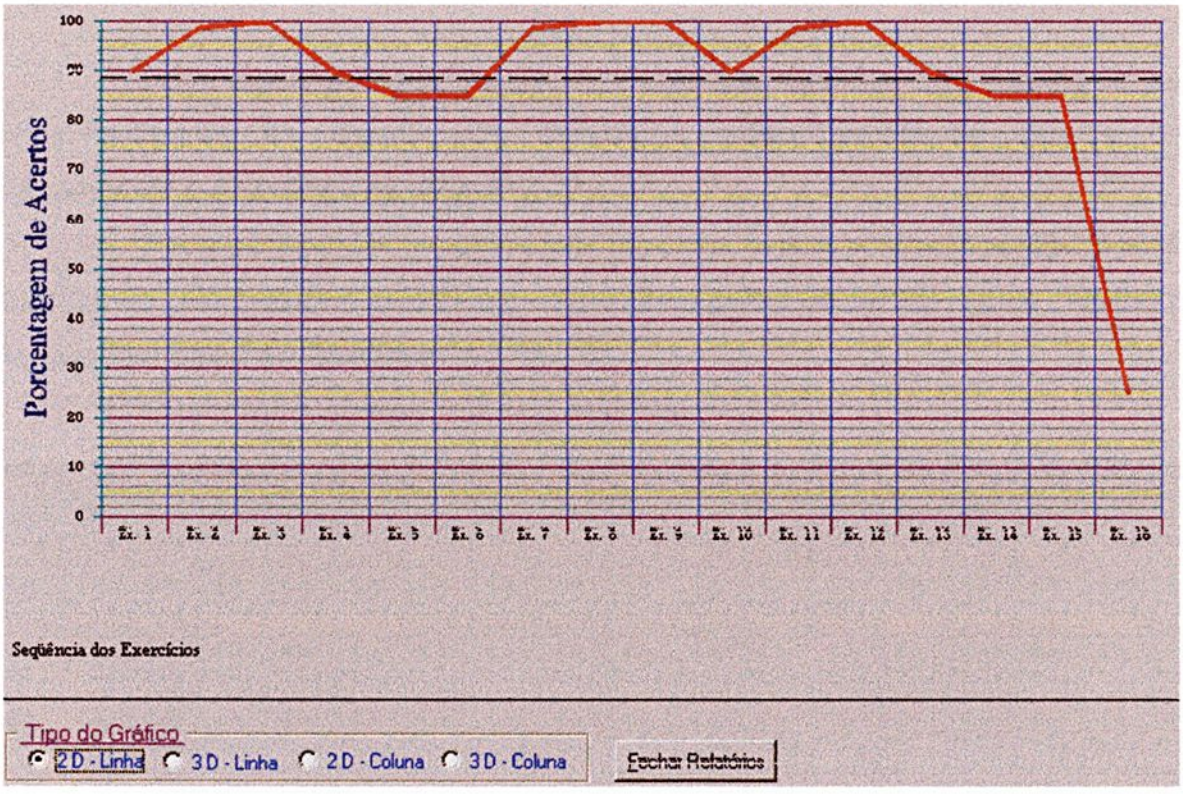


Figura 127 = Gráfico estatístico dos acertos

A aba "Gráfico Estatístico do Tempo" apresenta um gráfico estatístico baseado no tempo em que os exercícios foram executados.

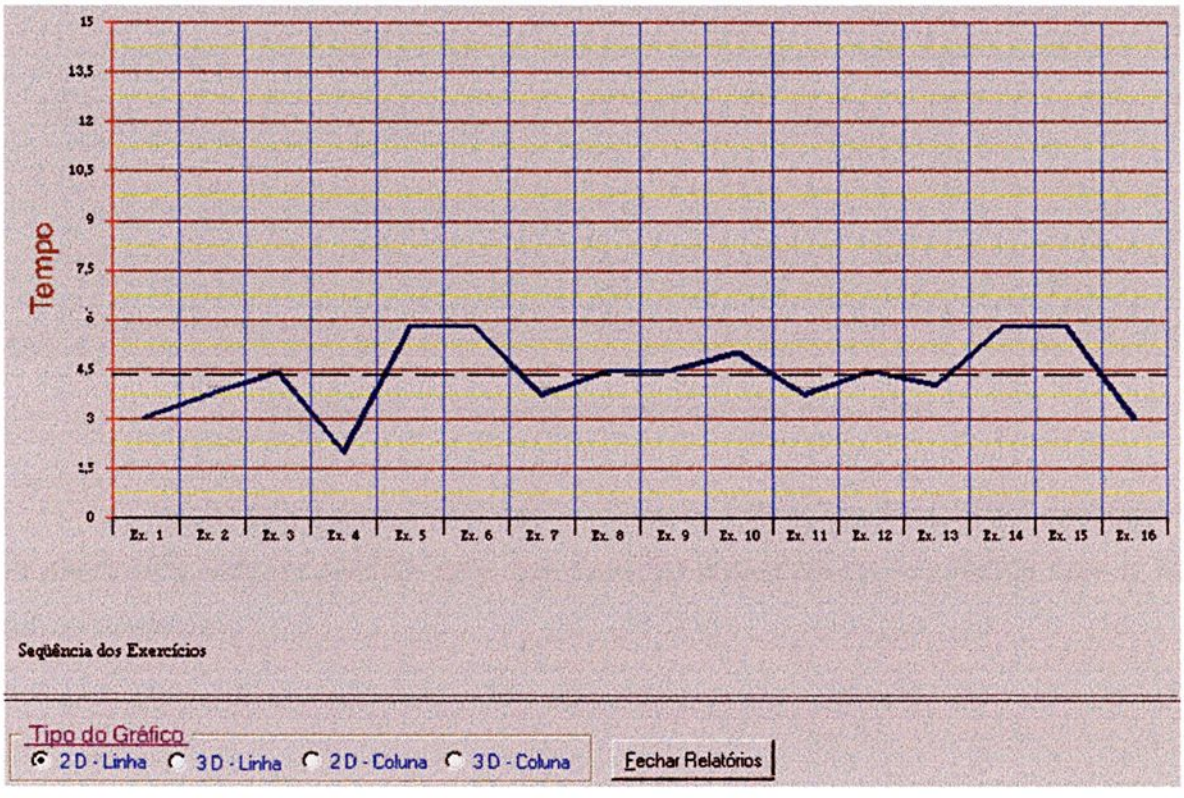


Figura 128 – Gráfico estatístico do tempo

Com esses dados é possível um acompanhamento pelo usuário do seu desenvolvimento no estudo dos elementos teórico-perceptivos através dos treinamentos e exercícios do programa.

Pode-se também ter uma idéia de como outros possíveis usuários estão executando os mesmos exercícios. Para isto seleciona-se no menu "Melhores Resultados" o tipo do "Exercício" e o "Nível".

