



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA**  
**INSTITUTO DE PSICOLOGIA**



**Programa de Pós-Graduação em Psicologia - Mestrado**  
**Área de Concentração: Psicologia Aplicada**

**MALBA CUNHA TORMIN**

**Avaliação de memória viso-espacial e verbal de**  
**musicistas e não musicistas**

**UBERLÂNDIA**  
**2008**

**MALBA CUNHA TORMIN**

**Avaliação de memória viso-espacial e verbal de  
musicistas e não musicistas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de Concentração: Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem

Orientador(a): Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Cláudia Araújo da Cunha

Co-Orientador(a): Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Renata Ferrarez Fernandes Lopes

**UBERLÂNDIA  
2008**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

---

- T684a Tormin, Malba Cunha.  
Avaliação de memória viso-espacial e verbal de musicistas e não musicistas / Malba Cunha Tormin. - 2008.  
173 f. : il.  
Orientadora: Cláudia Araújo da Cunha.  
Co-Orientadora : Renata Ferrarez Fernandes Lopes.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia,  
Programa de Pós-Graduação em Psicologia.  
Inclui bibliografia.
1. Psicologia cognitiva - Teses. 2. Memória - Teses. 3. Música - Instrução e ensino - Teses. I. Cunha, Cláudia Araújo da. II. Lopes, Renata Ferrarez Fernandes I. Universidade Federal de Uberlândia. Programa de Pós-Graduação em Psicologia. III. Título.

CDU: 159.95

---

**MALBA CUNHA TORMIN**

**Avaliação de memória viso-espacial e verbal de  
musicistas e não musicistas**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia – Mestrado, do Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia, como requisito parcial à obtenção do Título de Mestre em Psicologia Aplicada.

Área de Concentração: Psicologia do Desenvolvimento e da Aprendizagem

**Banca Examinadora:**

**Uberlândia, 16 de maio de 2008.**

---

**Profª. Dra. Cláudia Araújo Cunha - UFU**

---

**Prof. Dra. Eulália Henriques Maimone- UNIUBE**

---

**Prof. Dr. Joaquim Carlos Rossini - UFU**

*Aos meus pais que me proporcionaram a  
oportunidade da existência na Vida. Eu os  
reverencio!*

*Aos meus avós pela convivência rica e  
inesquecível, a qual me acalentou a alma!*

*A Deus pela Vida nessa existência!*

## RESUMO

Este estudo investigou diferenças de desempenho de musicistas e não musicistas em testes de memória de trabalho (*working memory*), baseado no modelo de Alan Baddeley, que se refere a um modelo integrativo de memória ativa que abrange um registro viso-espacial, especializado na codificação visual e/ou espacial e outro registro de natureza fonológica, especializado na codificação verbal, supervisionados por uma central executiva. Este sistema de memória está ligado tanto ao processamento ativo e simultâneo da informação, quanto ao armazenamento transitório dela, fundamental em atividades que exigem raciocínio e processamento rápido da informação, muito presentes na música. Nesta pesquisa foram feitas adaptações do teste pictórico de memória (TEPIC-M) que possibilitou investigar o processamento de informação viso-espacial e verbal de curto prazo através de tarefas de recordação. O objetivo do estudo foi avaliar se houve diferenças entre musicistas e não musicistas no processamento de informação viso-espacial e verbal e se o estudo de música pode influenciar nas habilidades testadas pelas tarefas de recordação. A pesquisa foi realizada com universitários dos cursos de Música, de Letras e de Engenharia da Universidade Federal de Uberlândia. Os resultados foram obtidos pela análise de variância mista (ANOVA 2X2X3) para os fatores experimentais e indicaram que os musicistas tiveram um comportamento intermediário em relação aos não musicistas, mas não superior, de forma que se aproximaram dos estudantes do curso de Letras no processamento de informação verbal e dos da Engenharia no processamento da informação viso-espacial. Esses dados sugeriram que o estudo de música abrange e desenvolve mecanismos de memória viso-espacial e verbal. Outro dado importante foi que os alunos de Engenharia tiveram o maior número de acertos em memória viso-espacial, independente do estímulo e níveis da tarefa exigida nos testes de memória e que, para todos os 3 grupos estudados, foi detectado o efeito de superaprendizagem do código verbal, uma vez que os resultados indicaram maior eficiência na decodificação e repetição sub-vocal do estímulo PALAVRAS. Além disso, os resultados podem ser utilizados também para políticas de incentivo à educação musical a serem aplicadas em escolas públicas e particulares do país, integrando as áreas de psicologia cognitiva e educação musical, com a finalidade de abrir campo de pesquisa nos processos de desenvolvimento cognitivo e aprendizagem musical, intensificando o estudo de música no Brasil.

Palavras chave: musicistas, memória de trabalho, tarefa de recordação e códigos verbais e não verbais.

## **ABSTRACT**

This study investigated differences in performance of musicians and non musicians on working memory tests, based on Alan Baddeley's model which refers to an integrate model of active memory that covers visual-spatial registers specialized in the visual and/or spatial codification and other registers of phonological nature specialized in the verbal codification supervised by a central executive. This memory system is linked to an active and simultaneous information processor as well as to its transitory storer, fundamental in activities that demand reasoning and quick information, very present in music. In this research adaptations were made to the pictoric memory test (TEPIC-M) to make it possible to investigate the processing of short time visual-spatial information through recall tasks. The aim of this study was to evaluate if there were differences between musicians and non musicians in the processing of visual-spatial and verbal information and if the study of music may influence the abilities tested by the recall tasks. Research was performed with Music, Language and Literature and Engineering university students at the Uberlândia Federal University. Results were obtained by mixed variance analysis (ANOVA 2X2X3) for the experimental factors and indicated that the musicians had intermediate behavior in regards to non musicians but not superior, in a way that they were close to the Language and Literature students in verbal visual-spatial information processing. These data suggests that the study of music covers and develops visual-spatial and verbal memory mechanisms. Another important result was that the Engineers got a greater number of points in visual-spatial memory, independent of the stimulus of the levels of the demanded tasks in the memory tests. Also the Superlearning effect of the verbal code was detected in all of the 3 studied groups, as the results indicated greater efficiency in the decodifying and verbal reflection of the word stimulus. Finally, results may corroborate also for incentives for musical education to be applied in public and private schools in the country, integrating cognitive psychology and musical education areas aiming to open up research fields in the processes of cognitive development and musical learning, intensifying the study of music in Brasil.

Key words: musicians, working memory, recall tasks and verbal and non verbal codes.

## **LISTA DE ANEXOS**

ANEXO A - Instruções do Teste de Memória	-----143
ANEXO B - Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M)	-----145
ANEXO C - Lâmina DESENHOS	----- 146
ANEXO D -Lâmina PALAVRAS	----- 147

## **LISTA DE APÊNDICES**

APÊNDICE A - Folha de resposta do teste DESENHO e PALAVRAS	-----148
APÊNDICE B - Lista de palavras apresentadas auditivamente	----- 149
APÊNDICE C - Parecer do Comitê de Ética em pesquisa	-----150
APÊNDICE D -Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	----- 151
APÊNDICE E - Termo de Consentimento para o professor	-----152
APÊNDICE F - Questionário Preliminar à aplicação do teste	-----153
APÊNDICE G - Gráfico de movimentos na música	-----154



## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Lobos Cerebrais-----	09
FIGURA 2 - Localização dos componentes dos hemisférios-----	10
FIGURA 3 - Hemisférios Cerebrais-----	12
FIGURA 4 - Características de cada hemisfério-----	13
FIGURA 5 - Movimento horizontal na música-----	35
FIGURA 6 - Movimento vertical na música-----	36
FIGURA 7 - Esquema baseado no modelo revisado de Memória de Trabalho de Baddeley (1986)-----	69
FIGURA 8 - Média de acertos em porcentagem para o estímulo DESENHO, nas duas exigências da tarefa viso-espacial entre os grupos-----	95
FIGURA 9- Média de acertos em porcentagem para o estímulo PALAVRAS, nas duas exigências da tarefa viso-espacial entre os grupos-----	97
FIGURA 10 - Média de acertos em porcentagem para a Tarefa viso-espacial sem e com localização do estímulo-----	100
FIGURA 11 – Média de acertos em porcentagem para a Tarefa viso-espacial sem localização do estímulo-----	100
FIGURA 12 – Média de acertos em porcentagem para a Tarefa viso-espacial com localização do estímulo-----	101
FIGURA 13 – Média de acertos em porcentagem entre os estímulos Desenhos e Palavras-----	102
FIGURA 14 – Média de acertos em porcentagem entre o estímulo DESENHOS e os grupos-----	103
FIGURA 15 – Média de acertos em porcentagem entre o estímulo PALAVRAS e os grupos-----	103

FIGURA 16 - Estimativo de decodificação possível durante o teste com estímulo PALAVRAS-----	127
--	-----

FIGURA 17- Estimativo de decodificação possível durante o teste com estímulo DESENHOS-----	128
---	-----

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Relação entre os sistemas simbólico e sensório-motor representados em cada subsistema na teoria de Codificação Dupla de Paivio-----	40
TABELA 2 - Tabela da amostra estudada em função de sexo e idade-----	91
TABELA 3- Tabela descritiva da média de acertos e desvio padrão do estímulo da lâmina Desenhos sem e com localização do estímulo-----	92
TABELA 4 - Tabela descritiva das médias de acerto e desvio padrão para lâmina Palavras sem localização do estímulo-----	93
TABELA 5 –Tabela descritiva da porcentagem de acertos e desvio padrão das lâminas Desenhos ou Palavras-----	94
TABELA 6 - Média e desvio padrão considerando as variáveis testadas (sexo, grupo, estímulo e níveis de exigência da tarefa)-----	105

# SUMÁRIO

## CAPÍTULOS

### I – INTRODUÇÃO

1- APRESENTAÇÃO-----	01-06
----------------------	-------

### II - MEMÓRIA E REPRESENTAÇÃO MENTAL EM MÚSICOS

1 - ÁREAS CEREBRAIS-----	07- 18
2.- MEMÓRIA-----	19 - 38
3 - REPRESENTAÇÃO MENTAL-----	39 - 54

### III- MEMÓRIA DE TRABALHO EM MUSICISTAS E NÃO MUSICISTAS

1- MEMÓRIA DE TRABALHO (working memory)-----	55 - 74
--	---------

### IV – DELINEAMENTO DO ESTUDO

1- OBJETIVOS-----	75
2- HIPÓTESE-----	75
3- MÉTODO -----	76- 87

### V – ANÁLISE DOS RESULTADOS-----89 - 106

### VI – DISCUSSÃO-----107 - 130

### VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS-----131

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----133

## **I- INTRODUÇÃO**

### **1- APRESENTAÇÃO**

#### **1.1 – Justificativa**

A literatura tem demonstrado atualmente que o ensino de música nos processos de aprendizagem, atenção e memória tem despertado cada vez mais interesse científico em estudos que envolvem aspectos da memória de trabalho, de como ocorre o processamento temporário da informação para o desempenho de tarefas cognitivas e sua articulação em partes distintas do cérebro (Roy, 2001; Hjortsberg, 2001; Crispin, Lovbakke, Lowe, Scott & Whitehead, 2006; Felipe, 2006). Também têm se tornado freqüentes pesquisas que comparam o desempenho de musicistas e não musicistas em tarefas de memória, quer no armazenamento, na codificação ou na evocação, quer na aprendizagem, na reabilitação de pacientes com lesões, em processos psicoterapêuticos, ou seja, investigam os efeitos da música no cérebro humano. (Besson & Shön, 2001; Ho, Cheung & Chan, 2003; Kuzuhara, 2003; Hesse, 2004; Minareci, 2005; Zatorre, 2005; Felipe, 2006; Crispin et al., 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar possíveis diferenças na memória de trabalho de universitários musicistas e não musicistas, utilizando metodologia cognitiva experimental, com foco no modelo de memória de trabalho de Allan Baddeley, em seus aspectos de memória viso-espacial e fonológica. Além disso, este estudo também investigou indiretamente mecanismos ligados a representações mentais no que tange a transformação dos códigos verbais e visuais, além de aspectos funcionais e estruturais no campo das neurociências.

É importante esclarecer que o termo musicista é usado neste trabalho para referir-se ao indivíduo que é alfabetizado com o código musical e consegue decodificá-lo na execução de um instrumento musical. Já o termo não musicista refere-se ao indivíduo que embora ouça estilos de música e a aprecie, ele não está apto a decodificar os símbolos musicais e ter as habilidades necessárias para a execução musical.

Esta pesquisa objetivou também divulgar um conteúdo útil aos profissionais da música, como professores, instrumentistas, estudantes universitários e pesquisadores na área de educação musical e psicologia da música, no sentido de conhecerem como os aspectos da memória de trabalho estão intrinsecamente associados à prática instrumental. Espera-se que essas informações possam ser úteis na pedagogia musical e no interesse em despertar para futuras pesquisas, investigando outros aspectos da memória musical dentro do âmbito da psicologia cognitiva experimental, de maneira que novas metodologias de ensino possam ser criadas e favoreçam a aprendizagem musical.

É importante salientar que sou musicista e professora de música, e meu interesse nesse estudo esteve associado também ao desejo de buscar novas ferramentas de conhecimento em minha prática profissional, no sentido de facilitar o desenvolvimento e a aprendizagem do ensino de música. Também que as informações obtidas nessa pesquisa tivessem por finalidade abrir um canal de conhecimento para a formação do musicista, no sentido de despertar para os vários aspectos do processamento da memória que a prática instrumental requer, desde o domínio da decodificação dos símbolos musicais em sonoridade até no desempenho de todas as habilidades psicomotoras adquiridas na *performance* musical. Finalmente, espera-se que essas informações abranjam também aos não musicistas, para que possam conhecer os benefícios do estudo de música, a partir das habilidades adquiridas pela prática musical, guiadas cognitivamente pela memória de trabalho.

Portanto, a relevância desta pesquisa foi investigar se o estudo de música influencia no desempenho da memória de trabalho e indiretamente nos processos de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo. Também se a codificação e a evocação da memória são melhoradas em função dos estímulos musicais e se estes podem influenciar em tarefas de evocação viso-espacial e fonológica em relação aos não musicistas, como também se essas informações podem corroborar na formação de um instrumentista. Enfim, espera-se que esse estudo possa abrir campo para novas pesquisas na área musical e possibilitar intervenções a serem aplicadas em escolas públicas e particulares, desde o ensino básico até o universitário, e com isso, divulgar a importância do estudo de música no desenvolvimento do indivíduo.

## **1.2 – A Estrutura do Desenvolvimento Teórico**

A estrutura do trabalho foi elaborada com o objetivo de, no decorrer do desenvolvimento de cada capítulo, além do conteúdo referente a ele, inserir informações sobre o musicista e a prática instrumental, como também de suas relações com a linguagem e códigos de natureza viso-espacial, indicando também possíveis diferenças e / ou semelhanças oferecidas pela literatura ao se comparar musicistas e não musicistas, quer nas diferentes áreas cerebrais ativadas e relações hemisféricas, quer nas estruturas de memória de trabalho e de transformações de códigos.

A introdução desse estudo foi composta de uma justificativa e da estrutura do desenvolvimento teórico, apresentada por capítulos divididos em seções. O capítulo intitulado *“Memória e representação mental em músicos”* foi composto de três seções, que abordam os temas: áreas cerebrais, memória e representação mental.

Em relação às áreas cerebrais, foram apresentadas informações referentes aos lobos cerebrais, com suas estruturas e funções, como também sobre os hemisférios cerebrais e suas

características, finalizando com informações referentes à localização hemisférica no processamento da música e citações de pesquisas na área. Nessa seção foram inseridas também algumas figuras que ilustram as áreas cerebrais citadas no texto, dando ao leitor uma melhor visualização de sua localização e disposição cerebral, atenuando assim as dificuldades de abstração do tema memória, pois elas estão armazenadas em diversas regiões corticais e distribuídas ao longo do cérebro.

Em seguida, foi apresentada uma descrição sobre memória, seus tipos e subtipos, localização, funções e particularidades, de forma que se delineia um perfil de possíveis memórias contidas no processamento da memória de trabalho, cujo foco está centrado a pesquisa. Complementando essa parte, foram apresentados os tipos de memória que um musicista necessita em sua formação e prática instrumental, bem como as habilidades envolvidas no ato da execução musical, os processos cognitivos e as modificações corticais que ocorrem nos hemisférios cerebrais.

A finalidade dessas informações foi a de trazer ao leitor uma noção mais abrangente das especificidades que o estudo de música proporciona no desenvolvimento cognitivo do músico, no desempenho de tarefas típicas que a música exige e seus impactos na aprendizagem, além do efeito que essas habilidades adquiridas com o treinamento podem acarretar na estrutura neuroanatômica do musicista. Essas informações foram conseguidas por meio de pesquisas já realizadas na área de psicologia cognitiva e neuropsicologia, como exemplo (Chan, Ho & Cheung, 1998; Williamon & Valentine, 2002; Ho et al., 2003; Kuzuhara, 2003; Hesse, 2004; Minareci, 2005; Zatorre, 2005). Essas pesquisas vêm complementar aquelas informações referentes aos musicistas, dando sustentação de que o desempenho de tarefas musicais tem impacto em funções cognitivas como a aprendizagem, aproximando essas áreas à educação musical.

Finalizando essa seção, foi apresentada uma descrição sobre a representação mental dos códigos visuais e verbais, investigados nesse estudo por meio do processo de decodificação da informação, exigida durante a aplicação dos testes de memória, pelas tarefas de recordação de objetos de natureza verbal e visual. Complementando, acrescentaram-se também informações sobre os códigos musicais e suas relações com o código lingüístico, além de seus efeitos nos processos de desenvolvimento e aprendizagem.

O segundo capítulo intitulado “*Memória de Trabalho em musicistas e não musicista*” foi composto de duas seções: a primeira apresentou o modelo de Memória de Trabalho de Allan Baddeley e a segunda, as pesquisas de Memória de Trabalho entre musicistas e não musicistas.

Em relação ao modelo de Memória de Trabalho, foi mostrado primeiramente o modelo original de Baddeley e Hitch (1974) e as modificações realizadas posteriormente (Baddeley, 1986, 2000), contendo todos os componentes do modelo (central executiva, rascunho visoespacial, laço fonológico e retentor episódico). Também foram apresentadas as especificidades dos componentes, bem como as bases biológicas de cada qual, acrescentando, ainda, as informações referentes à localização e aos tipos de memória envolvidos no processamento da informação.

É importante salientar que a teoria que fundamentou esse estudo foi o modelo de Memória de Trabalho de Allan Baddeley e a intenção de apresentar todas as informações referentes ao modelo, tiveram por finalidade favorecer o desenvolvimento do tema, pois a pesquisa envolveu os aspectos visoespaciais e fonológicos obtidos por meio das adaptações realizadas no Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M) de Rueda & Sisto (2005), somados as tarefas de recordação. A partir desta interação de respostas visoespaciais e fonológicas, prevista na memória de trabalho e somados aos processos de decodificação verbal e visual, foi possível estabelecer uma comparação entre musicistas e não musicistas.



Há também outros tipos de pesquisas que investigaram a memória de trabalho entre musicistas e não musicistas na área de psicologia cognitiva, porém com outros tipos de tarefas experimentais, assim como na área das neurociências, por meio de mapeamento cerebral, possibilitando disponibilizar resultados mais concretos de possíveis diferenças. É importante esclarecer ao leitor que todas as informações de cunho neuropsicológica contidas nesse estudo tiveram por finalidade dar sustentação ao desempenho das tarefas realizadas em nível experimental, além de complementá-lo e enriquecê-lo, justificando também que as possíveis diferenças encontradas nos resultados tivessem alguma correspondência nesse campo de pesquisa, e também, como essas áreas estão associadas à aprendizagem musical. Entretanto, nesse estudo não foi realizado nenhum procedimento em nível neuropsicológico.

Finalizando essa seção, foram apresentadas as várias pesquisas de memória de trabalho envolvendo musicistas e não musicistas, nos aspectos de memória viso-espacial e verbal. Essas pesquisas indicam o quanto essa área tem recebido atenção da psicologia cognitiva e das neurociências.

*Pederiva & Tristão (2006) salientam que a organização neural para a música e o comportamento musical humano tem sido alvo de inúmeras discussões nas áreas de neurociências e de arte musical. Perpetua-se a discussão sobre a existência ou não de módulos neurais para música ou se esta função é compartilhada com outras áreas (. . .); nas últimas décadas tem-se buscado compreender os meios pelos quais o cérebro humano processa, armazena e produz música, além das investigações comparando música e fala. Tais estudos têm como base, principalmente, os avanços da psicologia cognitiva, que podem auxiliar no esclarecimento sobre a relação música-cognição e o papel da educação musical no desenvolvimento cognitivo. (p. 1).*

## II- MEMÓRIA E REPRESENTAÇÃO MENTAL EM MÚSICOS

### 1- ÁREAS CEREBRAIS

Segundo Matlin (2003), o cérebro e as funções cerebrais têm sido estudados cientificamente por diversos ramos do saber. A neurociência nasceu exatamente com o objetivo de investigar o funcionamento do Sistema Nervoso, a partir de uma perspectiva biológica. A psicologia cognitiva, depois de ter-se emancipado da filosofia, também se objetivou por estudar cientificamente o comportamento do indivíduo e como este se relaciona com as estruturas cerebrais.

No presente estudo são apresentados alguns tópicos referentes às áreas do cérebro relacionadas a memórias que são citadas no decorrer desse texto, uma vez que as tarefas de recordação utilizadas nessa pesquisa ativam essas áreas cerebrais durante o processo de evocação da informação. Especificamente foram enfatizadas as áreas dos hemisférios cerebrais e lobos cerebrais onde são armazenados e processados os diferentes tipos de informações e memórias.

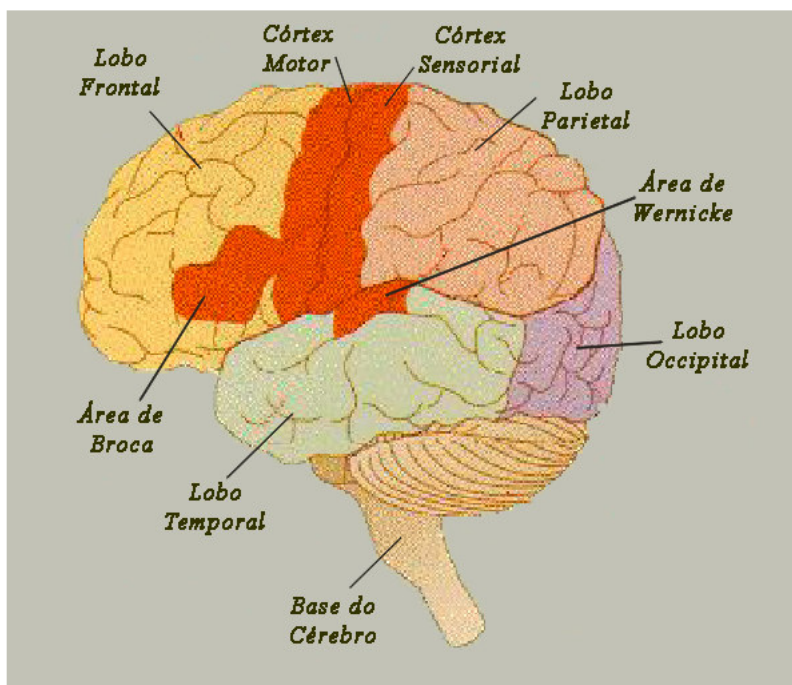
Segundo Sternberg (2000), Anderson (2004) e Gazzanica & Heatherton (2005), o Sistema Nervoso Central é composto pelo telencéfalo (hemisférios cerebrais), diencefalo (tálamo e hipotálamo), cerebelo, tronco cefálico e medula espinhal, com a função de receber, analisar e integrar informações, possibilitando o processo de tomada de decisões e o envio de ordens, como também determinando as áreas hemisféricas para diversas especificidades dos sentidos e atividades humanas, dentre elas, a memória.

Sternberg (2000), Bear, Connors & Paradiso (2002), Anderson (2004), Gazzanica & Heatherton (2005) acrescentam que a camada mais externa do cérebro é chamada de *córtex cerebral* que cobre inteiramente os dois hemisférios, sendo responsável pelo raciocínio humano, o pensamento abstrato, a memória, a capacidade de previsão e planejamento, os

processos holísticos e analíticos da percepção. Cada hemisfério é formado por quatro lobos (frontal, occipital, parietal e temporal). Os lobos cerebrais são designados pelos nomes dos ossos cranianos nas suas proximidades e que os recobrem da seguinte forma: o ***lobo frontal*** fica localizado na região da testa e é formado pelo o córtex motor e pré-motor que são responsáveis pelas funções motoras, como também pelo córtex pré-frontal, que fica na parte da frente do lobo frontal. O córtex pré-frontal é responsável principalmente pelo pensamento abstracto e criativo, a fluência do pensamento e da linguagem, respostas afetivas e emocionais; o ***lobo occipital*** fica localizado na região da nuca e é responsável pelo processamento da informação visual, dividido em múltiplas áreas visuais diferentes que processam os dados visuais recebidos do exterior depois de terem passado pelo tálamo, onde há zonas especializadas em processar a visão da cor, do movimento, da profundidade, da distância, por meio da área visual primária. Depois de percebidas por esta área, estes dados passam para a área visual secundária onde a informação recebida é comparada com os dados anteriores que permitem, por exemplo, identificar um cão, um automóvel, uma caneta; o ***lobo parietal*** fica localizado na parte superior central da cabeça e é responsável pela sensação de dor, tato, gustação, temperatura, pressão e pela configuração espacial de um ambiente; e os ***lobos temporais*** ficam localizados nas regiões laterais da cabeça, por cima das orelhas e são responsáveis pela análise auditiva complexa, como na compreensão da fala humana ou na escuta de uma sinfonia, e também associado ao processamento da memória.

Veja na figura 1 a localização dos lobos cerebrais:

Figura 1 – Lobos Cerebrais



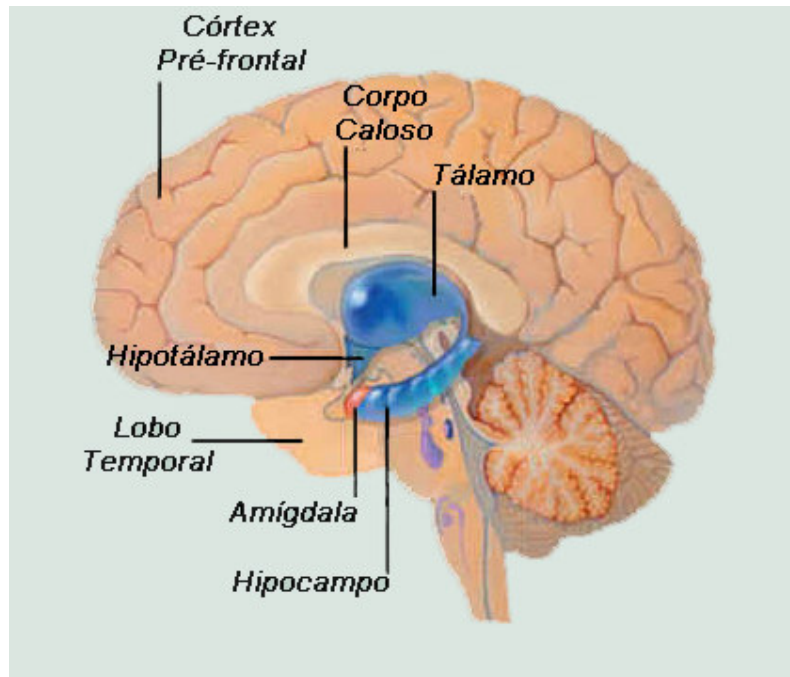
Fonte: Figura adaptada do site [http://www.encyclopedia.com.pt/readarticle.php?article\\_id=730](http://www.encyclopedia.com.pt/readarticle.php?article_id=730)

Segundo Cardoso (2000) e Bear et al. (2002), o processamento das informações ocorre de diversas formas no córtex cerebral e a integração dessas informações com outras, provenientes de centros visuais e auditivos, permite formular pensamentos e ações conscientes sobre o mundo externo. A fusão dessas informações sensoriais recentes com mensagens vindas da memória, notificando prévias experiências, permite dar um sentido exato e consciente de visões, sons, cheiros, tato e paladar. O lobo frontal participa, ainda, com o lobo temporal, do desempenho de outras elevadas funções, como por exemplo, a linguagem que envolve vastas áreas de associação frontais e temporais se estendendo até o lobo occipital. O córtex temporal também participa da decisão do que deve ser ou não guardado na memória de longa duração, bem como determina se os eventos recordados são ou não agradáveis.

Toda essa rede de informações e de processamento ocorre em comunicação com os hemisférios cerebrais, pois de acordo com Bear et al. (2002) e Gazzanica & Heatherton

(2005), cada hemisfério é composto por um tálamo, um hipocampo, uma amígdala, gânglios basais e um córtex pré-frontal, como mostra a figura 2.

Figura 2 – Localização dos componentes dos hemisférios



Fonte: figura adaptada do site <http://www.afh.bio.br/nervoso/nervoso3.asp>

Bear et al. (2002) e Gazzanica & Heatherton (2005), esclarecem que as áreas mais importantes no estudo da memória são: o **hipocampo**, responsável pelo armazenamento de novas memórias e por criar novas interconexões com o córtex cerebral; a **amígdala**, por conectar lembranças existentes no córtex e no processamento de informações emocionais e os **gânglios basais** por planejar e produzir movimentos por meio de estruturas subcortais estando ligada à aprendizagem de hábitos motores e de reconhecimento de ações não verbais.

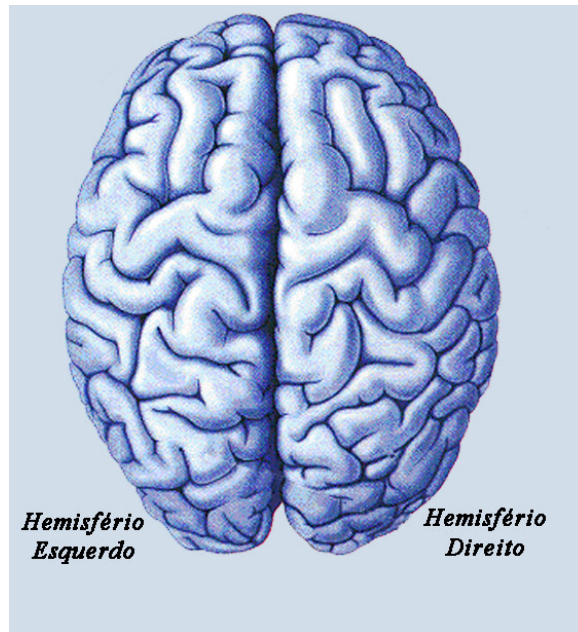
## 1.1 - Hemisférios Cerebrais

Segundo Meccaci (1987), o cérebro é dividido em dois hemisférios cerebrais – o direito e o esquerdo, porém não existe nenhuma relação de dominância entre eles, como se acreditava no passado. Existe a especialização hemisférica que é confundida com a lateralidade e assimetria, pois os hemisférios não são iguais, têm funções diferentes, mas sem que nenhum tenha dominância um sobre o outro, ou seja, são complementares, necessitando um do outro na realização de tarefas, desde as mais simples atividades reflexas até aos mais elaborados raciocínios e pensamentos ou atos de criação artística, percepções detalhadas e consciência.

De acordo com Gazzanica & Heatherton (2005), os hemisférios se comunicam por meio de um espesso feixe de fibras nervosas, chamado corpo caloso, o qual fornece um elo de comunicação entre os eles. O corpo caloso (figura 2) é constituído por aproximadamente 300 milhões de fibras nervosas e é responsável pela troca de informações entre as diversas áreas do córtex cerebral, sendo o maior feixe nervoso que liga o hemisfério cerebral direito ao esquerdo. A maioria das informações passa de um lado do cérebro para o seu homólogo simétrico do outro lado. O hemisfério esquerdo controla a metade direita do corpo e hemisfério direito controla a outra metade esquerda e embora os dois hemisférios cerebrais trabalhem de maneira conjunta e complementar, existem diferenças no que se refere ao processamento dos vários tipos de estímulos sensoriais.