O programa apresenta a seguinte tela:

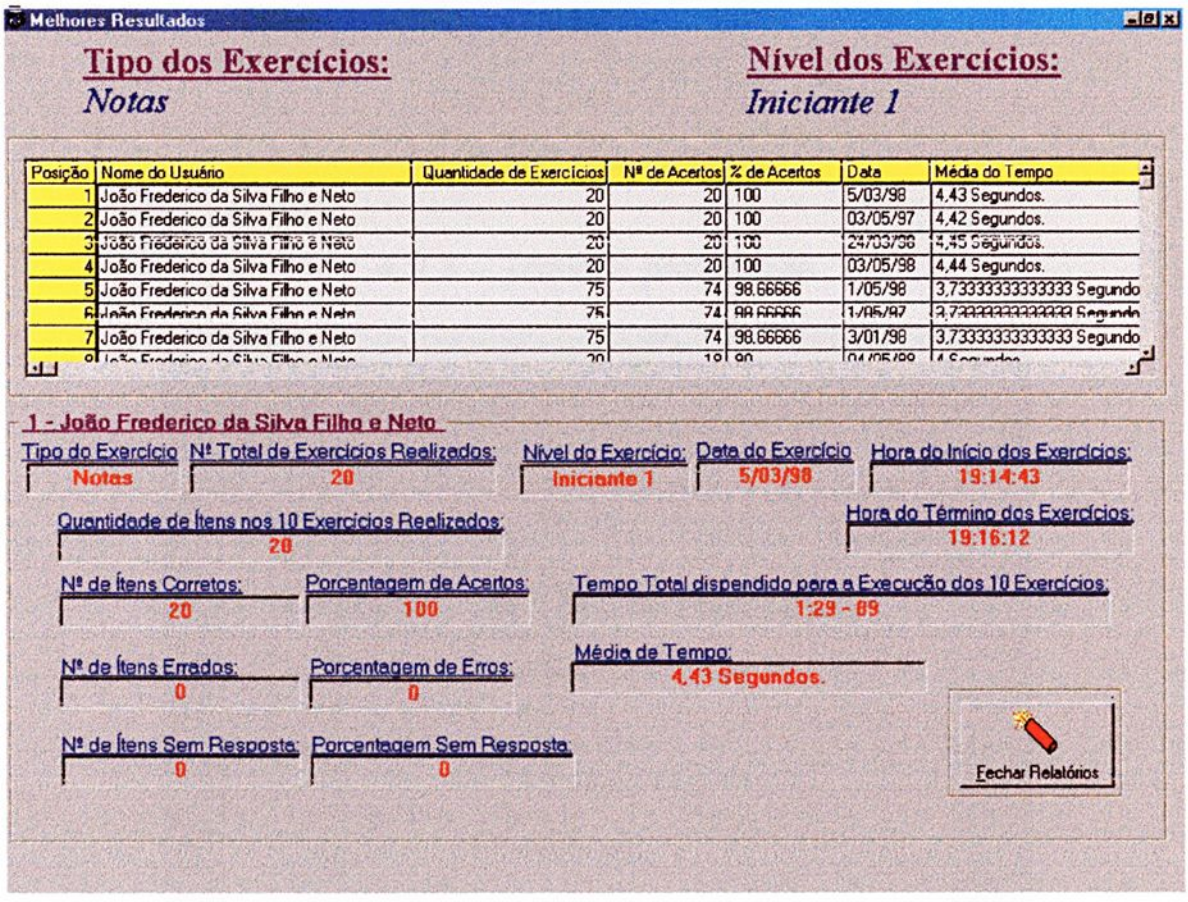


Figura 129 – Tela geral dos exercícios por tipo e nível

Nessa tela é possível observar como os outros usuários estão executando os exercícios. Isso possibilita uma comparação dos próprios resultados com o dos outros usuários.

4.9 – Ajuda ao usuário

O programa segue uma série de procedimentos, prescritos pelos manuais da Microsoft, com vistas a auxiliar o usuário no funcionamento do programa. No menu "Ajuda" do programa constam os seguintes tópicos:

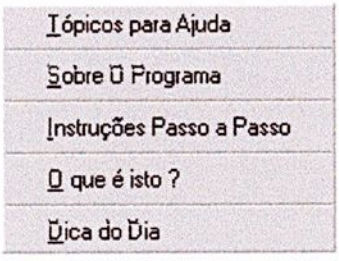


Figura 130 – Menu "Ajuda..."

4.9.1 – Tópicos para ajuda

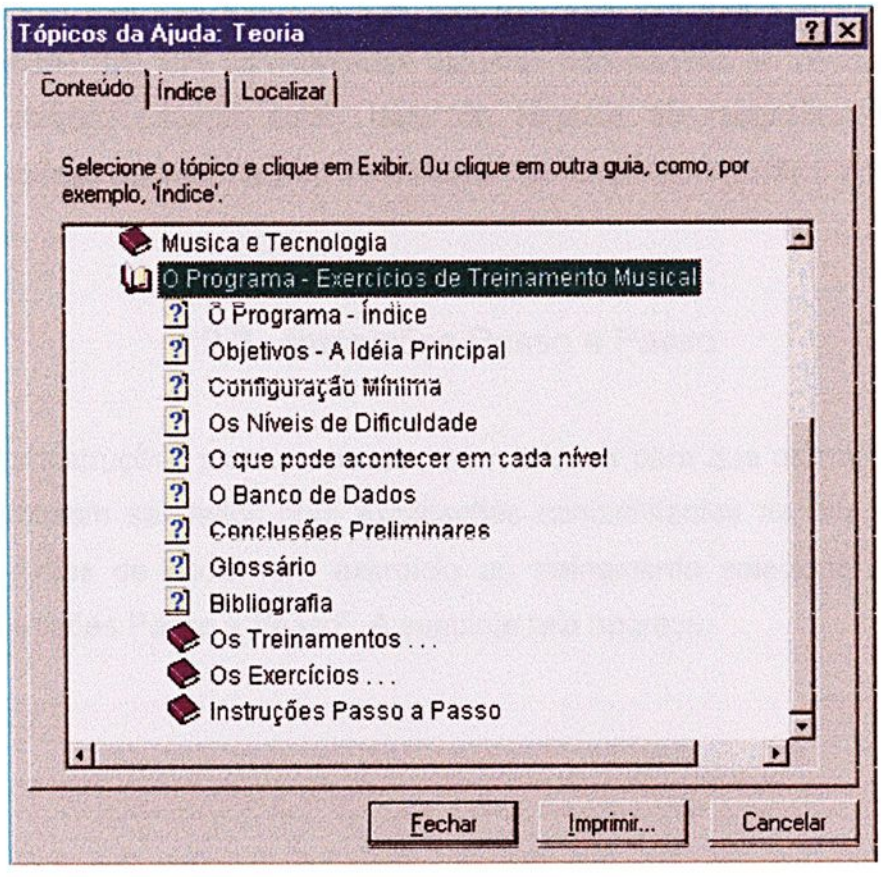


Figura 131 – Tópicos para o arquivo de ajuda

Arquivo "Teoria.hlp" que tem a finalidade de descrever o funcionamento detalhado do programa ao usuário.

4.9.2 - Sobre o Programa



Figura 132 – Sobre o programa

Nessa tela são apresentadas algumas informações ao usuário: nome do programa, versão, usuário atual, data de registro do programa, logotipo do construtor, acesso às informações do sistema do computador onde o programa está instalado etc.