A figura 3 ilustra os dois hemisférios.

Figura 3 – Hemisférios Cerebrais



Fonte: figura adaptada do site <http://www.cerebromente.org.br/n01/arquitet/hemisferios.htm>

### **1.1.1 - Hemisfério Cerebral Esquerdo**

Segundo Kimura (1961), Correia, Muszkat, Vincenzo & Campos (1998), Muszkat (1998), Edwards (2000) e Carvalho (2005), são características do hemisfério cerebral esquerdo o predomínio para o processamento de estímulos que tem uma conotação lingüística (letras, palavras, fonemas, números) e ser especializado em habilidades de linguagem, idéias seqüenciais, matemática, relações lógicas e com unidades limitadas no tempo, realizadas parte a parte, ou seja, ele trabalha com segmentos pequenos, fragmentados pedaço por pedaço. O hemisfério esquerdo está relacionado também com a seriação proporcional dos movimentos, envolvendo uma coordenação seqüencial e analítica de estímulos, podendo ser considerado o hemisfério “analisador”, acionado por tudo aquilo que é auditivo temporal.

### 1.1.2 - Hemisfério Cerebral Direito

Os autores Kimura (1961), Muszkat, Vincenzo, Reami, Almeida & Campos (1991), Muszkat (1998), Edwards (2000) e Carvalho (2005) indicam que são características do hemisfério cerebral direito o predomínio para o processamento de informações não verbais (reconhecimento de faces, formas geométricas, figuras espaciais e música), como também ser dominante para habilidades e percepção espaciais, visualização mental, imagens, sons, ritmo, movimento, música, a *gestalt* (estrutura total), a cor, a dimensão, a textura, dentre outras habilidades viso-espaciais, além da visão total e unitária das coisas, trabalhando com unidades globais e sendo considerado ‘‘sintetizador’’. A figura 4 indica essas diferenciações.

Figura 4 – Características de cada hemisfério

<b>HEMISFÉRIO ESQUERDO</b>	<b>HEMISFÉRIO DIREITO</b>
Palavras	Imagens
Nomes	Rostos
Lógica	Intuição
Racional	Emocional
Detalhe	Visão de Conjunto
Números	Símbolos
Linearidade	Sonho
Ordenamento	Sequencial/ Sensações
Linguagem	Habilidades espaciais
Matemática	Visualização mental
Analítico	Sintético

Figura 4 – Características dos hemisférios esquerdo e direito.



### 1.1.3 - Características inter-hemisféricas

Carvalho (2005) afirma que há características no processamento de estímulos sensoriais que utilizam informações de ambos os hemisférios e cita Pierre Longuim que explica que os objetos mentais com componentes concretos mobilizam de preferência o hemisfério direito e que os objetos mentais com componentes abstratos, como por exemplo, conceitos (a letra “a”, o triângulo retangular) mobilizam mais o hemisfério esquerdo, mas as áreas visuais de ambos os hemisférios contribuem simultaneamente para a visão de um objeto no espaço e para a formação de uma percepção espacial. (p.34).

Toldboad (1997) explica como em diversas atividades cerebrais os dois hemisférios trabalham concomitantemente, cada qual agindo conforme sua especificidade. Por exemplo, ao ver uma pessoa, é o hemisfério direito que reconhece o rosto, enquanto o esquerdo informa o nome. Num desenho à mão livre, determinadas estruturas do hemisfério esquerdo são indispensáveis para fornecer detalhes, enquanto estruturas do hemisfério direito são requisitadas para que o indivíduo tenha o domínio necessário sobre o contorno geral do objeto representado. Assim, ao ver uma imagem, ouvir uma música ou um discurso, cada hemisfério cerebral colabora com a sua parte na interpretação. Por exemplo, ao ouvir uma palavra é o hemisfério esquerdo que entende o significado dela, entretanto, as associações que se faz dela, criam imagens que pertencem ao domínio do hemisfério direito. Dessa forma, o hemisfério direito participa da entoação da fala, da decodificação da melodia, do tom, como também da perspectiva de um enredo ou do tema de uma conversa, em que se procura descortinar o que está para além das palavras, tanto no texto escrito como na fala.

Segundo Matlin (2003), uma área importante do córtex esquerdo é a área de Broca (situada na parte frontal do cérebro) que foi descoberta em 1864 por Paul Broca que sugeriu uma ligação entre uma função cerebral, a linguagem falada, e uma parte específica do cérebro,

o seu hemisfério esquerdo, certificando-se assim que o hemisfério esquerdo é decisivo na fala. Outra área também importante é a área de Wernicke (situada na parte posterior do cérebro) que foi descoberta em 1876 por Carl Wernicke, a qual atribuiu também a capacidade da linguagem ao hemisfério esquerdo, a partir de experiências com pacientes portadores de afasia. Assim sendo, a área de Wernicke desempenha um papel muito importante na produção do discurso, pois permite compreender o que os outros dizem e que faculta a possibilidade da organização das palavras sintaticamente corretas. Exatamente onde convergem os lobos occipital, temporal e parietal é que se localiza a área de Wernicke. Portanto, as áreas de Broca e de Wernicke (ver figura 1, p. 09) são comumente associadas à linguagem e a partir dessas descobertas ficou reconhecida a lateralização hemisférica da linguagem.

## **1.2 - Hemisférios Cerebrais nos musicistas**

Para Jones (1998), Muszkat (1998), Knox (2000), Tramo, (2001) e Silveira, (2004), o fato de o hemisfério esquerdo estar associado às funções verbais e analíticas e o hemisfério direito, às habilidades não verbais, à intuição e às artes, acreditava-se no passado que a aprendizagem de música fosse processada somente pelo hemisfério direito, também denominado de “hemisfério musical”, desvinculando-o assim da relação com o raciocínio lógico e lingüístico. Porém, nos últimos anos, vários estudos indicam que cada hemisfério processa diferentes elementos musicais (Muszkat 1998; Ringelstein, 1999; Baulac, 2001; Chan et al., 1998; Ho et al, 2003; Zatorre, 2005).

Barbizet & Duizabo (1985) e Kaplan (1979) explicam que a execução instrumental requer habilidades psicomotoras complexas, de forma que várias partes do corpo físico e mental participam intensamente e concomitantemente em sua realização. Para Anderson (2004), a anatomia das funções hemisféricas indica que a parte direita do corpo tende a se vincular ao hemisfério esquerdo e vice-versa, sendo intensamente utilizadas na prática

musical. Assim, por exemplo, o controle motor e a sensibilidade da mão direita são controlados pelo hemisfério esquerdo, como também o ouvido direito está ligado mais fortemente ao ouvido esquerdo e os receptores neurais de cada olho que recebem informações da parte esquerda do campo visual são vinculados ao hemisfério direito.

A compreensão das funções musicais tem sido especialmente objeto da pesquisa científica (Schlaug, 2001; Williamon & Valentine, 2002), porque estruturas cerebrais específicas estão envolvidas na percepção e realização das atividades musicais. Assim, nos indivíduos destros atribui-se ao hemisfério esquerdo o julgamento envolvido na percepção do ritmo musical, nos aspectos sequenciais e analíticos da música, duração do som e ordem temporal, e ao hemisfério direito, o julgamento na percepção da altura do som, harmonia, timbre, intensidade, melodias e canto. No entanto, o desempenho dos músicos, para alguns desses aspectos musicais, não ocorre exatamente da mesma forma, pois, por terem passado por um processo de aprendizagem e treinamento musical, podem ter desenvolvido habilidades musicais nos dois hemisférios.

Outras pesquisas, tais como a de Platel, Price, Baron, Wise, Lambert, Frackowiak, Lechevalier & Eustache (1997) exploram as estruturas cerebrais envolvidas na avaliação dos elementos da música, como altura, ritmo, timbre que são ativadas em diferentes operações cognitivas. Os resultados confirmam que as tarefas com os elementos altura e ritmo foram mais acionadas no hemisfério esquerdo enquanto que o timbre ocorreu no hemisfério direito.

Segundo Barbizet & Duizabo (1985), os lobos temporais dos dois hemisférios desempenham um papel essencial no reconhecimento e elaboração musicais, embora havendo diferenciação entre eles. O lobo temporal direito é indispensável para o reconhecimento e execução das melodias, assim como da prosódia. Já o lobo temporal esquerdo é indispensável para a elaboração da linguagem, como também para realizações musicais numa ordem mais elevada, como a escrita musical, realizações instrumentais, composição.

A partir de algumas experiências (Muszkat, 1998; Ringelstein, 1999; Baulac, 2001; Zatorre, Belin & Penhune, 2002; Gaser & Schlaug, 2003; Platel, 2003; Ho et al., 2003; Zatorre, 2005), o papel dos hemisférios cerebrais e da colaboração funcional entre eles vão determinar as diferenciações das funções musicais no cérebro humano, principalmente ao se comparar musicistas e não musicistas. Em relação à percepção auditiva, que é uma modalidade do laço fonológico da memória de trabalho, Jones (1998); Knox (2000) e Schiffman (2005) salientam que o ouvido dos músicos é distinto e estruturado, diferentemente do das outras pessoas. Schiffman (2005) afirma que o córtex auditivo do hemisfério esquerdo, cuja entrada é pelo ouvido direito, domina o processamento analítico de estímulos auditivos sequenciais, normalmente observados no processamento e na percepção da fala e na estimulação relacionada à linguagem. Por outro lado, o córtex auditivo do hemisfério direito, cuja entrada é pelo ouvido esquerdo, tem predomínio no processamento holístico e na percepção das informações espaciais, bem como em certos sons não verbais, inclusive a música. Essas diferenças têm sido reveladas por estudos que empregam processamentos de imageamento cerebral como fMRI (ressonância magnética funcional) e PET scan (tomografia por emissão de pósitrons), que assinalam com precisão áreas de atividades cerebral permanente (p. ex., Zatorre et al., 1992).

Confirmando essas diferenças de atividades cerebrais, Schiffman (2005) cita Bever & Chiarello (1974) e Kellar & Bever (1980) que relatam que os ouvintes com experiência musical e os músicos profissionais reconhecem melhor as melodias simples quando elas são enviadas ao ouvido direito (onde há o processamento dominante do hemisfério esquerdo), do que quando são enviadas ao ouvido esquerdo. Ao contrário dos não musicistas, pois neles a música é melhor processada quando transmitida ao ouvido esquerdo, ou seja, ao hemisfério direito. Eles propõem que os músicos experientes usam estruturas diferentes das dos não musicistas. As pessoas com grande experiência musical analisam as informações melódicas

de modo semelhante ao que normalmente se exige para a percepção da fala. Assim, os musicistas percebem uma melodia como um grupo de relações entre componentes, e não como um todo, enquanto que os não musicistas vão se concentrar no contorno melódico geral, ou seja, as pessoas musicalmente inexperientes tratam a melodia como um todo não analisado.

Toldbod (1997) acrescenta o exposto acima ao considerar que aqueles que não são músicos e tentam reconhecer uma melodia, utilizam o hemisfério cerebral direito. Mas um músico profissional utiliza tipicamente o hemisfério cerebral esquerdo para realizar exatamente a mesma tarefa. Assim, desenvolve-se gradualmente a capacidade para ouvir pormenores muito específicos da música, como a memória tonal (Berz, 1995 e Felipe, 2006). O autor exemplifica ainda que com o hemisfério esquerdo são compreendidas as pautas musicais e o tempo da música, enquanto que o hemisfério direito se ocupa da visão global da música.

## **2 - MEMÓRIA**

### **2.1 - Introdução**

O presente estudo investiga a memória de trabalho por meio de testes de memória com tarefas de recordação. Porém, quando se aborda o tema memória, ele está contido numa gama de possibilidades e especificidades que o faz ser objeto de estudo em diversas áreas da psicologia e neurociências. Assim, para que o leitor possa acompanhar a variedade de memórias que abrange esse estudo, tanto de uma forma geral como específica, apresentamos o tópico MEMÓRIA da seguinte maneira:

Primeiro, de forma geral, descrevendo seus tipos e subtipos, uma vez que nesse estudo estão inseridos vários tipos de memória, como por exemplo, a memória declarativa, explícita, semântica ou episódica ao se recordar objetos e palavras conhecidos e armazenados na memória de longa duração, como também a memória não declarativa, implícita, ao se identificar a habilidade dos instrumentistas ou a imagem mental de um desenho. Assim, fica subentendido que o estudo de memória de trabalho é contemporâneo de vários outros estudos, acerca do tema memória, como um todo, e que o desenvolvimento dos processos mnemônicos em geral contribuíram para o desenvolvimento do conceito atual de memória de trabalho.

Segundo, de forma mais específica, detalhando-se o modelo de memória de trabalho de Alan Baddeley.

Finalmente, como o teste adaptado para esta investigação permitiu que se avaliasse o processamento da informação viso-espacial e verbal, ao mesmo tempo em que se exigiu como demanda da tarefa experimental, os processos de decodificação e transformação dos códigos durante a evocação, o estudo deu ênfase ao modelo da memória de trabalho de Baddeley e a

teoria do código duplo de Paivio que explicam diferentes perspectivas com que os dados foram analisados e discutidos.

## **2.2 - Definições da psicologia cognitiva e das neurociências**

Segundo Sternberg (2000), Cardoso (2002), Lent (2004), Ramos, Scharfn, Suzuki, Souza, Santos, Bronnemann, Corecha, Dalfovo, Cislighi, Heinzle, Pantzier & Fialho (2006), a memória é tudo aquilo de que uma pessoa se lembra, assim como sua capacidade de lembrar, de aprender, armazenar, reter e/ou readquirir informações, idéias, imagens, expressões e conhecimentos adquiridos que possam ser recuperadas e utilizadas posteriormente.

Cardoso (2002) considera a memória uma faculdade mental que é a base de nosso conhecimento, estando envolvida com uma orientação no tempo e no espaço e em habilidades intelectuais e mecânicas. Assim, aprendizagem e memória são o suporte para todo o nosso conhecimento, habilidades, planejamento e desenvolvimento do potencial humano. Gazzanica & Heatherton (2005) complementam essa definição, acrescentando como a capacidade do sistema nervoso em adquirir e reter essas habilidades e conhecimentos utilizáveis, permitindo aos homens se beneficiarem da experiência.

De acordo com Ramos et al. (2006), o estudo da memória pode ser entendido segundo algumas correntes, como por exemplo, a da neurologia, em que Cohen (1984), Squire & Zola-Morgan (1991) e Squire (1992) propuseram a distinção da memória humana em memória explícita (ou declarativa) e memória implícita (ou de procedimentos). Já para a psicologia cognitiva contemporânea, existem diversos tipos de memória, quais sejam: episódica, declarativa, semântica, primária e secundária, icônica (memória visual de curto prazo) e ecóica (memória auditiva de curto prazo). Dessas, a corrente cognitivista considera a

memória, em relação ao processamento da informação, como uma sucessão de operações muito diferenciadas, como a codificação, armazenamento, retenção e recuperação de informação.

Outra visão sobre memória vem do conceito de modularidade de funções, isto é, da noção de que memória compreende um conjunto de habilidades mediadas por diferentes módulos do sistema nervoso, que funcionam de forma independente, porém cooperativa (Xavier, 1993 e Helene & Xavier, 2003). Assim, a memória não é uma função única de retenção de dados, mas vários sistemas de memórias, com mecanismos, tipos e formas relacionados a outras funções mentais (Lynch, McGaugh & Weinberger, 1984; Le Doux, 1997; Stenberg, 2000; Bear et al., 2002; Helene & Xavier, 2003). Por isso, o processamento de informações nesses módulos dar-se-ia de forma paralela e distribuída, permitindo que um grande número de unidades de processamento influencie outras em qualquer momento no tempo, e que uma grande quantidade de informações seja processada concomitantemente.

De acordo com o tipo de memória, Stenberg (2000) indica que existem regiões do cérebro associadas ao armazenamento da informação. Por exemplo, o córtex cerebral está relacionado ao armazenamento de longo prazo. O hipocampo, à codificação das informações declarativas. Já os gânglios da base são as principais estruturas que controlam o conhecimento de procedimento e o cerebelo é responsável pela memória de respostas condicionadas classicamente.

Carvalho (2005) afirma que algumas zonas do cérebro têm função privilegiada, como o hipotálamo, a formação reticular e o tálamo que estão associados à memória reflexa, mecânica, instintiva e o cerebelo à memória cinestésica. O hipocampo, a amígdala e os corpos mamilares estão associados à memória sensorial e afetiva; as memórias motoras associam-se ao córtex motor, as memórias visuais ao córtex visual e assim por diante. Dessas regiões, elas podem ser mobilizadas como memória operacional pelas áreas pré-frontais, em ligação com



áreas do córtex parietal e occipitotemporal (Lent, 2004).

Segundo Helene & Xavier (2003), a codificação da informação nos sistemas de memória cognitiva dar-se-ia de forma serial, onde o processo de armazenamento seria paralelo e o processo de evocação independente.

### **2.3 - Tipos e subtipos da Memória**

De acordo com o modelo de processamento da informação, Gaddes & Edgell (1994) consideram que a memória esteja estruturada nos seguintes componentes: um armazém sensorial que contém a memória de curto prazo (ou curta duração), a memória de longo prazo (ou curta duração) e a operacional (memória de trabalho).

Segundo Helene & Xavier (2003), a memória operacional é um conceito hipotético que se refere ao arquivamento temporário da informação para o desempenho de uma diversidade de tarefas cognitivas. Embora ela seja usualmente identificada como, ou tratada como sinônimo de memória de curta duração, esta se mostrou por demais simples para lidar com os tipos de retenção de informação por curtos períodos de tempo, evidenciados experimentalmente. Assim, desenvolveu-se o conceito de memória operacional como um sistema de capacidade limitada e com múltiplos componentes. É importante considerar que a memória de longo prazo tem estreita relação funcional com a de curto prazo e a memória de trabalho (Curi, 2002).

#### **2.3.1- Memória de Curta Duração**

Por memória de curta duração, entende-se como uma estrutura cognitiva que tem as seguintes características: persistência limitada, com o tempo aproximadamente entre 15 e 30

segundos e sua capacidade limitada, armazenando até sete unidades de informação, que podem ser sete cifras, palavras, letras (Eysenck & Keane , 1994 e Sternberg, 2000).

Isaki & Plante (1997) definem a memória a curto prazo como um depósito de informações mantidos em um nível superficial que não depende das estruturas do conhecimento permanente. Tradicionalmente sua medição é realizada por tarefas de evocação de palavras e amplitude de dígitos. Estabeleceram-se duas funções para a memória de curto prazo: uma de mecanismo de armazenamento e retenção e outra como memória operativa, ou seja, um espaço de trabalho de capacidade limitada, na qual se executam processos de controle e coordenação, próprios do pensamento, como raciocínio aritmético e verbal.

Squire & Kandel (2003) salientam que o termo memória de curta duração refere-se aos processos de memória que retém a informação apenas temporariamente, até ser esquecida ou se torne incorporada em um armazenamento de longa duração, mais estável e potencialmente permanente. Salientam ainda que a memória de curta duração não se refere apenas à memória imediata, de capacidade limitada e aos sistemas de recapitulação da memória de trabalho, mas também a componentes ainda posteriores da memória, até o momento do estabelecimento da memória estável de longa duração.

Bear et al. (2005) e Sternberg (2000) mencionam o conceito da memória de curta duração que tem sido usado nos últimos anos que é a memória operacional (trabalho), um termo mais genérico para o armazenamento da informação temporária, que se refere a um conceito hipotético referente ao arquivamento temporário da informação para o desempenho de uma diversidade de tarefas cognitivas.

Bertolozzi (2004), por exemplo, considera memória de curta duração e memória operacional como sinônimas. Entretanto, uma característica chave que distingue uma da outra é, não somente o seu aspecto operacional, como também as múltiplas regiões no cérebro onde o armazenamento temporário ocorre. Isto implica que o indivíduo pode não ser consciente de

todas as informações armazenadas, ao mesmo tempo, na memória operacional em diferentes partes do cérebro. Por exemplo, Bear et al. (2005) explica que o processo de dirigir um carro, é uma tarefa complexa que requer diversos tipos de informações processados simultaneamente, tais como a informação sensorial, cognitiva e motora. Parece improvável que estes vários tipos de informação sejam armazenados em um único sistema de memória de curta duração.

Segundo Squire & Kandel (2003), os psicólogos cognitivos subdividem a memória de curta duração em dois componentes principais: memória imediata e memória de trabalho. A primeira refere-se àquilo que pode ser mantido de forma ativa na mente, começando no momento em que a informação é recebida, representando o foco da atenção, e que ocupa a corrente de pensamento no momento. Sua capacidade é bastante limitada, aproximadamente sete itens, persistindo por menos de 30 segundos, a não ser que seja recapitulada. Esta memória é central para a compreensão de como o encéfalo processa a memória declarativa. A extensão da memória imediata é denominada memória de trabalho, um termo introduzido por Alan Baddeley em 1974. Segundo ele, um objeto pode ser representado inicialmente na memória imediata, sua representação pode ser mantida na memória de trabalho e pode persistir como memória de longa duração.

Squire & Kandel (2003) acrescentam ainda que a memória imediata e memória de trabalho são mais bem imaginadas como um conjunto de capacidades de memória temporária que operam em paralelo. Um tipo de memória de trabalho, o laço fonológico, relaciona-se com a linguagem e armazena temporariamente palavras faladas, ouvidas e sons significativos. Outro tipo de memória de trabalho é o chamado bloco de anotações viso-espacial que armazena imagens visuais como faces ou arranjos espaciais. O laço fonológico e o rascunho de anotações viso-espacial operam como sistemas que mantêm a informação para utilização temporária. É possível que a memória de trabalho consista em um número relativamente

grande de capacidades temporárias, sendo que cada uma delas tem uma propriedade de um dos sistemas especializados de processamento de informação no encéfalo.

Segundo, ainda, Squire & Kandel (2003), uma região importante que está ativa durante muitas dessas tarefas de memória é o córtex frontal. Em animais e também no homem, os neurônios que exibem essa manutenção de ativação, quando ele está mantendo uma dada informação sensorial na memória temporária, também têm sido encontradas nos córtices visuais, auditivos e sensorio-motores durante tarefas envolvendo estímulos visuais, sons e estímulos táteis ativos. Goldman-Rakic (1992) comprova que a manutenção da informação pelos lobos frontais parece envolver aquilo que realmente os psicólogos cognitivos denominam 'memória de trabalho'. Ela propôs que os lobos frontais mantêm o material na memória de trabalho para orientar comportamentos e cognição em andamento. Assim, o córtex frontal e os córtices sensoriais trabalham juntos, como um sistema neuronal, para perceber informação e mantê-la na memória de trabalho para utilização temporária.

### **2.3.2 - Memória de Longa Duração**

Em relação à memória de longa duração, Curi (2002) a define como uma estrutura cognitiva na qual a informação armazenada permanece habitualmente num estado inativo ou latente, só se recuperando fragmentos da informação quando alguma tarefa ou demanda assim o exigem. Squire & Kandel (2003) dizem ser a memória de longa duração aparentemente ilimitada em sua capacidade, podendo reter milhares de fatos, conceitos e padrões algumas vezes ou por toda a vida. Isaki & Plante (1977) e Curi (2002) definem a memória de longo prazo como a informação armazenada na forma de estruturas permanentes de conhecimento, cuja avaliação se realiza por meio de testes de conhecimento geral, tais como conceitos de história e matemática. Curi (2002) exemplifica que, ao se perguntar quem descobriu a

América, a resposta vem imediatamente sem erro. O segmento da informação 'Colombo descobriu a América' estaria armazenado num estado não ativo na memória a longo prazo, até que a pergunta desencadeasse o processo de recuperação da informação.

### **2.3.2.1- Memória Declarativa (Explícita)**

De acordo com Bear et al. (2002) e Squire & Kandel (2003), a memória de longo prazo é categorizada primeiramente pela memória declarativa, também denominada de memória explícita ou consciente, que traz à mente um evento passado, uma recordação consciente e dependente de esforço para sua evocação. É uma memória para eventos, fatos, palavras, faces, música, ou seja, vários fragmentos do conhecimento adquirido durante uma vida de experiência e aprendizado, cujo conhecimento pode potencialmente ser declarado, trazido à mente por meio de uma forma verbal ou uma imagem mental. Assim, ela não opera isoladamente de outras formas de memória, ou seja, a mesma experiência pode produzir muitas memórias diferentes. Em relação ao local das memórias a serem consolidadas, Lent (2004) explica que as memórias declarativas podem ser consolidadas pelo hipocampo e áreas corticais adjacentes do lobo temporal medial, em conexão com núcleos do tálamo e hipotálamo.

Quanto às operações distintas da memória declarativa (codificação, armazenamento, evocação e esquecimento), Squire & Kandel (2003) se referem à **codificação** como uma informação convertida em código. O termo codificar em Psicologia refere-se ao modo pelo qual o material a ser memorizado recebe atenção, é processado, organizado e armazenado na memória, na forma de representação interna. Para Curi (2002), a codificação é entendida como análise, organização ou transformação do estímulo que chegam aos receptores

sensoriais, por meio de um código simbólico, que seria como uma réplica cognitiva do *imput*.

Eysenck & Keane (1994) acrescenta que a codificação refere-se aos eventos que ocorrem durante a apresentação da informação a ser lembrada. Os processos de codificação determinam o que será armazenado dentro do sistema de memória e as condições no momento do teste de retenção determinam quais informações podem ser resgatadas ou recuperadas posteriormente. Curi (2002) salienta que essa informação já codificada se armazena e se retém por um tempo variável que pode ser em milissegundos até meses ou anos, dependendo do tipo de codificação que foi produzido.

Curi (2002) explica ainda que esta informação pode ser recuperada, eventualmente, de acordo com diversos propósitos. Quando a codificação é elaborada e profunda, a memória é maior em relação a uma codificação limitada e superficial. Assim, lembra-se melhor de um novo material, quanto mais completamente é processado e a maneira como a informação codificada persiste na forma de uma memória, podendo ser mais bem explicada pela visão, que é o sentido mais dominante nos seres humanos, pois quase metade do córtex está dedicada ao processamento da informação visual. Mais de 30 áreas diferentes do encéfalo participam, e cada área fica envolvida com um determinado aspecto do trabalho, como por exemplo, a cor, forma, movimento, orientação ou localização espacial de um objeto. Este objeto ao ser percebido mobiliza a atividade neural simultânea em muitas regiões diferentes do córtex cerebral.

Outra operação é o **armazenamento** da informação. Segundo Eysenck & Keane (1994), existem três tipos de armazenadores de memória: 1- armazenadores sensoriais, específicos à modalidade que retém a informação por um curto período de tempo (ex: visão, audição); 2- um armazenador geral com capacidade bastante limitada; 3- um armazenador com capacidade essencialmente ilimitada, podendo reter a informação ao longo de períodos de tempo extremamente longos. Em relação aos armazenadores sensoriais, Eysenck & Keane

(1994) salienta que as modalidades visuais e auditivas são as mais importantes para o nosso dia-a-dia.

Em relação à armazenagem visual ou icônica, Stenberg (2000) e Lent (2004) explicam que o armazenamento icônico é um registro sensorial visual separado, pois a informação é armazenada na forma de ícones (imagens visuais). A memória icônica é um tipo de memória sensorial onde a informação recebida se manterá por pouco tempo e com a finalidade de identificar e criar uma representação mais permanente da informação. Outra forma importante de armazenamento sensorial é memória ecóica ou auditiva, a qual compreende um reconhecimento de uma série de sons, onde a informação recebida se manterá um maior tempo que na memória icônica, a fim de lograr a compreensão da linguagem. Os processos que têm lugar na memória de trabalho se apóiam nos processos da memória sensorial, principalmente a visual e auditiva. Esta concepção foi sustentada por George Sperling em 1960 em sua tese de doutorado em Harvard.

A próxima operação é a **evocação** da memória, ou lembrar-se de um objeto. Squire & Kandel (2003) indicam que isso requer que sejam colocados juntos diferentes tipos de informação distribuídos ao longo de vários sítios corticais para reunir um todo coerente. Dentro de uma perspectiva biológica, Gazzanica & Heatherton (2005) citam pesquisadores como o alemão Richard Semon (1994), que acredita ser a aprendizagem um envoltório de mudanças relativamente permanentes no cérebro, denominadas, pelo próprio Semon, de engramas, cujo termo foi popularizado pelo eminente psicólogo Karl Lashley, que passou parte de sua carreira tentando localizar a memória. O engrama seria a localização física do armazenamento da memória. As lembranças da memória são codificadas por modificações químicas originadas dentro dos neurônios, que juntamente com as sinapses formam uma elaborada rede de comunicação, e quando uma lembrança é memorizada, o cérebro passa por modificações físicas, ou seja, os engramas. Entretanto, não é simplesmente a reativação dos

vários fragmentos distribuídos que constituem o engrama. Tudo vai depender da dica ou parte da lembrança que esteja disponível, pois é assim que os fragmentos dos engramas são ativados. Para serem eficientes, as instruções para a evocação devem ser capazes de reviver a memória e as dicas de evocação mais eficientes são as que despertam os aspectos mais bem codificados do evento a ser lembrado.

Squire & Kandel (2003) salientam que não há um único silo de armazenamento para a memória ser evocada, pois as regiões do córtex cerebral envolvidas na percepção e processamento, por exemplo, da cor, forma, tamanho e outros atributos de um objeto, estão próximos às regiões importantes para a memória de objetos. Assim, as diversas regiões do encéfalo estão envolvidas na representação de até mesmo um simples evento, mas cada região contribui de forma diferente para a representação de um todo. O somatório total das alterações no encéfalo que codificaram inicialmente uma experiência e que constituem o registro daquela experiência é que constitui o engrama. Squire & Kandel (2003) explicam que o engrama de uma memória declarativa está distribuído entre diferentes regiões encefálicas, as quais são especializadas para determinados tipos de percepção e processamento da informação.

Finalmente, quanto ao **esquecimento**, Squire & Kandel (2003) salientam que o esquecimento vem com raras exceções da simples passagem do tempo que leva a um inevitável enfraquecimento das memórias que inicialmente eram claras e cheias de detalhes. Com o tempo, os detalhes se desvanecem, ficando a essência do passado, os significados centrais, mas não com o turbilhão de impressões do início do acontecimento. Esta perda da intensidade ou eficácia da memória com o tempo refere-se ao esquecimento. A memória de uma pessoa comum é muito diferente e normalmente são melhores na generalização, abstração e reunião do conhecimento em geral, mas não na retenção de um registro literal de



eventos particulares. As particularidades são esquecidas e se ganha na possibilidade de abstrair e reter os pontos principais.

### **2.3.2.2- Memória não Declarativa (Implícita)**

De acordo com Helene & Xavier (2003), as memórias de longo prazo também podem ser classificadas como memória não-declarativa (implícita). A memória implícita refere-se à experiência prévia que facilita o desempenho de uma tarefa que não requer a evocação consciente ou intencional daquela experiência, mas segundo Bear et al. (2002), evocadas durante a execução delas. Helene & Xavier (2003) salientam ainda que a memória implícita pode ser dividida em memória de: 1- procedimentos e habilidades, como por exemplo, a habilidade para dirigir, jogar bola, dar um nó no cordão do sapato e da gravata, de tocar um instrumento musical; 2- memória de representação perceptual (ou memória adquirida e evocada) pelo “*Priming*”.

O *priming*, segundo Squire & Kandel (2003) refere-se a um aperfeiçoamento da capacidade de detectar ou identificar palavras ou objetos após uma experiência recente com eles. O *priming* é distinto da memória, pois sua característica chave é ser inconsciente. Sua função é melhorar a percepção de estímulos encontrados recentemente, mas não precisam estar conscientes de que a velocidade ou a eficiência da percepção foi melhorada. Sua natureza é perceptiva e uma característica notável do *priming* é que ele pode persistir por um tempo bastante longo, mesmo após uma única experiência. Assim o *priming* corresponde à imagem de um evento, preliminar à compreensão do que ele significa.

Existe também, segundo Helene & Xavier (2003), memória associativa e memória não-associativa, onde estas duas estão estritamente relacionadas a algum tipo de resposta ou

comportamento. A formação de memórias implícitas é armazenada em diferentes regiões do cérebro, incluindo o estriado, a amígdala e o *nucleus accumbens*.