4.9.3 - Instruções Passo a Passo

As instruções passo a passo foram criadas para que os treinamentos ou exercícios possam ser feitos com explicações concomitantes na tela sobre como realizá-los. Antes de iniciar um exercício ou treinamento seleciona-se no menu "Ajuda", "Instruções Passo a Passo". A seguinte tela aparece:

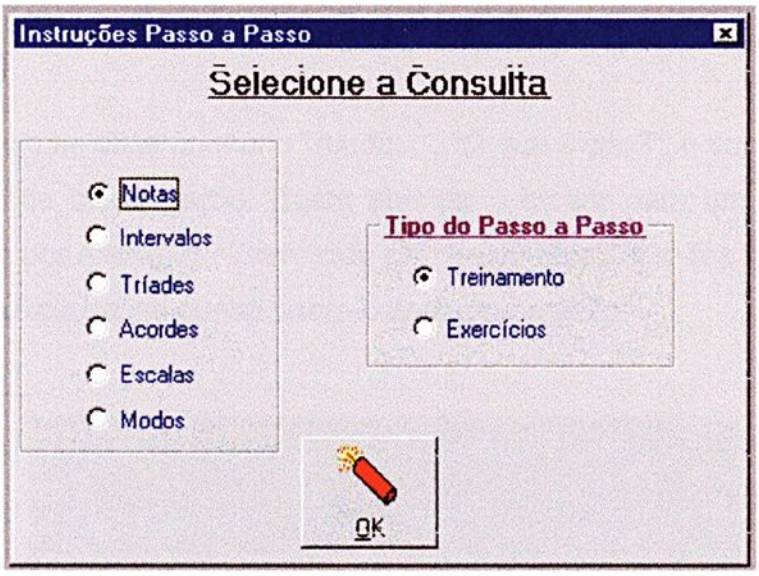


Figura 133 – Tela de seleção de instruções passo a passo

Seleciona-se o treinamento ou exercício sobre o qual se deseja instruções passo a passo. Clica-se [OK].

No canto superior direito do monitor surge uma tela de ajuda que vai indicando passo a passo o que e como deve ser feito.

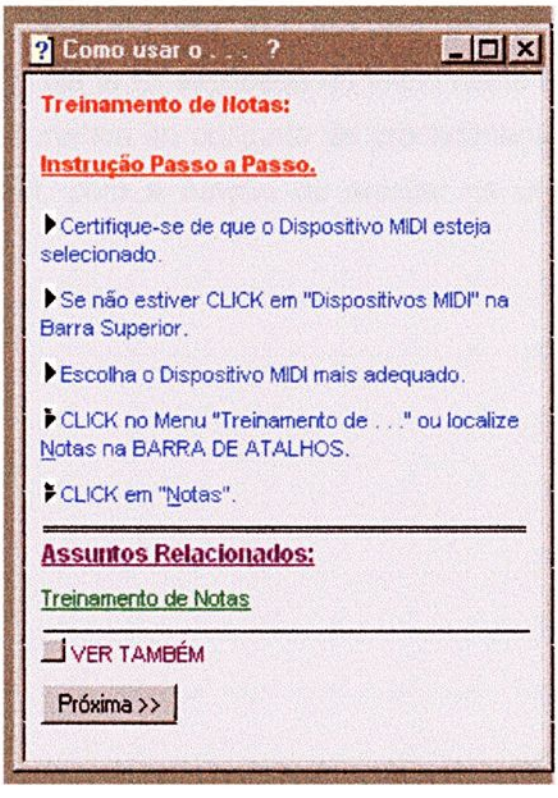


Figura 134 – Tela de instruções passo a passo

4.9.4 - O que é isto?

Quando se clica no menu "Ajuda...", "O que é isto?", o cursor do mouse se torna um ponto de interrogação. Basta apontar o cursor para um item na tela do programa, como por exemplo, "Exercícios de:" [Intervalos]. Isso faz com que apareça uma caixa com explicações curtas sobre o item em questão.

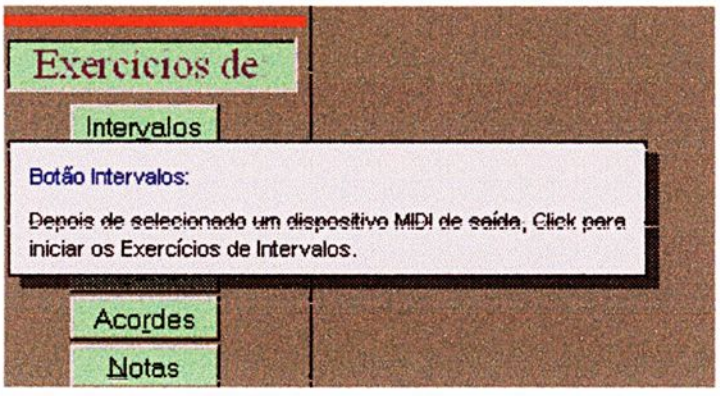


Figura 135 – Tela: O que é isto?

4.9.5 - Dica do Dia

A tela dica do dia já foi explicada no início deste capítulo. O que se pode acrescentar é que ela pertence ao conjunto de procedimentos de ajuda ao usuário, prescritos pela Microsoft, com a função de auxiliar na utilização satisfatória dos aplicativos.

Considerações Gerais

Considerações Gerais

Concluindo esta fase do nosso projeto, além de atingir nosso objetivo proposto inicialmente, nos foi possível obter uma profundidade maior no entendimento e apreciação das diferentes teorias no processo ensino-aprendizagem e as possíveis aplicações no uso do computador como ferramenta interativa no processo teórico-perceptivo de elementos musicais elementares.

Iniciamos este trabalho observando a problemática envolvida no estudo de elementos teórico-perceptivos musicais elementares, em seguida apresentamos uma visão crítica das "novas" possibilidades abertas pelo computador na área pedagógica, discorrendo como a "Realidade Virtual" pode ser utilizada nos softwares educacionais. No panorama das teorias educacionais frente aos novos conceitos de conhecimento abertos pela informática pudemos observar as categorias dos softwares musicais existentes.

Na abordagem do conteúdo dos níveis determinados pelos elementos constitutivos da teoria musical, focalizamos aqueles pertinentes ao conteúdo teórico-perceptivo denominado de elementar ou básico buscando justificar sua utilização na elaboração do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".

Na passagem para o funcionamento interno do programa, descrevemos como os níveis do conteúdo teórico-perceptivo musical foram utilizados isomorficamente na organização da linguagem programática. A funcionalidade externa do programa foi obtida através de treinamentos e exercícios escalonados em graus sucessivos de possibilidades. Foi criado um banco de dados para armazenamento dos dados quantitativos de tempo, acertos e erros, representando uma possível (auto)avaliação da apreensão e introjeção do referido conteúdo, ou seja, do conhecimento teórico.

É difícil emitir observações conclusivas sobre o nosso trabalho, pois, de muitas formas, ainda está inserido em nosso projeto de pesquisa continuado. Porém, vários pontos merecem ser lembrados e, esperamos, possam representar uma contribuição aos futuros trabalhos neste campo de conhecimento.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

- As reflexões sobre tecnologia, realidade virtual, simulação e as teorias educacionais apontam para o grande potencial e, simultaneamente, para os riscos que as novas tecnologias geram, impondo a necessidade de responsabilidades na incorporação das diferentes linguagens que estão implicadas no plano paradigmático, metodológico e do discurso pedagógico.

- Existe um lugar para o computador no processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-perceptivos musicais. Dependendo da situação envolvida (tempo, espaço e pessoas) programas de diversos tipos e objetivos podem ser criados no intuito de diminuir as dificuldades existentes.

- Com a interação dos avanços constantes das novas tecnologias em consonância com as metodologias podemos tornar mais satisfatória e possível o emprego de aplicações inteligentes colaboradoras na difícil tarefa de ensinar e aprender.

- As simulações por computador quando bem projetadas podem ser altamente motivadoras e, embora nenhuma ferramenta educacional possa ser suficiente por ela mesma ou efetiva para todos, muitas das limitações podem ser minimizadas com projetos em consonância entre os objetivos específicos e as teorias educacionais.

- O desenvolvimento de um mundo virtual complexo que possibilite uma forma de aprendizado mais eficiente, exige um estudo que não se limita às ciências da computação. Esse projeto deve ser fruto do trabalho conjunto de uma equipe multidisciplinar onde as várias áreas do conhecimento imbricadas no projeto do software devem e têm muito a contribuir.