### **2.3.2.3 – Memória Semântica e Episódica**

Segundo Squire & Kandel (2003), o psicólogo Endel Tulving (1972) utilizou o termo memória semântica para descrever um tipo de memória declarativa para o conhecimento organizado do mundo. Na evocação desse tipo de informação, a pessoa não precisa se lembrar de qualquer evento passado em particular, mas sim saber que certos objetos são familiares ou que certas associações são corretas. Constitui-se assim o armazém de conhecimentos organizados que inclui nossos conhecimentos sobre o significado das palavras, as regras gramaticais, regras de resolução de problemas, conhecimentos gerais sobre o mundo físico e social. Não tem caráter biográfico nem existência no espaço e tempo. Já a memória episódica é autobiográfica dos eventos da vida de alguém. Ela armazena marcos espaciais e temporais que identificam o tempo e o lugar em particular em que um evento ocorreu, mas não tem capacidade inferencial ou de generalização. Tanto a memória semântica como a episódica são memórias declarativas, pois a informação recuperada é consciente e os sujeitos percebem estar acessando informações armazenadas.

Lent (2004) e Cardoso (2002) vão salientar que o processo de armazenar novas informações na memória de longa duração é chamado de consolidação. A memória para datas (ou fatos históricos e outros eventos) é mais fácil de formar, mas ela é facilmente esquecida, enquanto que a memória para aprendizagem de habilidades tende a requerer repetição e prática.

## 2.4 - A memória em musicistas

Segundo Kaplan (1979), a memória é um dos elementos essenciais na prática instrumental dos músicos, existindo diferentes tipos de memórias ao se executar um instrumento musical, como por exemplo: a memória *viso-espacial*, relacionada a diferentes imagens criadas do movimento e sua localização, das seqüências melódicas, dos blocos harmônicos, da partitura musical; a memória *auditiva*, para sons de diversa natureza, seja da melodia, da harmonia ou do ritmo; a memória *cinestésica*, relacionada aos movimentos motores, sensações e emoções do corpo; a memória *tátil*, relacionada ao toque digital das falanges dos dedos no instrumento, a memória *lógico-matemática*, relacionada ao ritmo e a métrica dos tempos musicais e outras ainda. De acordo com Eysenck & Keane (1994), a informação absorvida dos estímulos sensoriais dessas memórias é gravada anatomicamente no córtex cerebral.

Em relação a essas memórias no músico, Fontainha (1993), Platel et al. (1997) e Correia et al. (1998) salientam que as "funções musicais" por elas exercidas, são atividades cognitivas e motoras em conjunto, envolvidas no processamento da música, como memória, atenção, percepção, capacidade de concentração, raciocínio lógico e abstrato, expressos numa organização acústico-motora, funções cutâneas e cinestésicas superiores, linguagem expressiva e impressiva, leitura e escrita, habilidades aritméticas, processos mnemônicos. Correia et al. (1998) enfatizam que tais funções exigem operações mentais multimodais, pois a sua prática envolve a modalidade visual para as notações musicais; a modalidade auditiva para apreciar melodias, ritmos, harmonias e timbres - combinação que define uma peça musical; a expressão motora para a execução musical, que requer a coordenação de diversos músculos e os processos cognitivos e emocionais envolvidos na interpretação da música.

Ho et al. (2003) salientam que as funções cognitivas, como por exemplo, as musicais, estão altamente localizadas no cérebro e em diferentes partes dele intermediando funções

específicas, e que o grau individual destas funções pode estar associado com mudanças no sistema neuroanatômico. Pesquisas como a de Platel (2005) vem demonstrar que existem diferenças até mesmo entre a memória musical semântica e episódica, pois são acionadas por redes neurais distintas.

Aprofundando o papel das memórias na aprendizagem pianística e/ou instrumental, Kaplan (1979); Barbizet & Duizabo (1985) salientam os diferentes aspectos envolvidos. Primeiro, a execução instrumental é um ato muito complexo do ponto de vista psicomotor. Exige, além da compreensão dos símbolos musicais, um controle preciso de movimentos no tempo e espaço, diversas habilidades técnicas, controle emocional que interfere diretamente na memória, como também reconhecimento de uma melodia, dos instrumentos que a executam ou sua execução, da leitura de uma partitura, da composição e transposição musical, reconhecimento do gênero, estilo, nome da música e do autor. Segundo, o desenvolvimento de um instrumentista requer vários aspectos neurofisiológicos, pela complexidade que envolve suas atividades, como o desenvolvimento de habilidades técnicas e prontidão muscular nos membros superiores (ombros, braços, antebraços e mãos), acionados por meio da flexibilidade das articulações em atividades repetitivas.

Outro aspecto de diferenciação dos músicos é quanto à leitura à primeira vista (capacidade do músico em ler uma partitura musical sem treinamento prévio). Estudos como os de Lee (2003), Meister, Kringsm, Foltys, Boroojerdi, Müller, Töpper & Thron (2004), Kopiez, Galley & Lee (2006), Kopiez, Legges & Lee (2006), citam aspectos funcionais dessa habilidade musical, que envolvem diretamente os mecanismos da memória de trabalho e a velocidade de processamento da informação. Estudos mais recentes ainda, Sluming, Brooks, Howard, Downes & Roberts (2007), indicam, por meio de imagens de ressonância magnético funcional (fMRI), dados que sugerem que o desenvolvimento das habilidades de leitura à primeira vista, de desempenho musical, altera a organização de circuitos cerebrais que, em

troca, confere um benefício cognitivo mais amplo, em particular, para cognição viso-espacial não musical em músicos orquestrais profissionais.

#### **2.4.1 - Processo de memorização dos músicos**

Kaplan (1979) salienta que a habilidade técnica dos músicos adquirida pela perfeita coordenação dos movimentos e requeridos na execução de uma peça musical é um domínio que o instrumentista vai adquirindo pelo treinamento. O processo de memorização é complexo, envolvendo sofisticadas reações químicas e circuitos interligados de células nervosas (neurônios) que ao serem ativados liberam hormônios ou neurotransmissores que atingem outras células nervosas por meio de ligações denominadas sinapses (Bear et al., 2005). De acordo com Pereira (1998), essas sinapses formam uma rede de informações (memórias) que vão sendo armazenadas. O treinamento dos músicos, repetidas vezes debaixo de grande atenção, acaba tornando-se “automático”. Neste processo, existe um encurtamento de circuito no sistema nervoso, e os centros superiores que até então estavam controlando a execução dos gestos, ao serem aprendidos, são desligados, passando a ser assumidos pelos centros inferiores ou centros medulares. Assim, os gestos se tornam automáticos ou subconscientes, gerando memórias.

Helene & Xavier (2003) explicam que nas fases iniciais de desenvolvimento e aquisição de uma habilidade motora, esta envolve uma seqüência precisa de movimentos a ser seguida. O controle e avaliação consciente desses movimentos ocorrem pelo sistema de memória declarativo e/ou operacional. À medida que essas habilidades tornam-se pela prática, automatizada, sua dependência em relação ao comando explícito diminui. A aquisição de habilidades perceptuais e cognitivas dar-se-ia de forma similar. Também que os processos automáticos exigem pouca ou nenhuma atenção. Isso se torna a principal limitação do

processamento de informação. Embora o processamento automático traga grandes vantagens adaptativas, sua principal desvantagem é que o indivíduo tem pouco controle explícito sobre as informações processadas.

#### 2.4.2 - Organização de elementos musicais no cérebro

Segundo Gardner (1994), os principais elementos constituintes da música são a melodia, a harmonia e o ritmo, onde os sons são emitidos em determinada frequência auditiva e agrupados conforme um sistema prescrito. De acordo com Trein (1986), toda criação musical pressupõe uma organização inteligente, onde os sons são organizados, produzidos e ouvidos. Parte dessa organização musical é horizontal – quando as relações entre as notas se desenrolam sequencialmente no tempo, dando surgimento à melodia, como mostra a figura 5, que foi criada com a finalidade de ilustrar o sentido melódico na música.



Figura 5 – Pauta ilustrativa do movimento horizontal na música

Outra parte é vertical – quando os efeitos produzidos por dois ou mais sons são emitidos ao mesmo tempo, dando surgimento a um som harmônico, consonante ou dissonante, como mostra a figura 6, que também foi criada com a finalidade de ilustrar o sentido vertical na música.



Figura 6 – Pauta ilustrativa do movimento vertical na música

Segundo Kaplan (1979), a música é de todas as ciências, a única que possui dois tipos de raciocínio lógico executados concomitantemente, o horizontal e o vertical, proporcionando um grande desenvolvimento e organização dos comandos neurológicos e inter-hemisféricos. Em relação a essa disposição horizontal e vertical, estudos recentes como o Lidji, Kolinsky, Lochy & Moraes (2007) demonstram novas evidências de associações espaciais para estímulos musicais em relação a tarefas de domínio horizontal e vertical. Esses estudiosos concluíram que as representações espaciais orientadas verticalmente parecem ser ativadas automaticamente por tons isolados, mas não por meio de intervalos musicais (relação de altura entre dois tons), independente de se ser um perito musical. Essas associações verticais constituem a associação "natural" provavelmente entre tom e espaço. Em contraste, a ativação automática de representações espaciais orientadas horizontalmente parece estar ligada ao conhecimento de música por tons e intervalos. No entanto, na execução musical esses dois mecanismos são exigidos, necessitando para tal, raciocínio rápido e velocidade de processamento, ou seja, memória viso-espacial e fonológica.

### 2.4.3- Engramas nos músicos

Pederica & Tristão (2006) sugerem que ainda não é certo qual o processo pelo qual o cérebro processa, codifica, armazena e produz música, porém o aprendizado de música não ocorre num único modelo neural, mas conjuntamente num processo neurobiológico extremamente complexo.

No entanto, com a finalidade de compreender o mecanismo de funcionamento cerebral que permite a atividade musical, Barbizet & Duizabo (1985) salientam a necessidade de que haja um funcionamento bem coordenado de numerosas estruturas cerebrais que possuem funções musicais diferentes, devido a sua complexidade. Cada uma dessas estruturas corticais seria o suporte dos engramas, cujo número depende evidentemente das aquisições recebidas por cada indivíduo a partir da infância. Por exemplo, ao se considerar a atividade cerebral de um pianista, no momento em que ele está executando uma peça, é possível imaginar que numerosas estruturas estão se encadeando uma as outras sucessivamente, de forma dinâmica. Seus engramas frontais e os de seu hemisfério esquerdo solicitam os engramas melódicos, que repousam em seu lobo temporal direito, exprimindo estes, por sua vez, a qualidade da atividade do que acaba de ser tocado. Uma intensa atividade de *feedback* intra-hemisférico e inter-hemisférico, que ocorre pelo corpo caloso, permite-lhe prosseguir a execução da peça musical. A atividade deste cérebro é provida de uma rica quantidade de engramas, acumulados durante longos anos de estudo e treinamento. Assim, a música possui aspectos extremamente numerosos, mobilizando necessariamente, em sua realização, funções cerebrais diversas. Os dados experimentais e as observações anátomo-clínicas comprovaram que a expressão melódica se elabora ao nível do lobo temporal direito e que seu comprometimento é independente do da linguagem.

Segundo Lent (2004), essas alterações estruturais que acontecem entre as sinapses, seriam os correlatos do fenômeno de consolidação da memória nos engramas. Lombroso



(2004) sugere em relação à aprendizagem e memória, que a formação das memórias de longo prazo necessita de modificações estruturais e outras modificações funcionais nos neurônios. Isto mostra que a aprendizagem requer alterações morfológicas e/ou fisiológicas em pontos especializados dos contatos neuronais que ocorrem pelas sinapses. Estas se alteram com o aprendizado – novas sinapses são formadas e antigas se fortalecem. Esse fenômeno, denominado plasticidade sináptica, é observado em todas as regiões do cérebro, principalmente no processamento de informações entre as memórias, ocasionando ligações diretas nos processos de aprendizagem.

### 3 - REPRESENTAÇÃO MENTAL

#### 3.1 - Códigos Visual e Verbal

Segundo Eysenck & Keane (1994), a teoria do código duplo proposta por Paivio (1971, 1986), indicou que os processos de representação e processamento de informação se apresentavam nos sistemas verbal e não-verbal.

*Paivio (1986) afirma que a cognição humana é única, pois se tornou especializada em lidar simultaneamente com linguagem e com objetos e eventos não-verbais. Além disso, o sistema de linguagem é peculiar no sentido de que lida diretamente com entradas e saídas lingüísticas (na forma de discurso ou escrita), enquanto, ao mesmo tempo, cumpre uma função simbólica com respeito a objetos, eventos e comportamentos não-verbais. Qualquer teoria de representação precisa considerar esta dupla funcionalidade. (p. 53).*

A teoria do código duplo foi fundamentada em dois sistemas básicos de codificação ou simbolização: um sistema verbal, especializado em informações lingüísticas e outro não verbal (ou imagens), especializado no processamento de objetos e eventos não verbais, ou seja, em processamento de informações espaciais e de sincronicidade. Ambos os sistemas são independentes, mas interconectados e especializados na codificação, organização, armazenamento e recuperação de tipos distintos de informação. Paivio também postula dois tipos diferentes de unidades de representação: "imagos" para imagens mentais e "logogens" para entidades verbais, que vêm em versões específicas de modalidade para cada um dos subsistemas sensório-motor. Logogens são organizados em termos de associações e hierarquias, enquanto imagens são organizadas em termos de relações parte-inteiro.

Segundo Paivio (1986), a teoria do código duplo identificou três tipos de processamento: (1) representacional: a ativação direta das representações verbal e não-verbal, (2) referencial: a ativação do sistema verbal pelo sistema não-verbal ou vice-versa e (3) processo associativo: a ativação das representações dentro do mesmo sistema verbal ou não-verbal. Uma dada tarefa requer nenhum ou todos os três tipos de processamento. Paivio afirma ainda que o princípio básico do código dual seja que a lembrança/reconhecimento é aumentada apresentando-se a informação em ambas as formas: visual e verbal. Anderson (2004) reitera que a memória humana é melhor se a codificarmos visualmente e verbalmente, como por exemplo, a memória para material verbal é muito melhorada quando se podem desenvolver imagens visuais correspondente ao material.

Eysenck & Keane (1994) afirmam que a essência da teoria é a existência dos dois sistemas distintos de representação e processamento de informação. O sistema verbal lida com a informação lingüística e a armazena em uma forma verbal adequada. O sistema não verbal é diferente porque desempenha o processamento baseado na imagem e na sua representação. Cada um desses sistemas divide-se novamente em subsistemas que processam a informação verbal ou a informação não-verbal nas diferentes modalidades sensório-motor (visual, auditivo, háptico, gustativo e olfativo). Entretanto, para o gosto e o cheiro não existem representações correspondentes no sistema verbal. A tabela a seguir mostra essas relações:

Tabela 1 – Relação entre os sistemas simbólico e sensório-motor e exemplos dos tipos de informação representados em cada subsistema na teoria de Codificação Dupla de Paivio.

SISTEMA SIMBÓLICO		
Sensório Motor	Verbal	Não verbal
Visual	Palavras visualizadas	Objetos visuais
Auditivo	Palavras ouvidas	Sons do ambiente
Háptico	Padrões escritos	“Sentir” os objetos
Gustativo	_____	Memória gustativa
Olfativo	_____	Memória olfativa

Fonte: Baseada na tabela de Eysenck & Keane (1994). Psicologia cognitiva, pg.186.

O teste Pictórico de memória (TEPIC-M) dos autores Rueda & Sisto (2005), adaptado para este trabalho, está fundamentado também na teoria de Paivio (1971).

*Rueda & Sisto (2005), citam Paivio (1971) que demonstrou que os resultados num teste de memória são melhores quando um evento pode ser codificado por ambos os sistemas. Assim, substantivos concretos como “mesa” e “cavalo” seriam prontamente codificados em relação à imagem, assim como de forma verbal, enquanto substantivos abstratos (como ser “verdade” e “justiça”) não forneceriam facilmente uma imagem pictórica. As pesquisas de Paivio sugeriram que substantivos concretos seriam melhor lembrados do que substantivos abstratos. (p. 27 e 28)*

Rueda & Sisto (2005) afirmam também que Bajo, Puerta-Melguizo e Gómez-Ariza (1999) debateram sobre a natureza dos códigos representacionais de desenhos e palavras.

*Por um lado, várias teorias (Paivio, 1971, 1986, 1991; Jonhson, Paivio & Clark, 1996) propuseram que desenhos e palavras são diferentes em relação ao sistema de memória ao qual acedem e são armazenados. Por outro lado, teóricos como*

*Glaser (1992) propuseram que os códigos de representação de desenhos e palavras seriam iguais e diferenciando-se apenas na ordem em que acedem aos diferentes tipos de representação (visual, fonológica, semântica, dentre outro). [p.28].*

De acordo com Rueda & Sisto (2005), as diferenças sobre a natureza dos códigos propiciaram a discussão de várias perspectivas, onde experimentos mostraram a superioridade da lembrança de desenhos sobre as palavras, ao passo que, embora os desenhos e as palavras fossem representações simbólicas dos objetos que compõem o mundo em que as pessoas vivem, os desenhos podem ser símbolos com semelhanças “físicas” iguais às dos objetos reais e, portanto, supõe-se que os processos pelos quais se reconhece, compreende ou denomina um desenho, seriam semelhantes aos processos pelos quais se reconhece, compreende ou denomina um objeto (Glaser, 1992). Tais fatos fizeram com que pesquisadores se esforçassem em compreender a maneira como se processam os desenhos, como uma forma de tentar entender de que forma se processam os objetos.

Finke & Shepard (1986) e Shepard & Cooper (1982), dentre outros estudiosos do assunto descobriram que figuras são melhor lembradas do que palavras, o que ficou conhecido como o “efeito de superioridade de figura”. Segundo Paivio (1991), isso acontece porque as figuras seriam codificadas e armazenadas em dois códigos diferentes (verbais e imaginais), enquanto que as palavras não. Para Bajo et al. (1999), a identificação de um desenho acontece por uma ativação prévia da representação semântica dos mesmos, principalmente se a tarefa é categorização, enquanto que uma palavra pode ser lida sem uma ativação prévia da sua representação semântica. No entanto, se a tarefa é de denominação, a facilitação semântica dependerá do tipo de estímulo alvo diante do qual o sujeito deve responder. Já quando o estímulo alvo é um desenho e a tarefa é de denominação dos desenhos, a resposta dos indivíduos requer que se busque a representação semântica, pois os

desenhos devem ser entendidos antes de denominados. Os mesmos autores apontam ainda que, quando o estímulo de preparação e o estímulo alvo são da mesma natureza (palavra-palavra ou desenho-desenho), a facilitação que se obtém é menor, pois uma facilitação maior acontece quando tais estímulos são de modalidades diferentes.

### **3.1.1 - Códigos Musicais**

Galvão (2006) sugere o uso de múltiplas formas de codificação na música (visual, auditiva e cinestésica) que, se trabalhadas eficientemente, acabam por integrar um esquema mental extremamente automatizado e que passam a demandar pouca atenção por parte do instrumentista, mas que acabam por tornar a aprendizagem em super aprendizagem e a *performance* mais consistente.

Pode-se dizer que a decodificação na música é um processo cognitivo complexo e que existem interações com a linguagem e a áreas cerebrais ativadas (Wolfe, 2002; Gaser, e Schlaug, 2003; Hasegawaa et al., 2004; Schön & Besson, 2005; Galvão, 2006; Magne, Schön & Besson, 2006; Pederiva & Tristão, 2006).

Segundo Wolfe (2002), a música e a fala são fundamentalmente similares, pois têm o mesmo órgão receptor que recebe e analisa o material sonoro. Entretanto, apesar dessa semelhança, muitos fatores acústicos são utilizados de diferentes formas. A codificação da informação percorre caminhos diferentes entre elas, uma vez que na fala há um significado denotativo, mas não na música. Assim, o código musical e o código da fala possuem diferentes elementos e interpretações. Funcionalmente, a fala e a música são diferentes, porque codificam informações distintas, pois possuem características acústicas diferentes. O modo no qual estas características são usadas para codificar diferentes sinais musicais e lingüísticos indicam suas peculiaridades, mas que em alguns casos são complementares.

Em pesquisas realizadas com PET *scan* (tomografia por emissão de pósitrons), Springer & Deutsch (1998) observaram que é no córtex auditivo de ambos os hemisférios que há ativação cerebral relacionada às escalas musicais. Já a leitura de uma partitura musical ativa o córtex visual em ambos os lobos occipitais, não envolvendo outras áreas comuns no processamento visual de palavras. Assim, a leitura e a audição conjunta ativam ambos os hemisférios no lobo parietal inferior. Já Pederiva & Tristão (2006) acrescentam que a transformação do código visual para o sonoro é realizada pelos lobos parietais.

#### **3.1.1.1 - Decodificação na música e memória de trabalho para códigos musicais.**

Embora esse estudo não tenha avaliado a memória de trabalho para códigos musicais, pois os estímulos apresentados nos testes DESENHOS e PALAVRAS (anexo C e D) foram diferentes de estímulos de um código musical (composto normalmente de notas musicais, pausas, claves, acidentes, etc.), assim mesmo foram introduzidas informações referentes à memória de trabalho para essa especificidade de estímulo, uma vez que o estudo contempla também uma amostra de musicista e que, na decodificação da música, há interações envolvendo linguagem com a notação musical (Hasegawaa, Matsukib, Uenoc, Maedad, Matsued,, Konishia & Sadatoe, 2004; Schön & Besson, 2005) e com aspectos de decodificação viso-espaciais (Posner, 1967; MacNeilage, 1970; Laabs, 1973; Diewert, 1975 e Russel, 1976). Os resultados obtidos na pesquisa serão apresentados posteriormente, pois eles parecem sugerir que o treinamento musical melhora o desempenho viso-espacial.

A decodificação do alfabeto musical consiste normalmente na transformação do código visual da notação musical, seguido pela manipulação dos domínios viso-espacial por meio de imagens espaciais, tanto para a localização no instrumento, quanto para o deslocamento das

mãos, até a produção sonora e /ou imagem sonora correspondente ao referido código inicial. Portanto, há um significado desse código musical, traduzindo em palavras, existe uma correlação cognitiva daquilo que se vê e de seu significado sonoro, de tal forma que somente de olhar para uma partitura musical, pode-se ter uma audição sonora interna, sem ter tido que executá-la. Gomes (2000) explica que “os músicos adquirem com a sua formação musical, um sistema lexical especializado. Quando um músico transcreve de memória uma melodia, não é função de imagens auditivas puras, mas sim de memória lexical feita de notas de música, tal como a partitura.” (p.4). Ferst (2001) confirmou esse fato em seus estudos experimentais entre musicistas e não musicistas, por meio de mapeamento das diferentes áreas cerebrais ativadas.

Existem diferentes formas de decodificar os símbolos musicais, em seus aspectos de memória verbal e viso-espacial, o que leva a sugerir uma possível explicação para as dificuldades ou facilidades entre os musicistas em sua formação. Segundo Pereira (1964), na aprendizagem instrumental o aluno necessita aprender três fundamentos essenciais: primeiro, ler com rapidez e perfeita compreensão os códigos da notação musical; segundo, executar com facilidade os movimentos requeridos por aqueles códigos e, terceiro, controlar com o ouvido se a execução corresponde realmente àquilo que está indicado na partitura musical. Segundo esse autor, alguns problemas no processo de decodificação na música podem interferir no trâmite cognitivo necessário a essa decodificação. Por exemplo, o fato de olhar para o teclado do piano durante a leitura e execução, impede que se desenvolva um perfeito senso de localização, distância (relação intervalar entre as notas) e percepção tátil, pois a memória espacial de localização e distância é fundamental no domínio viso-espacial do músico. Também há o problema de leitura defeituosa e ouvido pouco diferenciado, interferindo na decodificação do símbolo musical e sua produção sonora. (Pereira, 1964).



Outro aspecto relevante na música é o domínio dos movimentos durante a execução. Neste sentido, Magill (1984) salienta que a informação necessária para o desempenho de uma habilidade motora é sentida pelos receptores visuais, auditivos e proprioceptivos do sistema sensorial. Em relação à informação proprioceptiva, no sentido de movimento (cinestésica), como também de desempenho de uma tarefa e da preparação para a subsequente é muito utilizada nos comandos da música e do esporte. Os processos de armazenamento na memória motora estão relacionados à informação proprioceptiva e sua codificação.

Em relação à codificação da memória cinestésica, pode-se considerar que a posição espacial de vários pontos de um movimento, como o começo e o fim de um trecho musical, são possíveis de codificar, tanto na distância do movimento, quanto na sua velocidade, seu impulso ou sua direção. Esses aspectos são características espaciais do movimento, mas ao se considerar especificamente a localização e a distância de um objeto, estudos como o de Posner (1967) e Laabs (1973) indicaram que a informação de localização tem mais condições de ser codificada que a de distância, uma vez que eles sugerem que no armazenamento a curto prazo parecem existir duas localizações possíveis para a armazenagem da informação cinestésica codificada. Uma é central, no próprio cérebro e a outra parece ser periférica, isto é, nos proprioceptores, indicando que as informações codificadas e armazenadas na memória central sejam mais resistentes à deteriorização espontânea que as informações periféricamente armazenadas.

Outros autores como Posner (1967) e Laabs (1973) postularam que a armazenagem de imagens ou representações pictoriais ocorre de informações da localização espacial e alegam que é desenvolvida uma espécie de mapa espacial de localizações específicas de movimento. Já Diewert (1975) explica que a armazenagem da informação de posição ocorre em um código visual-cinestésico, mas que a informação de distância é arquivada em um código cinestésico. Estudos com cegos (Hermelein & O'Connor, 1975) parecem confirmar esse fato,

pois sugerem que apenas dados cinestésicos parecem ser suficientes para reproduzir a localização com precisão. Na música, esse tipo de prática que envolve a percepção tátil também é muito utilizado, pois não é preciso o controle da vista para a identificação das teclas ou cordas instrumentais (Pereira, 1964). Finalizando, MacNeilage (1970) e Russel (1976) afirmaram ainda que a localização espacial deva ser arquivada como um “ponto” em um sistema coordenado de três dimensões que o indivíduo usa na memória e que esteja associado às relações entre várias partes do corpo e desenvolvido pela experiência.

Nesse estudo houve a introdução de um ponto preto nas variantes do teste pictórico original (anexo C e D), exatamente com a finalidade de localização espacial dos objetos e palavras. Entretanto, para a decodificação espacial cinestésica na música é necessário tanto a localização quanto a ‘distância’ (relação intervalar) entre as notas e seus deslocamentos, sendo, portanto, um nível de exigência mais apurado do que o de localizar um objeto ou palavra, como foram os testes de memória aplicados nesse estudo. Por exemplo, quando é feito um movimento simples, como tocar uma melodia, é mais fácil localizar o lugar a ser executado o trecho musical do que a distância que será percorrida pelos dedos na execução do trecho, pois envolvem vários tipos de movimentos fisiológicos, como extensão, flexão, abdução, adução e rotação (Pereira, 1964). O domínio do movimento cinestésico-motor vindo de uma decodificação visual da leitura na partitura requer por parte do instrumentista domínios espaciais de localização e distância na execução musical.

Exemplificando o movimento cinestésico na música, Tormin (1993) explica que os gráficos de movimentos são visualizações mentais que o instrumentista utiliza na memorização viso-espacial e motora dos movimentos e que facilitam a localização e os deslocamentos das mãos no teclado em trechos a serem executados. “Eles foram criados a partir da necessidade de ampliar a visualização dos movimentos e que foram descritos pela união de pontos (relação intervalar entre as notas), formando desenhos melódicos e

harmônicos indicados nos contornos grafados” (p. 6-11). Esses gráficos podem ser visualizados no (apêndice G).

### **3.1.1.2 - Tipos de habilidades de domínio dos musicistas**

Existem entre os musicistas várias habilidades de domínio, relativos à memória viso-espacial e verbal que os difere em seu desenvolvimento e na sua *performance*. Os músicos que são alfabetizados musicalmente e que conseguem manipular e processar essas informações com fluência, transformando a grafia musical impressa, com seus diferentes ritmos e movimentos, numa linguagem de sons organizados, estão aptos a realizarem todo o trâmite cognitivo necessário à realização da tarefa musical, utilizando com proficiência a memória de trabalho para este tipo de estímulo.

Destes musicistas, há os que decodificam os códigos musicais com grande velocidade de processamento e que são capazes de executar com proficiência um texto musical jamais visto ou executado antes. Essa prática na música, denominada de leitura à primeira vista, é favorecida pela eficiência no processamento da memória de trabalho. Inclusive, Meister et al. (2004), Kopiez, Galley & Lee (2006), Kopiez, Legges & Lee (2006) tratam da importância do papel da memória de trabalho na compreensão desse procedimento, pois ler à primeira vista envolve três aspectos funcionais: entrada da informação, processamento da informação e *performance*, que acabam acontecendo simultaneamente à leitura do texto musical. Seus estudos demonstram que esta habilidade dos musicistas envolve a capacidade da memória de trabalho, a capacidade de memória a curto prazo, velocidade mental, além do tempo de reação e audição interna. Portanto, nesses musicistas há um equilíbrio no processamento das memórias viso-espacial e verbal, de maneira que conseguem realizar com eficiência tarefas de complexidade e raciocínio superior na música, ou seja, possuem uma excelente memória de

trabalho para o processamento mnemônico destes estímulos em específico, além é claro de terem sensibilidade e expressividade na interpretação do conteúdo emocional do texto musical.

No entanto, há aqueles que não têm a mesma velocidade de decodificação, porém são mais eficientes em tocar de memória, ou seja, os instrumentistas que executam várias obras sem a presença da partitura musical em sua frente, possuem excelente memória auditiva, aliadas a outras. Há também aqueles que integram essas duas habilidades: decodificam bem e têm boa memória. São conhecidos como os grandes intérpretes ou concertistas. Portanto, têm alto grau de proficiência no processamento da memória de trabalho para trabalhar com o código musical.

Não obstante, há outros musicistas que embora dominando o código musical, já não possuem a mesma capacidade de ler à primeira vista, precisando passar pelo treinamento mais intenso e analítico do texto musical para conseguir o domínio da execução. Nesses, as habilidades viso-espacial não têm a fluência entre código visual repetido e seu correlato espacial, interferindo também na qualidade sonora. Neste tipo de musicista normalmente não há uma transformação rápida entre os códigos visuais, espaciais e verbais, ou seja, a fluência da música é prejudicada, necessitando intensificar a velocidade de processamento entre os códigos, com também identificar onde esse *déficit* está localizado.

Há também aqueles que fazem outro tipo de leitura musical, não tradicional e de diferente grafia que é traduzido por cifras, como por exemplo, (C7, Dm6, F#m(b5), Gm9), muito utilizado na música popular. Pode-se dizer que este código tem semelhanças visuais ao código lingüístico por ser constituído de letras e números, normalmente no sentido horizontal, porém com transformações viso-espacial e resultado sonoro musical eficiente. Normalmente, os músicos populares e improvisadores utilizam esse processo, mas com dificuldades de decodificar o alfabeto musical formal. Nesses indivíduos, as habilidades fonológicas têm

preponderância frente as viso-espaciais do modelo de memória de trabalho. Portanto, necessitariam aprender a decodificar o alfabeto musical.

E há também aqueles que conseguem tocar um instrumento musical sem saber ler o código musical, conhecidos como os que “tocam de ouvido”. Nesses, a decodificação visual é quase nula, mas não a espacial, pois desenvolvem cinesteticamente esquemas espaciais no instrumento que são guiados pelo ouvido. São possuidores de boa memória cinestésica e auditiva. Porém, eles não podem ser considerados como musicistas no sentido de que decodificam o texto musical com o correlado desenvolvimento cognitivo exigido pela leitura musical, necessitando assim ser alfabetizados musicalmente.