- Atualmente, o uso das simulações por computador está em um estágio inicial e não pode substituir completamente a experiência



prática. Entretanto, quando a experiência prática é considerada importante, mas não está disponível por impossibilidades de acesso satisfatório, caso específico dos elementos básicos musicais tendo em vista todo o aparato humano e orquestral que uma atividade como a gerada pelo programa "Exercícios e Treinamentos Musicais" demandaria, o trabalho com simulações por computador é uma alternativa efetiva.

- As limitações concernentes ao número insuficiente de pesquisas publicadas no Brasil e os critérios ainda frágeis para a avaliação da eficiência das simulações, com certeza serão brevemente atendidos já que as novas tecnologias invadiram o cotidiano de grande parte das pessoas (pelo menos nos grandes centros) permitindo novas formas de acesso ao conhecimento.

Concluindo, relembramos a problemática que motivou este trabalho: **a constatação das grandes dificuldades observadas na forma e eficiência do estudo do corpo teórico-perceptivo musical elementar ou básico**. Nesse cenário, nossa contribuição representa uma diferença qualitativa, ainda que modesta, no caso do protótipo de *software* "Exercícios e Treinamentos Musicais" mas, um pouco maior, na reflexão crítica que poderá ensejar já que os avanços tecnológicos recentes acarretaram a mudança de enfoque e de perspectivas do aprendizado, tornando-o algo perene, não enquanto resultado, mas enquanto método, possibilitando que se lance mão de novas formas de vivenciar a busca do conhecimento, aqui no caso do conhecimento teórico-perceptivo-musical, através da educação dirigida e contínua, mas não obrigatoriamente de maneira presencial em sala de aula, o que propicia mais uma valoração ao software aqui desenvolvido. Os frutos desse trabalho, evidentemente, somente poderão ser colhidos em longo prazo, pois dependem de elementos que, como vimos, ainda estão em fase inicial de estudos no que tange a avaliação e eficiência sobre **a utilização do microcomputador como ferramenta interativa no auxílio do processo ensino-aprendizagem de elementos teórico-prerceptivo-musicais**.

unesp

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

ABDOUNUR, O. J. (1999) *Matemática e Música: O Pensamento analógico na construção de significados*. São Paulo: Escrituras Editora.

ALVES, A. G. (1999) *Agentes cognitivos como guias de mundos lúdicos virtuais.* Tese de mestrado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, <http://www.eps.ufsc.br/teses99/alves>.

ARISTOXENOS DE TARENTO (320 a.c.) *L'Armonica*. Trad. Rios, R. [Itália?: s.l., s.a.].

AUKSTAKALNIS, S. e BLATNER, D. (1992) *Silicon Mirage: The Art and Science of Virtual Reality*. USA: Peach Pit Press.

BARBERA, A. (1991) *The Euclidean Division of the Canon*. Greek and Latin Sources. xii, 316 p. ISBN: 0-8032-1220-8.

BLACK, E. (1995) *Behaviorism as a learning theory*. <http://129.7.160.115/inst5931/Behaviorism.html>.

BOOMSLITER, P., & CREEL, W. (1961) *The long pattern hypothesis in harmony and hearing*. Journal of Music Theory, Vol. 5, No. 2, pp. 2-30.

BOYLE, T. (1997) *Design for multimedia learning*. Hertfordshire: Prentice Hall Europe.

BRAUT, C. (1994) *The Musician's Guide to MIDI. USA: SYBEX Inc.*

BUTTON, G., COULTER, J. et al. (1998) *Computadores, Mentes e Conduta.* Trad. FERREIRA, R.L. São Paulo: Fundação Editora da Unesp. ISBN 85.7139.171.8.

CANCELLO, L. A. G. (1998) *Informática, Mundo, Educação*. <http//:orion.ufrgs/faced/cancello>.

CASAS, L.A.A. (1999) *Contribuições para a modelagem de um ambiente inteligente de educação baseado em realidade virtual.* Tese de Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção – Universidade Federal de Santa Catarina, <http:// www.eps.ufsc.br/teses99/casas/>.

CAZDEN, N. (1980) *The definition of consonance and dissonance*. International Review of the Aesthetics and Sociology of Music, Vol. 2, pp. 123-168.

CALSAVARA, A. et al. [2000] *Aderência do RUP à norma NBR ISO/IEC 12207*. <http://www.pr.gov.br/celepar/celepar/batebyte/edicoes/2000/bb104/software.htm>

CODAZZI, E. & ANDREOLI, G. (1908) *Manuale di Armonia*. Milano: Casa Editrice L. F. Cogliati.

DEMO, P. (2000) *A Tecnologia na Educação e na Aprendizagem*. Palestra ministrada no dia 27/5/2000 no Educador 2000 - Congresso Internacional de Educação.

DOLCE, J. (1997) *Tecnologia e Humanismo*. Revista da Escola Superior de Guerra. Rio de Janeiro: ano XII, nº 34, ISSN0102-1788, <http://www.esg.br/publicações/artigos/ a044.html>.

DRUCKER, P. F. (1989) *As Novas Realidades*. São Paulo: Liv. Pioneira.

FERREIRA, A. B. H. (1999) *Dicionário Aurélio Eletrônico*. NOVO DICIONÁRIO AURÉLIO - SÉCULO XXI. São Paulo: Editora Nova Fronteira.

FOLEY, J. D. et al. (1990) *Computer Graphics - Principles and Practice* - Addison - Wesley Publishing Company.

FUERTES, C. (2000) *Music Education by Computers – suggestions*, <http://www.xtec.es/recursos/musica/musica.htm>.

GAFURIUS, F. (1496) *Practica Musicae*. London: University of Wisconsis Press. Trad. YOUNG, I. 1964.

GALILEO GALILEI (1638) *Discorsi e dimostrazioni matematiche interno à due nuove scienze attenenti alla mecanica ed i movimenti locali*. Leiden: Elsevier. Trad. (1963) H. Crew e A. de Salvio como *Dialogues concerning Two New Sciences*. New York: McGraw-Hill Book Co., Inc.

GOOD, T. L. & BROPHY, J. E. (1990) *Educational psychology: A realistic approach*. New York: Longman.

GREENWOOD, D.D. (1961) *Auditory masking and the critical band*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 33, pp. 484-501.

GROUT, D. J & PALISCA, C. V. (1998) *História da Música Ocidental*. Lisboa: Gradiva publicações Ltda.

HANSEN, J. A. (1994) *Pós-moderno & Cultura*. Rio de Janeiro: Imago Editora.

HELMHOLTZ, H. von. (1877) *Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik*. Braunschweig: Vieweg; trad. A.J. Ellis (1885) como *On the sensations of tone as a physiological basis for the* theory *of music*. New York: Dover.

HINDEMITH, P. (1975) *Treinamento Elementar para Músicos*, São Paulo: Ricordi.

HURON, D. (1991) *Tonal consonance versus tonal fusion in polyphonic sonorities*. Music Perception, Vol. 9, No. 2, pp. 135-154.

ISDALE, J. (1993) *What Is Virtual Reality*? <ftp://sunee.uwaterloo.ca/pub/vr/documents/ whatisvr.txt>.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

JONASSEN, D. H. (1991) *Objectivism versus constructivism: do we need a new philosophical paradigm?* Educational Technology Research and Development, <http://led.gcal.ac.uk/clti/papers/TMPapers11.ttml>.

KAMEOKA, A. & KURIYAGAWA, M. (1969a) *Consonance theory, part I: Consonance of dyads*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 45, No. 6, pp. 1451-1459.

_____ (1969b) *Consonance theory, part II: Consonance of complex tones and its computation method*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 45, No. 6, pp. 1460-1469.