Para ser um músico profissional com domínio de todas as habilidades exigidas é necessário saber decodificar e transformar todos os códigos viso-espacial e verbal entre si com a fluência e velocidade mental de processamento nessa transformação, que é favorecida pelo bom desempenho da memória de trabalho para o código musical. Qualquer aspecto deficiente nesse trâmite de processamento cognitivo, seja no aspecto de memória visual, espacial ou verbal, acarretará prejuízo na execução musical, pois segundo Bear et al. (2005), o processo de memorização é complexo envolvendo sofisticadas reações químicas e circuitos interligados de células nervosas (neurônios) que, ao serem ativados, liberam hormônios ou neurotransmissores que atingem outras células nervosas pelas sinapses. Assim, qualquer interferência nesse fluxo prejudicará o desempenho.

Outro fator preponderante no processo de formação de um musicista são os anos de formação sólida necessários para construir cognitivamente toda essa rede de informações (memórias) que vão sendo armazenadas nas várias áreas cerebrais. Estudos sobre a quantidade de tempo necessária para atingir níveis profissionais em música apontaram segundo Hallam (1997) que “tipicamente, dezesseis anos de prática são necessários para atingir a excelência no tocar um instrumento, com o indivíduo começando normalmente a tocar muito cedo,

mantendo vinte e cinco horas de prática semanais na adolescência, subseqüentemente aumentando para cinquenta horas.” (p. 195).

### **3.1.1.3 - Efeitos dos códigos musicais no desenvolvimento de habilidades e da aprendizagem**

Neste tópico apresentamos alguns estudos e exemplos que indicam como ocorrem os processos de decodificação dos símbolos musicais em seus aspectos viso-espaciais e verbais, de forma a ilustrar como eles são importantes no desenvolvimento cognitivo e as possíveis áreas cerebrais ativadas durante a prática instrumental, que também é uma forma de diferenciá-los em relação aos não musicistas.

Gardner (1995) explica que a música é uma das inteligências humanas, descrita em sua teoria das inteligências múltipla. Segundo o autor, a música tem sua própria trajetória de desenvolvimento, bem como sua própria representação neurológica, manifestando por meio de uma habilidade para apreciar, compor ou reproduzir uma peça musical. Inclui ainda discriminação de sons, habilidade para perceber temas musicais, sensibilidade para ritmos, texturas, timbre e habilidade para produzir e/ou reproduzir música.

Furman (1997) afirma, por exemplo, que crianças que têm educação musical consistentemente, mostram uma maior proficiência em todas as habilidades fundamentais da inteligência. Ao se ensinar uma criança a ler música, ela é solicitada a fazer distinções visuais e espaciais (horizontal e vertical) altamente refinadas. Ela precisa, por exemplo, ser capaz de dizer a diferença entre dois pontos (notas musicais) localizados a poucos milímetros um do outro que se parecem exatamente iguais, mas estão localizados em diferentes linhas ou espaço de uma pauta ou pentagrama - conjunto de 5 linhas e 4 espaços dispostos horizontalmente, onde se escrevem as notas musicais ( fig. 1 e 2, p. 35 e 36). Outro tipo de leitura musical é a

vertical, onde duas ou mais notas espaçadas aproximadamente de 2 a 5 centímetros têm de ser lidas simultaneamente, como também executadas e ouvidas. Estas notas ou acordes (três ou mais notas simultâneas) são convertidas em submodalidades de som pelo córtex auditivo, como a altura do som, o ritmo e o timbre, e finalmente para um padrão motor que precisa trafegar com precisão para a mão esquerda e para a direita, respectivamente. Assim, os estudantes que são ensinados a "ler" corretamente a música podem "ouvir" as notas que eles "vêm," bem como selecionar o padrão motor apropriado a fim de "executar" a música. Esse tipo de treinamento cria uma precisão incrível no sistema visual.

Furman (1997) explica também que uma criança ao ler um código musical precisa aprender a se focar numa medida inteira de tempo. A quantidade de informação em que ela foi treinada a processar numa única olhadela é muitas vezes maior do que o tamanho do segmento como "letra por letra" ou "sílabas por sílabas" em que ela foi previamente treinada a processar. Assim ela desenvolve a coordenação fina muscular dos olhos e expande o tamanho da área visual a qual o cérebro pode codificar a um simples relance. Essa é apenas uma das várias razões porque o estudo de música pode ser benéfico na elaboração de processamento da informação no cérebro. Segundo o autor, nenhuma outra linguagem exige distinções mais altamente refinadas a serem feitas simultaneamente nos sistemas visual, auditivo, proprioceptivo, tátil e motor do que a música. Essa estimulação simultânea estabelece uma rede rica de caminhos dependentes de atividade na associação no córtex cerebral. Esses caminhos são responsáveis pela conversão de um tipo de informação sensorial em outro e praticamente subordinado a cada processo funcional do que é considerado inteligência, criatividade e pensamento.

Gaser e Schlaug (2003) revelaram que, ao serem comparados cérebros de músicos e não músicos, os musicistas apresentavam maior quantidade de massa cinzenta, particularmente nas regiões responsáveis pela audição, visão e controle motor. Segundo esses autores, tocar

um instrumento exige muito da audição e da motricidade fina das pessoas. O que estes autores perceberam, é que a prática musical faz com que o cérebro funcione “em rede”, ou seja, o indivíduo ao ler determinado sinal na partitura, necessita passar essa informação (visual) ao cérebro; este, por sua vez, transmitirá à(s) mão(s) o movimento necessário (tato) e, ao final disso, o ouvido acusará se o movimento feito foi o correto (audição). Além disso, os instrumentistas apresentam muito mais coordenação na mão não dominante do que pessoas comuns.

Pesquisas como a de Hasegawaa et al. (2004) investigaram a relação entre a leitura e a escrita de um idioma com a de partituras musicais. Em ambos os casos houve ativação do lobo temporal e houve também transformação dos símbolos apresentados visualmente em sons correspondentes ao idioma falado ou a música. Como o idioma e leitura de partitura musical exigem treinamento específico para atingir proficiência, a ativação do lobo temporal observada pode refletir uma integração de instrução e aprendizagem audiovisual. Segundo os autores, a informação visual da seqüência dos movimentos dos dedos é transformada na modalidade auditiva durante a leitura e o toque nas teclas, assim como durante a leitura labial de um texto e conseqüentemente à ativação do lobo temporal durante essa tarefa.

Schön & Besson (2005) investigaram os processos envolvidos na linguagem com a anotação musical, estudando a relação entre escrita musical e sua representação audível. Os resultados mostraram claramente que os músicos percebem sons audíveis tonais baseados em informação visual e também tons atonais, embora para uma extensão menor. Fortes interações existem entre códigos musicais visuais e audíveis e a informação visual parece influenciar no processo audível já em 100 milissegundos.

Stewart, Henson, Kampe, Walsh, Turner & Frith, (2003) investigaram sujeitos que foram musicalizados e depois submetidos a uma visualização de ressonância magnética funcional (fMRI), antes e depois de terem aprendido a decodificar o texto musical e a



executar no teclado. Os resultados indicaram que após o processo de aprendizagem e treinamento, houve ativação, vista em bloco, do córtex parietal superior direito, compatível com a visão de que a leitura de música implica no mapeamento sensório-motor espacial.

Em relação à leitura a primeira vista, de desempenho musical, estudos recentes (Sluming et al., 2007), revelam os benefícios do treinamento musical que alteram de modo significativo algumas funções cerebrais, aumentando o desempenho cognitivo da tarefa viso-espacial não musical, em músicos orquestrais profissionais, pois imagens de ressonância magnética funcional (fMRI) revelaram que músicos orquestrais mostraram ativação significativamente aumentada na área de Broca, além da rede viso-espacial. A interpretação dos resultados reflete o recrutamento preferencial da área de Broca, parte do substrato neural para tarefas de leitura a primeira vista e a organização da sequência motora no desempenho musical, que exige rotação mental tridimensional (3DMR) em músicos.

Finalizando, outra forma de aplicação e benefícios da música é, segundo Silveira (2004), por meio da música barroca e clássica, especialmente o movimento "largo" propiciando um bom aprendizado, ao diminuir o ritmo cerebral, contribuindo numa equilíbrio no uso dos hemisférios cerebrais. A estimulação de áreas do cérebro vem auxiliar os neurônios a desenvolverem novas conexões, intensificando o desenvolvimento de suas capacidades cognitivas e memórias, favorecendo assim o processo de aprendizagem.

### III- MEMÓRIA DE TRABALHO EM MUSICISTAS E NÃO MUSICISTAS

#### 1- MEMÓRIA DE TRABALHO (*working memory*)

Segundo Eysenck & Keane (1994), Benedet & Seisdodos (1996), Curi (2003), Helene & Xavier, (2003) e Ramos et al. (2006), a definição de memória de trabalho (*working memory*) surgiu dos estudos de memória a curto prazo realizados por Alan Baddeley (Baddeley e Hitch, 1974). Desses estudos, Baddeley fez uma breve exploração da memória humana, revisando os diversos tipos de memória visual e auditiva, afirmando a existência de sistemas similares relacionados aos demais sentidos, que, até então, não tinham sido muito explorados em pesquisas (Baddeley, 2000).

Eysenck & Keane (1994), Benedet & Seisdodos (1996), Rosen & Engle (1998), Sternberg (2000), Curi (2003) e Helene & Xavier, (2003) afirmam ainda que o modelo integrativo de memória de trabalho revelou um novo conceito em relação à memória de curto prazo, contrapondo as teorias já existentes de (p. ex., a de Atkinson & Shiffrin, 1968) que era um modelo de múltiplos armazenadores, considerada extremamente simplificada ao explicar o mecanismo das memórias a curto e longo prazo.

Assim Baddeley, com o advento de seu modelo, diferiu dos modelos de memória a curto prazo em dois modos: primeiro abandonou o conceito de uma armazenagem unitária em favor de um sistema de multicomponentes; segundo, enfatizou um sistema de cognição complexa, em lugar da memória por si mesma. Para Baddeley (2000), durante todos esses anos, desde a publicação do primeiro modelo de memória de trabalho, ele provou ser surpreendentemente sustentável e continua a ser usado ativamente dentro de muitas áreas de ciência cognitiva, incluindo psicologia cognitiva, neuropsicologia, neuroimagem, psicologia do desenvolvimento e computacional.

Porém, sempre houve fenômenos que não se ajustaram confortavelmente ao modelo original de Baddeley e Hitch (1974), de forma que além da versão revisada de 1986, distinguindo o armazenador fonológico e o controle articulatório, em 2000 ele inseriu um novo componente: o buffer episódico. Entretanto, Baddeley (2000) considera que o conceito de memória de trabalho proposto por ele e Hitch (1974), proveu de uma concepção vigorosa no papel de armazenamento da informação temporária e no desempenho de uma gama extensiva de tarefas cognitivas complexas. Baddeley (2000) acrescenta ainda que o termo memória de trabalho usado em psicologia cognitiva, geralmente em pesquisas e em testes que medem a capacidade da memória de trabalho, correlacionam-se adequadamente com uma ampla variedade de tarefas cognitivas de níveis superiores, dentro de um sistema de capacidade limitada que permite o armazenamento temporário e manipulação da informação, necessário para tais tarefas complexas como a matemática mental (Hitch, 1978), raciocínio verbal (Hitch & Baddeley, 1976) e compreensão (Hitch & Baddeley, 1974), assim como em tarefas tradicionais de memória e aprendizagem (Baddeley e Hitch, 1974).

Portanto, a memória de trabalho é definida como a capacidade de armazenar temporariamente uma informação enquanto esta informação ou outra é processada (Baddeley & Hitch, 1974), de forma que ela mantém a informação processada recentemente e estabelece conexões com as novas informações, tornando capaz uma representação do problema que está sendo resolvido.

Segundo Wood, Haase, Araújo, Scalioni, Lima & Sampaio (2000) “a memória de trabalho consiste na ativação e manutenção de uma ou mais representações mentais e a execução de passos de processamento de informação com o objetivo de realizar uma dada sequência de processamento.” (p.32). Tal sequência de processamento pode ser considerada visando a uma meta, um roteiro pré-estabelecido de resolução de problemas onde atuará a capacidade de coordenação de operações, capacidade esta de efetuar e monitorar de maneira

ordenada operações de armazenagem e processamento de informações. (Baddeley & Hitch, 1974). Galera & Fuhs (2003) e Matlin (2003) reiteram que o modelo de Baddeley atendeu a estudos onde foi possível os sujeitos realizarem duas tarefas simultaneamente, ou seja, uma tarefa que requeira repetição verbal e outra que requeira julgamentos espaciais, por exemplo, e com uma precisão acima do que poderia se esperar com base em um modelo de armazenamento único.

Isaki & Plante (1997) complementam que a medição da memória de trabalho requer do sujeito manter uma pequena quantidade de informação por um curto tempo e simultaneamente realize operações mentais. Foi por meio dessas possibilidades que houve uma mudança na compreensão dos mecanismos da memória a curto prazo e foi a partir do surgimento do modelo de memória de trabalho que muito se avançou em pesquisas sobre memória (Galera & Oliveira, 2003) e os teóricos da memória concordam hoje que a memória de trabalho não pode ser unitária (Miyake & Shah, 1999b).

Segundo Bear et al. (2002), a memória de trabalho é essencial tanto no momento da aquisição como no momento da evocação de toda e qualquer memória, declarativa ou não. Através dela armazenamos temporariamente informações que serão úteis apenas para o raciocínio imediato e a resolução de problemas, ou para a elaboração de comportamentos, podendo ser esquecidas logo a seguir. Assim, ela mantém a informação viva durante poucos segundos ou minutos, enquanto ela está sendo percebida ou processada, como complemento dos processos associativos, acessando o que está armazenado na memória de longo prazo. Goldman-Rakic (1992) explica que esta complementação ocorre pelo armazenamento e ativação de curta duração de informações, tornando-a "fundamental para a compreensão da linguagem, aprendizado e raciocínio" (p.111) e também para as funções motoras. Como exemplo de armazenamento da memória de trabalho, Bear et al. (2002) cita o local onde se

estaciona um automóvel, uma informação que será necessária até o momento de se chegar até o carro.

Em relação ao funcionamento da memória de trabalho, Kruszielski (2005) salienta que ele está relacionado com a eficiência em realizar e monitorar ordenadamente as operações de armazenagem e processamento de informações seguindo um roteiro pré-estabelecido de resolução de problemas. Dessa forma, o bom desempenho da memória de trabalho é melhor operacionalizado pela velocidade com que cada passo da resolução de uma tarefa é executado. Quanto mais rapidamente forem executadas as operações mentais, maior a capacidade de armazenamento em um dado momento, isto é, dado que o armazenamento ocorre pela repetição subvocal para informações verbais, por exemplo, quando maior o tempo despendido para a repetição, maiores são as chances para que ocorra o enfraquecimento do armazenamento, assim como quanto mais rápido ocorrer a repetição, menor será o intervalo entre as informações e maior a probabilidade de haver um armazenamento com maior alcance. Baddeley (1986) propôs que o que controla o tamanho da extensão da memória é a velocidade com que se pode repetir a informação. Tal velocidade de processamento tem sido correlacionada com a inteligência fluida, entendendo este constructo como a “inteligência orientada pelo processo, exigindo rápida compreensão das relações inéditas” (Sternberg, 2000, p. 433).

### **1.1- Os componentes da Memória de Trabalho**

Segundo Eysenck & Keane (1994), Helene & Xavier (2003), Sternberg (2000) e Ramos et al. (2006), o modelo inicial de memória de trabalho (Baddeley & Hitch, 1974) foi composto de uma central executiva auxiliada por dois sistemas de suporte, responsáveis pelo

arquivamento temporário e manipulação de informações, um de natureza viso-espacial e outro de natureza fonológica. Posteriormente, foi inserido outro componente, o *buffer* episódico.

### **1.1.1- Central Executiva**

Segundo Wood, Carvalho, Neves & Haase (2001) e Kruszielski (2005), a central executiva, também denominada de executivo central é o mais complexo e o menos estudado dos componentes da memória de trabalho. Um de seus papéis principais é o de coordenar dois ou mais subprocessos (Baddeley & Hitch, 1994). Tal componente estende-se muito além da função mnêmica, abarcando principalmente sistemas atencionais (Baddeley, 2002).