KENNEDY, C. (1998) *Reinventing teaching in the classroom of the future: The political science laboratory experience*. New York: Penn State University, <http://www.personal.psu.edu/faculty/c/l/clk8/reinventteach.html>

KRÜGER, S. E., GERLING, C. C. e HENTSCHKE, L. (1999) *Utilização de Softwares no processo de ensino e aprendizagem de instrumentos de teclado.* Porto Alegre: Revista opus n.6. ISSN 11517-7017, <http://www.musica.ufmg.br/ anppom/ opus/opus6/kruger.htm#BM2>.

LAWLOR, R. (1989) *Sacred Geometry*. London: Thames and Hudson Ltd.

LEVARIE, S. e LEVY, E. (1981) *Tone: A Study in Musical Acoustics*. Connectcut: Greenwood Press.

LÉVY, P. (1998) *As Tecnologias da Inteligência*. São Paulo: Editora 34.

MCCLAIN, E. G. (1978) *The Pythagorean Plato: Prelude to the Song Itself*. New York: Nicolas Hays.

MACHADO, N. J. (1995) *Epistemologia e Didática. As concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente.* São Paulo: Cortez Ed.

MARRIN, T. A. (1996) *Toward na Understanding of Musical Gesture: Mapping Expressive Intention with the Digital Baton*. Tese de Mestrado. Massachusetts Institute of Technology, < http://www.media.mit.edu/~marrin>.

MERGEL, B. (1998) *Instructional Design & Learnin Theories*. <http:// www.usasc.ca/ education/coursework/802papers/mergel/mergel.pdf>.

MERRILL, M. D. (1991) *Constructivism and instructional design*. Educational Technology. <http://hagar.up.ac.za/catts/learner/ smorgan/cons.html>.

MIN, R. (1995) *Simulation technology and parallelism in learning environments*. De Lier: Academic Book Center. ISBN 90-5478-036-3.

MIÑANA, J. P. (1969) *Compendio Prático de Acústica*. Barcelona: Editorial Labor.

MORALES, A. et al (2000) *Historia : Logaritmos.* Axioma en línea. <http: //www.nalejandria.com/axioma/l ogaritmos/historia.htm>.

NIELSEN, J. (1993) *Usability Engineering*. Chestnut Hill: Academic Press.

PALISCA, C. V. (1961) *Scientific Empiricism in Musical Thought.* In Seventeenth-Century Science and the Arts. Princeton: Princeton University Press.

_____ (1980) *Theory and theorists*. In: SADIE, Stanley (org.) The New Grove's dictionary of music and musicians. London: MacMillan.

PLOMP, R. e LEVELT, W.J.M. (1965) *Tonal consonance and critical bandwidth*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 38, p. 548-560.

RAMEAU, J. P. (1722) *Treatise on Harmony*. New York: Dover Publications, Inc. Trad. GOSSET, P. (1971).

RESNICK, L. (1981) *Psychophysical basis for consonant musical intervals*. American Journal of Physics, Vol. 49, pp. 579-580.

RIBEIRO, R. e ABODUNUR, O. J. (1995) *Analogias na Estruturação de Criação negras e mestiças.* Porto Rico: Anais do XXV Congresso Interamericano de Psicologia.

RIZEK, R. (1998) *Teoria da Harmonia em Platão*. Letras Clássicas. São Paulo: Universidade de São Paulo, Dpto. de Letras, n. 2, p.251-299.

ROLNIK, S. (1994) *A emergência do cyberspace e as mutações culturais*. <http://www.hotnet.net / ~candido>.

ROTHWELL, W. J. e KAZANAS, H. C. (1997) *Mastering the instructional design process: A systematic approach.* San Francisco: Jossey-Bass.

SALAZAR, M.G. (2000) *Música Electrónica*. <http://www.duiops.net/newage/newmovim.htm>.

SCHANK, R. C. (1995) *Engines for education*. Hillsdale, NJ: Lawerence Erlbaum Associates.

SCHOPENHAUER. A. (1988) *O mundo como vontade e representação.* Trad. CORREIA, M.F.S. Portugal: Ed. Rés.

SCHUMAN, L. (1996) *Perspectives on instruction*. <http://edweb.sdsu.edu/courses/edtec540/Perspectives/ Perspectives.html>.

SEASHORE, C. E. (1938) *Psycology of Music*. New York: Dover Pub. Inc.

SIMON, R. J. et al (1996) *Multimedia & ODBC – API Bible.* Corte Madera, CA : Waite Group Press.

SMITH-GRATTO, K. (1999) *Toward Combining Programmed Instruction and Constructivism for Tutorial Design,* <http://www.coe.uh.edu/insite/elecpub/html1995/199.htm>.

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

SORID, D. (2000) *Giving Computers a Sense of Touch*. The New York Times on the WEB, <http://www.caip.rutgers.edu/vr2000/nytimes.html>.

TAYLOR, T. (1991) *Aritmética Teórica dos Pitagóricos*. Barcelona: Editorial Humanitas.

TERHARDT, E. (1974a) *Pitch, consonance, and harmony*. Journal of the Acoustical Society of America, Vol. 55, pp. 1061-1069.

_____(1974b) *On the perception of period sound fluctuations (roughness)*. Acustica, Vol. 20, pp. 215-224.

TORRES, G. (1999) *Placas de Som*. <http://www.hardwaresecrets.com/soundboards. html>

WAXMAN, D. M. (1995) *Digital Theremins: Interactive Musical Experiences for Amateurs Using Electric Field Sensing*. Tese de mestrado, Massachusetts Institute of Technology, < http://www.media.mit.edu/~waxman>.

WRIGHT, J. K. & BREGMAN, A. S. (1987) *Auditory stream segregation and the control of dissonance in polyphonic music*. Contemporary Music Review, Vol. 2, pp. 63-93.

ZAMACOIS, J. (1978) *Tratado de Harmonia*. Barcelona: Labor.

ZARLINO, G. (1558) *The Art of Counterpoint - Part Three of "Le Istitutioni Harmoniche"*. New York: W.W.Norton & Company INC. Trad. PALISCA, C.V. e MARCO, G. A.(1968).

Anexos

Anexo A

O Código do Programa "Exercícios e Treinamentos Musicais"

Apresentamos a seguir o código que compõe o programa "Exercícios e Treinamentos Musicais". Por se tratar de um número excessivo de linhas e, ao mesmo tempo, como o programa de instalação é o Anexo B deste trabalho, incluímos um arquivo chamado "código do programa.pdf" que apresenta todo o código do programa "Exercícios e Treinamentos Musicais".

Funções de DLL's

```
Declare Function midiOutClose Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long) As Long

Declare Function midiOutGetDevCaps Lib "winmm.dll" Alias "midiOutGetDevCapsA" (ByVal uDeviceID As Long, lpCaps As MIDIOUTCAPS, ByVal uSize As Long) As Long

Declare Function midiOutGetNumDevs Lib "winmm" () As Integer

Declare Function midiOutGetID Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long, lpuDeviceID As Long) As Long

'Declare Function midiOutLongMsg Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long, lpMidiOutHdr As MIDIHDR, ByVal uSize As Long) As Long

Declare Function midiOutOpen Lib "winmm.dll" (lphMidiOut As Long, ByVal uDeviceID As Long, ByVal dwCallback As Long, ByVal dwInstance As Long, ByVal dwFlags As Long) As Long

Declare Function midiOutReset Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long) As Long

Declare Function midiOutShortMsg Lib "winmm.dll" (ByVal hMidiOut As Long, ByVal dwMsg As Long) As Long

Declare Function timeGetTime Lib "winmm.dll" () As Long


Declare Function WinHelp Lib "user32" Alias "WinHelpA" (ByVal hwnd As Long, ByVal lpHelpFile As String, ByVal wCommand As Long, ByVal dwData As Long) As Long


Public Const MAXPNAMELEN = 32  ' max product name length (including NULL)


Type MIDIOUTCAPS
    wMid As Integer
    wPid As Integer
    vDriverVersion As Long
    szPname As String * MAXPNAMELEN
    wTechnology As Integer
    wVoices As Integer
    wNotes As Integer
    wChannelMask As Integer
    dwSupport As Long
End Type
```

unesp

Variáveis MIDI

```
Global Const NOTE_ON = &H90
Global Const NOTE_OFF = &H80
Global Const DEFINIR_TIMBRE = &HC0
'Durações - 1024 é igual a +ou- 1 segundo
Global Const SEMÍNIMA = 1024
Global Const MÍNIMA = SEMÍNIMA * 2
Global Const SEMIBREVE = MÍNIMA * 2
Global Const COLCHEIA = SEMÍNIMA / 2
Global Const SEMICOLCHEIA = COLCHEIA / 2
'Intensidades
Global Const PPP = &H39
Global Const PP = &H45
Global Const P = &H51
Global Const MF = &H5D
Global Const F = &H69
Global Const FF = &H75
Global Const FFF = &H7F
```

```
'Timbres
Global Const ÓRGÃO = &H13
Global Const CORDAS = &H30
Global Const VOZES = &H34
Global Const TROMPETE = &H38
Global Const TROMBONE = &H39
Global Const TUBA = &H3A
Global Const TROMPA = &H3C
Global Const METAIS = &H3D
Global Const SAXOFONE = &H41
Global Const OBOÉ = &H44
Global Const FAGOTE = &H46
Global Const CLARINETE = &H47
Global Const FLAUTIM = &H48
Global Const FLAUTA = &H49
```

Tipos Definidos para: Notas, Intervalos, Tríades, Acordes, Escalas e Modos.

```
'Tipo som para geração de Notas
Type SomMidi
Altura As Integer
Duração As Integer
Intensidade As Integer
Timbre As Integer
NomeNota As String
Oitava As String
CanalMidi As Integer
Arquivo As String
Nome_Timbre As String
Reservado As String
End Type

Type IntervaloMidi 'Tipo Para armazenar Intervalos
NotaIntervalo1 As SomMidi 'Primeira Nota do Intervalo
NotaIntervalo2 As SomMidi 'Segunda Nota do Intervalo
Sonância As String 'Se é Consonância ou Dissonância
NomeIntervalo As String ' Uníssono, 2ª, 3ª, ... , etc.
SobreNomeIntervalo As String 'Maior, Menor, Aumentado
ou Diminuto.
DireçãoIntervalo As String 'Ascendente ou Descendente
TipoIntervalo As String 'Simples ou Composto.
ClassificaçãoIntervalo As String 'Classificar
ComoTocarIntervalo As String 'Harmônico ou Melódico
ReservadoIntervalo As String
End Type

Type TríadeMidi 'Tipo para armazenar Tríades
Fundamental As SomMidi
Terça As SomMidi
Quinta As SomMidi
```

```
NomeTríade As String 'Dó, Ré ...
Posição As String ' F, 3ª, 5ª
Inversão As String ' Posição Fundamental, Primeira
Inversão, Segunda Inversão
NotaMaisGrave As SomMidi 'Quando a Tríade estiver
invertida
NotaMédia As SomMidi
NotaMaisAguda As SomMidi
ReservadoTríade As String 'Se precisar
ComoTocarTríade As String 'Se precisar
End Type

Type AcordeMidi 'Tipo para armazenar Acordes
Fundamental As SomMidi
Terça As SomMidi
Quinta As SomMidi
Sétima As SomMidi 'Ou oitava dobrada
AcordeTriádico As TríadeMidi 'Acorde Tríádico
NomeAcorde As String
Dissonância As String
Posição As String
Inversão As String
NotaMaisGrave As SomMidi
NotaMédiaGrave As SomMidi
NotaMédiaAguda As SomMidi
NotaMaisAguda As SomMidi
ReservadoAcorde As String
ComoTocarAcorde As String
End Type

Type EscalaMidi 'Tipo para armazenar Escalas
NotaEscala(1 To 15) As SomMidi
```



```
NotaGeradaEscala(1 To 10) As SomMidi 'Estudar Notas Contextualizadas
IntervaloEscala(1 To 15) As IntervaloMidi
IntervalosGeradoEscala(1 To 10) As IntervaloMidi
AcordeEscalaGrau(1 To 15) As AcordeMidi
AcordeGeradoEscala(1 To 10) As AcordeMidi 'Acordes Contextualizados
TríadeEscalaGrau(1 To 15) As TríadeMidi
TríadeGeradaEscala(1 To 10) As TríadeMidi 'Tríades contextualizadas
NomeEscala As String
SobreNomeEscala As String
ReservadoEscala As String
ComoTocarEscala As String
ArmaduraEscala As String
EstruturaEscala As String
End Type

Type ModosMidi 'Tipo para armazenar Modos
NotaModo(1 To 15) As SomMidi
NotaGeradaModo(1 To 10) As SomMidi
IntervalosModo(1 To 10) As IntervaloMidi
IntervalosGeradoModo(1 To 10) As IntervaloMidi
AcordeGrauModo(1 To 10) As AcordeMidi
AcordeGeradoModo(1 To 10) As AcordeMidi
TríadeGrauModo(1 To 10) As TríadeMidi
TríadeGeradaModo(1 To 10) As TríadeMidi
NomeModo As String
SobreNomeModo As String
ReservadoModo As String
ComoTocarModo As String
EstruturaModo As String
ArmaduraModo As String
End Type

Type EscalaCromática
NotaCromática(1 To 12) As SomMidi
NomeCromático As String
DireçãoCromática As String
ReservadoCromática As String
End Type

Type ExercíciosNotas
NotasExerc(1 To 12) As SomMidi
NotasGeradasExerc(1 To 12) As SomMidi
End Type

Type ExercíciosTríades
TríadeExerc(1 To 10) As TríadeMidi
End Type

Type ExercíciosAcordes
AcordeExerc(1 To 10) As AcordeMidi
End Type

Type ExercíciosEscalas
EscalaExerc As EscalaMidi
End Type

Type ExercíciosModos
ModoExerc As ModosMidi
End Type
```

Cores

```
Global Const BRANCO = &HFFFFFF
Global Const PRETO = &H0&
Global Const VERMELHO = &HFF&
Global Const AZUL = &HC00000
```

Variáveis globais

```
Global Rodar_de_Novo As Boolean
Global NotaTocando As Boolean 'Usada no Piano
Global OutDevice As Long 'Dispositivo de Saída Escolhida
Global Nível As String 'Nível Para os Exercícios
Global NomeUsuário As String 'Nome do Usuário
Global Certo1 As Integer 'Para a avaliação dos Exercícios
Global Errado1 As Integer
Global SemResposta1 As Integer
Global Quantidade1 As Integer 'Reserva para a Quantidade dos Exercícios
Global NomeQuebraGalho As String 'Se Precisar
Global NúmeroQuebraGalho As Integer 'Se precisar
Global BoolQuebraGalho As Boolean
Global QuantidadeExercícios As Integer 'Quantidade dos Exercícios
Global FormQueChamou As String
Global NúmeroTemp(1 To 50) As Integer
```

```
Global Nota(1 To 99) As SomMidi 'Notas dos Exercícios e Treinamento
Global NotaGerada(1 To 50) As SomMidi
Global Intervalo(1 To 99) As IntervaloMidi 'Intervalos Gerados e Classificados
Global Tríade(1 To 99) As TríadeMidi 'Tríades
Global Acorde(1 To 99) As AcordeMidi 'Acordes
Global Escala(1 To 99) As EscalaMidi 'Escalas
Global Modo(1 To 99) As ModosMidi 'Modos
Global Cromática(1 To 10) As EscalaCromática

Global RespostaNotaGerada(1 To 50) As SomMidi
Global RespostaIntervalo(1 To 12) As IntervaloMidi 'Para Comparar Respostas
Global RespostaTríade(1 To 12) As TríadeMidi 'Idem
Global RespostaAcorde(1 To 12) As AcordeMidi 'Idem
Global RespostaEscala(1 To 12) As EscalaMidi 'Idem
Global RespostaModo(1 To 12) As ModosMidi 'Idem
```

Função de cálculo de tempo

```
Public Function Calcular_Tempo(T_Inicial As Variant, T_Final As Variant) As String

Dim Total_de_Segundos As Variant
Dim Total_de_Minutos As Variant
Dim Total_de_Horas As Variant
Dim Segundos As String
Dim Minutos As String
Dim Horas As String
Dim Totais As Variant

Totais = DateDiff("s", T_Inicial, T_Final)
Total_de_Segundos = Totais Mod 60
Total_de_Minutos = Int((Totais - total_de_segundo) / 60) Mod 60
Total_de_Horas = Totais - ((Total_de_Minutos * 60) + Total_de_Segundos)

If Total_de_Segundos < 10 Then
Segundos = "0" & Total_de_Segundos
ElseIf Total_de_Segundos < 60 Then
Segundos = Total_de_Segundos
ElseIf (Total_de_Segundos Mod 60) < 10 Then
Segundos = "0" & Total_de_Segundos Mod 60
Else
Segundos = Total_de_Segundos Mod 60
End If

If Total_de_Minutos < 10 Then
Minutos = "0" & Total_de_Minutos & ":"
ElseIf Total_de_Minutos < 60 Then
Minutos = Total_de_Minutos & ":"
ElseIf (Total_de_Minutos Mod 60) < 10 Then
Minutos = "0" & Total_de_Minutos Mod 60 & ":"
Else
Minutos = Total_de_Minutos Mod 60 & ":"
End If

If Total_de_Horas < 10 Then
Horas = "0" & Total_de_Horas & ":"
ElseIf Total_de_Horas < 60 Then
Horas = Total_de_Horas & ":"
ElseIf (Total_de_Horas Mod 60) < 10 Then
Horas = "0" & Total_de_Horas Mod 60 & ":"
Else
Horas = Total_de_Horas Mod 60 & ":"
End If

Calcular_Tempo = Horas & Minutos & Segundos

End Function
```

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

Função para checar se um determinado intervalo é um Trítono

```
Public Function Checar_Trítono(Qual_Intervalo_Checar As IntervaloMidi) As Boolean
Checar_Trítono = False

Select Case Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo1.NomeNota
Case "Dó"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Solb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Dó#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá##" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Dó##"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá###" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Dób"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Solbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Dobb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fáb" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Solbbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Ré"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Láb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Ré#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol##" Then
Checar_Trítono = True
```

```
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lá" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Ré##"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol###" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lá#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Réb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sol" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lább" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Rébb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Solb" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lábbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Mi"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lá#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sib" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Mi#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lá##" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Si" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Mib"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Lá" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sibb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Mibb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Láb" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sibbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Fá"
```



```
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Si" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dób" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Fá#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Si#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Fá##"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Si##" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Fáb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Sib" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dóbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Sol"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Réb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Sol#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó##" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Sol##"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó###" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Solb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dó" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Rébb" Then
Checar_Trítono = True
```

```
End If
Case "Solbb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Dób" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Rébbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Lá"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mib" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Lá#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré##" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mi" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Lá##"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré###" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mi#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Láb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Ré" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mibb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Lább"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Réb" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mibbb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Si"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mi#" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Si#"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mi##" Then
Checar_Trítono = True
```



```
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fá#" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Sib"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mi" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fáb" Then
Checar_Trítono = True
End If
Case "Sibb"
If Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Mib" Then
Checar_Trítono = True
ElseIf Qual_Intervalo_Checar.NotaIntervalo2.NomeNota = "Fább" Then
Checar_Trítono = True
End If
End Select
End Function
```

Rotina de Classificação de Intervalos

```
Sub ClassificarIntervalo(Qual_Intervalo As Integer)

Dim IntervaloEnviado As IntervaloMidi
Dim CompNota1 As String
Dim CompNota2 As String
Dim CompNotaTemp As String
Dim ValorComp As Double
Dim NotaTemporária As SomMidi
Dim Normalidade As Boolean
Dim Nota_Aguda As SomMidi
Dim Nota_Grave As SomMidi
Dim valor_loop As Integer
Dim e As Integer
Dim ValorRelativo1 As Integer
Dim ValorRelativo2 As Integer
Dim Enarmônico As Boolean
Dim Sair_da_Rotina As Boolean

IntervaloEnviado = Intervalo(Qual_Intervalo)
Sair_da_Rotina = Ver_Uníssono(Qual_Intervalo) 'Uníssono Justo

If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub
Sair_da_Rotina = Ver_Oitava(Qual_Intervalo) 'Oitava Justa
If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub
```



```
Sair_da_Rotina = Ver_Uníssono_Enarmônico(Qual_Intervalo) 'Nomes quase =s
If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub
Sair_da_Rotina = Ver_Oitava_Enarmônica(Qual_Intervalo) 'Nomes quase =s
If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub
Sair_da_Rotina = Ver_Enarmonia(Qual_Intervalo) 'Nomes quase =s
If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub
Sair_da_Rotina = Ver_Estranho(Qual_Intervalo) ' Dó# - Rebb
If Sair_da_Rotina = True Then Exit Sub

Select Case IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.NomeNota
```

Case "Dóbb"	Case "Ré##"	Case "Fá#"	Case "Lá"
ValorRelativo1 = 0	ValorRelativo1 = 9	ValorRelativo1 = 18	ValorRelativo1 = 27
Case "Dób"	Case "Mibb"	Case "Fá##"	Case "Lá#"
ValorRelativo1 = 1	ValorRelativo1 = 10	ValorRelativo1 = 19	ValorRelativo1 = 28
Case "Dó"	Case "Mib"	Case "Solbb"	Case "Lá##"
ValorRelativo1 = 2	ValorRelativo1 = 11	ValorRelativo1 = 20	ValorRelativo1 = 29
Case "Dó#"	Case "Mi"	Case "Solb"	Case "Sibb"
ValorRelativo1 = 3	ValorRelativo1 = 12	ValorRelativo1 = 21	ValorRelativo1 = 30
Case "Dó##"	Case "Mi#"	Case "Sol"	Case "Sib"
ValorRelativo1 = 4	ValorRelativo1 = 13	ValorRelativo1 = 22	ValorRelativo1 = 31
Case "Rébb"	Case "Mi##"	Case "Sol#"	Case "Si"
ValorRelativo1 = 5	ValorRelativo1 = 14	ValorRelativo1 = 23	ValorRelativo1 = 32
Case "Réb"	Case "Fább"	Case "Sol##"	Case "Si#"
ValorRelativo1 = 6	ValorRelativo1 = 15	ValorRelativo1 = 24	ValorRelativo1 = 33
Case "Ré"	Case "Fáb"	Case "Lább"	Case "Si##"
ValorRelativo1 = 7	ValorRelativo1 = 16	ValorRelativo1 = 25	ValorRelativo1 = 34
Case "Ré#"	Case "Fá"	Case "Láb"	End Select
ValorRelativo1 = 8	ValorRelativo1 = 17	ValorRelativo1 = 26	

```
Select Case IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.NomeNota
```

Case "Dóbb"	Case "Réb"	Case "Mi"
ValorRelativo2 = 0	ValorRelativo2 = 6	ValorRelativo2 = 12
Case "Dób"	Case "Ré"	Case "Mi#"
ValorRelativo2 = 1	ValorRelativo2 = 7	ValorRelativo2 = 13
Case "Dó"	Case "Ré#"	Case "Mi##"
ValorRelativo2 = 2	ValorRelativo2 = 8	ValorRelativo2 = 14
Case "Dó#"	Case "Ré##"	Case "Fább"
ValorRelativo2 = 3	ValorRelativo2 = 9	ValorRelativo2 = 15
Case "Dó##"	Case "Mibb"	Case "Fáb"
ValorRelativo2 = 4	ValorRelativo2 = 10	ValorRelativo2 = 16
Case "Rébb"	Case "Mib"	Case "Fá"
ValorRelativo2 = 5	ValorRelativo2 = 11	ValorRelativo2 = 17

cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19

```
Case "Fá#"
ValorRelativo2 = 18
Case "Fá##"
ValorRelativo2 = 19
Case "Solbb"
ValorRelativo2 = 20
Case "Solb"
ValorRelativo2 = 21
Case "Sol"
ValorRelativo2 = 22
Case "Sol#"
ValorRelativo2 = 23
Case "Sol##"
ValorRelativo2 = 24
Case "Lább"
ValorRelativo2 = 25
Case "Láb"
ValorRelativo2 = 26
Case "Lá"
ValorRelativo2 = 27
Case "Lá#"
ValorRelativo2 = 28
Case "Lá##"
ValorRelativo2 = 29
Case "Sibb"
ValorRelativo2 = 30
Case "Sib"
ValorRelativo2 = 31
Case "Si"
ValorRelativo2 = 32
Case "Si#"
ValorRelativo2 = 33
Case "Si##"
ValorRelativo2 = 34
End Select
```

```
If IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura < IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura Then
CompNota1 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.NomeNota, 2)
CompNota2 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.NomeNota, 2)
Nota_Grave = IntervaloEnviado.NotaIntervalo1
Nota_Aguda = IntervaloEnviado.NotaIntervalo2

Intervalo(Qual_Intervalo).DireçãoIntervalo = "Ascendente"
   If (IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura - IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura) > 12 Then
   Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Composto"
   Else
   Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Simples"
   End If

ElseIf IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura > IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura Then
CompNota1 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.NomeNota, 2)
CompNota2 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.NomeNota, 2)
Nota_Grave = IntervaloEnviado.NotaIntervalo2
Nota_Aguda = IntervaloEnviado.NotaIntervalo1

Intervalo(Qual_Intervalo).DireçãoIntervalo = "Descendente"
   If (IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura - IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura) > 12 Then
   Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Composto"
   Else
   Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Simples"
   End If

ElseIf IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura = IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura Then
If ValorRelativo1 < ValorRelativo2 Then
CompNota1 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.NomeNota, 2)
CompNota2 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.NomeNota, 2)
Nota_Grave = IntervaloEnviado.NotaIntervalo1
Nota_Aguda = IntervaloEnviado.NotaIntervalo2
Intervalo(Qual_Intervalo).DireçãoIntervalo = "Ascendente"
```



```
    If (IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura - IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura) > 12 Then
    Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Composto"
    Else
    Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Simples"
    End If
ElseIf ValorRelativo1 > ValorRelativo2 Then
CompNota1 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.NomeNota, 2)
CompNota2 = Left(IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.NomeNota, 2)
Nota_Grave = IntervaloEnviado.NotaIntervalo1
Nota_Aguda = IntervaloEnviado.NotaIntervalo2
Intervalo(Qual_Intervalo).DireçãoIntervalo = "Descendente"
    If (IntervaloEnviado.NotaIntervalo1.Altura - IntervaloEnviado.NotaIntervalo2.Altura) > 12 Then
    Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Composto"
    Else
    Intervalo(Qual_Intervalo).TipoIntervalo = "Simples"
    End If
End If
End If

If CompNota1 = "So" Then CompNota1 = "Sol"
If CompNota2 = "So" Then CompNota2 = "Sol"

Select Case CompNota1
Case "Dó"
    Select Case CompNota2
    Case "Dó"
    If ValorComp < 6 Then
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Else
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    End If
    Case "Ré"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
    Case "Mi"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
    Case "Fá"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Sol"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Lá"
```



```
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
        Case "Si"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
        End Select
    Case "Ré"
        Select Case CompNota2
        Case "Dó"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
        Case "Ré"
        If ValorComp < 6 Then
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
        Else
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
        End If
        Case "Mi"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
        Case "Fá"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
        Case "Sol"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
        Case "Lá"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
        Case "Si"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
        End Select
    Case "Mi"
        Select Case CompNota2
        Case "Dó"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
        Case "Ré"
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
        Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
        Case "Mi"
        If ValorComp < 6 Then
        Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
```



```
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Else
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
End If
Case "Fá"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Sol"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Lá"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Case "Si"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
End Select
Case "Fá"
Select Case CompNota2
Case "Dó"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Case "Ré"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
Case "Mi"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
Case "Fá"
If ValorComp < 6 Then
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Else
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
End If
Case "Sol"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
Case "Lá"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
Case "Si"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Aumentada"
```



```
    End Select
Case "Sol"
    Select Case CompNota2
    Case "Dó"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Ré"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Mi"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
    Case "Fá"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
    Case "Sol"
    If ValorComp < 6 Then
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Else
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    End If
    Case "Lá"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
    Case "Si"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
    End Select
Case "Lá"
    Select Case CompNota2
    Case "Dó"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
    Case "Ré"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Mi"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
    Case "Fá"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
    Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
    Case "Sol"
    Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
```



```
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Lá"
If ValorComp < 6 Then
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Else
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
End If
Case "Si"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Maior"
End Select
Case "Si"
Select Case CompNota2
Case "Dó"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "2ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Ré"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "3ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Mi"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "4ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Case "Fá"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "5ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Diminuta"
Case "Sol"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "6ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Lá"
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "7ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Menor"
Case "Si"
If ValorComp < 6 Then
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "Uníssono"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
Else
Intervalo(Qual_Intervalo).NomeIntervalo = "8ª"
Intervalo(Qual_Intervalo).SobreNomeIntervalo = "Justa"
End If
End Select
End Select
```

INSTITUTO DE ARTES · UNESP
BIBLIOTECA

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Instituto de Artes

Campus de São Paulo

Parte integrante da Dissertação apresentada ao Instituto de Artes da UNESP - Universidade Estadual Paulista, sob a orientação da Profª Drª Maria de Lourdes Sekeff Zampronha, como exigência parcial para obtenção do título de **Mestre em Artes**, área de concentração - Música.

ANEXO B

O Programa "Exercícios e Treinamentos Musicais"

CD com os arquivos de instalação do programa.

Instruções de instalação

1. **Execute o arquivo Setup.exe** - O arquivo de instalação checa automaticamente o seu Windows comparando versões de arquivos. Se for necessário, alguns arquivos do sistema poderão ser atualizados.

2. Após a conclusão da instalação, no diretório onde o programa foi instalado na pasta Notas, **execute o arquivo *Notas.exe*.**

Orlando Marcos Martins Mancini

mancini3@terra.com.br

Telefone: (11)4436-7468

Unesp / São Paulo

Outubro de 2001