Segundo Baddeley (2002), é inevitável que o modelo do executivo central funcione implicitamente como uma central de atenção que toma as decisões importantes de como os dois sistemas escravos devem ser usados. Este é um dos aspectos mais criticados do modelo de memória de trabalho de Baddeley, chamado modelo canônico. Para Wood et al. (2001), ainda não surgiu, no âmbito do modelo canônico, uma tarefa de testagem que se prestasse a avaliar convincentemente suas características de funcionamento. Porém, a partir de uma perspectiva dinâmica não há a necessidade de postular uma subdivisão entre sistemas de armazenamento e sistemas executivos, pois o correlato neural da atividade mental corresponde a uma ampla rede associativa, distribuída por córtex e subcórtex, onde as próprias áreas responsáveis pelo processamento sensorial e motor, funcionando com as áreas associativas, são responsáveis simultaneamente tanto pelo 'armazenamento' ou 'representação', quanto pelo 'processamento informacional' ou 'funcionamento executivo'.

Portanto, segundo Matlin (2003), a central executiva integra informações que vêm do circuito fonológico e do bloco viso-espacial, bem como da memória a longo prazo. A central executiva desempenha um papel importante na atenção, no planejamento de estratégias ao

calcular como manejar um problema e na coordenação de comportamento, bem como sendo responsável também pela supressão de informações não pertinentes, pois ela decide quais assuntos merecem atenção e quais devem ser ignorados. Grande parte dos pesquisadores considera que a central executiva planeja e coordena informações, mas não as armazena, ficando essa função para o circuito fonológico e o bloco viso-espacial (Richardson, 1996).

Segundo Baddeley (1986), a central executiva é responsável por coordenar atividades de atenção e governar respostas, assim como outros sistemas subsidiários que desempenham outras tarefas cognitivas ou perceptivas. Portanto, ela constitui um espaço de trabalho mental, responsável pelo controle de tarefas cognitivas que necessitam de armazenamento temporário de informações.

#### **1.1.1.1- As bases biológicas da Central Executiva**

Segundo Matlin (2003), de maneira geral, os pesquisadores sabem menos sobre o fundamento biológico da central executiva do que sobre o circuito fonológico e o bloco viso-espacial. Entretanto, as pesquisas sobre imageamento cerebral, como fMRI (ressonância magnética funcional) e PET *scan* (tomografia por emissão de pósitrons), mostram que o lobo frontal do córtex é a porção mais ativa do cérebro quando as pessoas trabalham em vários tipos de tarefa do executivo central (Smith & Jonides, 1997). Essa incerteza sobre a atividade do lobo frontal se deve ao fato de o executivo central lidar com um grande número de tarefas distintas (Smith & Jonides, 1999), de forma que, com o avanço em pesquisa e classificações mais nítidas dos tipos de tarefas por ele executadas, talvez possa encontrar respostas mais definitivas sobre os correlatos biológicos do executivo central.

### 1.1.2- O rascunho viso-espacial

Segundo Matlin (2003), o rascunho, tábua de desenho ou esboço visual-espacial são denominações dadas a esse subsistema que é capaz de manipular informações visuais e espaciais, especializado na codificação visual e/ou espacial, que retém brevemente algumas imagens visuais.

Para Eysenck & Keane (1994), o rascunho viso-espacial contém características visíveis de memória visual, como formas, cores, texturas e também de características de memória espacial, como a localização ou velocidade dos objetos no espaço, onde é possível realizar tarefas de planejamento do movimento espacial. Esse rascunho viso-espacial é especializado na codificação espacial e /ou visual, além de realizar uma interface entre elas e de ter um importante papel na orientação espacial e na solução de problemas espaciais (Baddeley, 2002). Entretanto, Eysenck & Keane (1994) afirmam que Baddeley e Lieberman (1980) estabeleceram uma distinção entre a codificação visual e a espacial, e encontraram que a codificação espacial era mais importante do que codificação visual em uma variedade de tarefas. Assim, eles concluíram que o rascunho viso-espacial depende principalmente da codificação espacial ao invés da visual.

Segundo Matlin (2003), esse bloco de esboço viso-espacial armazena também informações visuais codificadas a partir de estímulos verbais (Logie, 1995) e que os sujeitos podem trabalhar simultaneamente em uma tarefa verbal (repetindo números) e em uma tarefa espacial (localizando a posição de objetos ou letras). Porém, percebe-se que regiões neurais diferentes estão envolvidas ao se processar informações verbais e ao se processar informações espaciais (Anderson, 2004).

Galera e Fuhs (2003) afirmam que existem evidências consistentes de que o rascunho viso-espacial funciona de forma independente do sistema fonológico. Eles citam que o



desempenho numa tarefa que exige a recordação de material visual é fortemente perturbado pela execução simultânea de uma tarefa de rastreamento viso-espacial, mas a tarefa de rastreamento não interfere no desempenho de uma tarefa que exige a recordação de material verbal (Baddeley, Grant, Wight, & Thompson, 1975). Assim, supõe-se que possa haver alguma sobreposição entre os recursos cognitivos necessários para manter o material visual e os recursos necessários para realizar a tarefa de rastreamento viso-espacial. Anderson (2004) acrescenta que “as representações espaciais não são vinculadas à modalidade visual, (. . .) há certos aspectos da experiência visual, como a cor, que são exclusivamente da modalidade visual e parecem ser completamente diferentes das informações espaciais”. ( p. 65).

#### **1.1.2.1- As bases biológicas do Rascunho Viso-espacial**

Segundo Matlin (2003), de maneira geral, as pesquisas sobre imageamento cerebral (fMRI e PET *scan*) sugerem que as tarefas visuais e espaciais tendem a ativar o hemisfério direito e não o esquerdo (Gazzaniga et al, 1998 e Smith & Jonides, 1997), sugerindo que o hemisfério direito é responsável em geral por tarefas espaciais, não verbais. É importante salientar que esses estudos sugerem também que as tarefas visuais e espaciais ativam várias partes diferentes do córtex, como por exemplo, as tarefas de memória de trabalho com um componente visual forte normalmente ativam a região occipital, parte do cérebro responsável pela percepção visual (Smith & Jonides, 1997). Além disso, diversas regiões do córtex frontal estão ativas ao se trabalhar em tarefas visuais e espaciais (Smith & Jonides, 1998). Smith & Jonides, 1998 e Wood et al. (2001) explicam que os dados de Goldman-Rakic (1996) apontam para uma subdivisão do sistema viso-espacial em dois, ou seja, um sistema, conectado ao lobo parietal, na área dorso-lateral do córtex frontal sendo responsável pelo processamento espacial. O outro sistema se localiza na região ventro-lateral do córtex pré-frontal, processando padrões para o reconhecimento visual e se conecta com áreas do lobo temporal.

Esses dados são complementados por estudos com neuro-imagem funcional indicando que a área de Broca em humanos pode ser o polo executivo de um sistema fonológico de memória de trabalho. Além disso, em relação aos musicistas, Sluming, et al. (2007), sugerem que músicos orquestrais adquirem com o treinamento grande desenvolvimento em cognição visoespacial.

### **1.1.3- O Laço fonológico**

De acordo com Baddeley (1990, 2000), o laço fonológico é provavelmente o componente mais bem desenvolvido do modelo de memória de trabalho, sendo um sistema ativo que envolve o armazenamento fonológico e acústico. É composto por dois componentes: a armazenagem fonológica e o ensaio articulatorio subvocal, ou seja, uma armazenagem fonológica temporária a qual a memória audível se deteriora num período de alguns segundos, a menos que seja reavivada pelo ensaio articulatorio subvocal (repetição subvocal). O laço fonológico também é a responsável por nomear um estímulo verbal fazendo uso da subvocalização e então registrar no armazenamento fonológico. (Baddeley & Hitch, 1994 e Baddeley, 2002).

O circuito fonológico ou laço fonológico mantém brevemente a fala interior para a compreensão verbal, assim como para a repetição acústica (sem a qual a informação fonológica decairia após dois segundos), ou seja, armazena um número limitado de sons por um período curto de tempo, sendo assim um subsistema dedicado ao tratamento lingüístico na memória, incluindo dígitos (Eysenck & Keane, 1994 e Matlin, 2003).

Matlin (2003) afirma que os dois componentes do circuito fonológico trabalham juntos, uma vez que ensaio articulatorio subvocal permite a repetição em silêncio mantendo as palavras no armazenamento fonológico. A repetição subvocal também é usada para traduzir

palavras impressas, gravuras e outro material não auditivo em forma fonológica, de modo que podem ser mantidos no armazenamento fonológico.

Eysenck & Keane (1994) reiteram que essa armazenagem fonológica capta o som das palavras numa ordem temporal, vinda de uma informação verbal, tanto auditiva como escrita, que é mantido na memória pelo processo articulatório da repetição verbal rápida, ou seja, reverberada. Normalmente é processada na retenção da informação seqüencial e sua função é refletida mais claramente na tarefa de *span* de memória, por meio de uma sucessão de itens como dígitos ou palavras que devem ser quase sempre repetidos imediatamente na ordem de apresentação.

Segundo Johnson (2006), as funções da armazenagem articulatória dizem respeito ao controle do processo de tradução de um sinal visual (a palavra escrita) em um sinal fonológico (pela articulação da palavra), mantendo a informação na memória. Johnson (2006) salienta ainda que o material visual-verbal só tem acesso à armazenagem fonológica pelo processo de controle articulatório. Já a informação audível não precisa ser traduzida ou codificada, pois tem acesso direto e obrigatório na armazenagem fonológica. E para que informação audível permaneça mais tempo que dois segundos na memória de trabalho, o ensaio subvocal é requerido (Baddeley, 1986, 1992a). O propósito do ensaio subvocal é refrescar um desvanecimento do sinal audível e permitir manter o material na armazenagem fonológica durante períodos mais longos. Conseqüentemente um rastro de memória no laço fonológico ou poderia originar-se de uma contribuição audível direta ou da articulação subvocal de um artigo visualmente apresentado tal como uma carta.

Baddeley (2000) descreve alguns fenômenos do laço fonológico, quais sejam:

(1) *o efeito de semelhança fonológica* – refere-se a Letras ou palavras semelhantes em som que são mais difíceis de lembrar com precisão das não semelhantes (por exemplo, a sucessão

g, c, b, t, v, p é mais difícil que f, w, k, s, y, q), considerando que a semelhança visual ou semântica tem pequeno efeito, pois aqui há implicação de um código acústico ou fonológico.

(2) *o efeito do comprimento da palavra* – refere-se a uma sucessão de palavras curtas (por exemplo: soma, dano, bolsa, topo) que são mais fáceis de guardar do que palavras longas (universidade, alumínio, oportunidade, constitucional, auditório). As palavras polissílabas levam mais tempo para produzir o ensaio vocal e a memória se deteriora mais rapidamente.

(3) *o efeito de supressão articulatória* – refere-se ao efeito de quando a repetição subvocal é suprimida, sendo exigido recitar um som contínuo e irrelevante, como a palavra 'o', de modo que o desempenho na evocação sofre notadamente declínios. A supressão também remove o efeito do comprimento da palavra, pois como elas não serão verbalmente ensaiadas, o efeito é eliminado.

(4) *transferência de informação entre códigos* – refere-se normalmente a opção de se nomear e reverberar itens visualmente apresentados, transferindo a informação assim, de um código visual a um código verbal (audível), devido à eficiência da armazenagem fonológica em evocação consecutiva. A supressão da articulação remove o efeito de semelhança fonológica para itens visualmente apresentados, mas não auditivamente, pois esses são automaticamente registrados na armazenagem fonológica.

Curi (2003) acrescenta que o laço fonológico é um dos circuitos articulatórios especializado em reter informações fonológicas, tais como as informações da fala, de uma forma inteiramente relacionada com sua articulação ou produção. Durante a execução de tarefas complexas que exigem a retenção breve de informações fonológicas, esse circuito articulatório é abastecido com códigos fonológicos permanentemente armazenados na memória de longo prazo. Entretanto, segundo Curi (2003), se os códigos fonológicos não estão disponíveis na memória de longo prazo, ou não podem ser alcançados com suficiente rapidez, então o circuito articulatório não pode desempenhar seu papel. Evidências indicam

que a dificuldade em utilizar o circuito articulatorio pode refletir em problemas no acesso aos códigos fonológicos da memória de longo prazo.

### **1.1.3.1- As bases biológicas do Laço Fonológico**

Segundo Matlin (2003), pelos estudos com técnicas de imageamento cerebral (fMRI e PET *scan*), está sendo possível demonstrar que as tarefas fonológicas ativam o hemisfério esquerdo do cérebro (Gazzaniga et al, 1998), especificamente as áreas de Broca e Wernick, responsáveis pela motricidade da fala e compreensão verbal (Matlin, 2003, Anderson, 2004). Assim, o hemisfério esquerdo fica mais propenso a processar informações relativas à linguagem, pois esses estudos sugerem que o armazenamento fonológico está associado ao lobo parietal do córtex, além de que o processo de repetição subvocal está associado ao lobo frontal, em particular, às regiões do lobo frontal que lidam com a fala (Smith, Jonides & Koeppe, 1996; Smith & Jonides, 1997, 1998, 1999).

### **1.1.4- O Retentor Episódico**

De acordo com Baddeley (2000), após 25 anos desde a primeira versão original do modelo de memória de trabalho, ele inseriu um novo componente, intitulado de retentor ou *buffer* episódico, que faz uma interface temporária de armazenagem com os sistemas escravos (visoespacial e fonológico) e que corresponderia a um sistema de capacidade limitada no qual a informação evocada da memória de longa duração tornar-se-ia consciente, a fim de lidar com a associação entre as informações mantidas nos sistemas de suporte e promover sua integração com informações da memória de longa duração, armazenagem fonológica e o ensaio articulatorio.

Segundo Wood et al. (2001) e Kruszielski (2005), um dos problemas do modelo *tripartite*, é o de como as informações dos dois subsistemas escravos podiam ser confinadas juntas. Se as duas armazenagens são separadas, como a informação poderia então ser combinada. Para resolver este problema, Baddeley (2000, 2002) revisou o modelo de multicomponentes e propôs um quarto subsistema: o armazenador episódico (*episodic buffer*) que se trata de um sistema de armazenamento que utiliza um código multimodal, sendo episódico porque usa o senso de integrar episódios ou cenas. Realiza uma interface limitada entre os sistemas, sendo capaz de utilizar diferentes códigos. A principal função do armazenador episódico é integrar a memória de longo prazo com os dois subsistemas (laço fonológico e viso-espacial) de forma a manter ativa a manutenção e a manipulação das informações (Baddeley, 2002).

Eysenck & Keane (1994) salientam que o foco maior do novo modelo foi em relação ao armazenador fonológico, pois foi estabelecida uma distinção entre o armazenador fonológico e o processo de controle articulatorio. O circuito articulatorio foi composto de um armazenador fonológico passivo que se relaciona diretamente à percepção da fala e um processo de controle articulatorio que está ligado à produção da linguagem. Assim, o armazenador fonológico retém informações sobre as palavras da seguinte forma: diretamente, pela apresentação auditiva; indiretamente, pela articulação subvocal (fala interna) e indiretamente também, pela informação fonológica armazenada na memória de longo prazo.

Segundo Galera & Oliveira (2003), pode-se resumir o novo modelo de memória de trabalho de Baddeley da seguinte forma: a) a informação verbal e auditiva é armazenada por um laço fonológico; b) o rascunho viso-espacial tem a função de manter e manipular a informação referente aos objetos e às relações espaciais entre eles; c) o *buffer* episódico tem a função de armazenar temporariamente a informação multimodal, reunindo a informação dos outros subsistemas e da memória a longo prazo numa representação episódica unitária e d)

que o fluxo de informação vinda do ambiente e da memória a longo prazo para os subsistemas da memória de trabalho está sob a supervisão do executivo central. Juntos, esses subsistemas estariam envolvidos em atividades cognitivas superiores, tais como o processamento da linguagem, leitura, solução de problemas e na produção da própria consciência (Baddeley, 1986, 2000).

Para Eysenck & Keane (1994), o retentor episódico, ou terceiro sistema de armazenamento faz ligação entre os dois outros sistemas (viso-espacial e fonológico), de forma que a informação verbal e auditiva é armazenada no laço fonológico pela audição, fala interna e ligações com informações vindas da memória de longo prazo. Assim, informações de natureza musical e semântica, como histórias passadas, cenas de filmes e lembranças puderam ser também explicadas pelo modelo de memória de trabalho.

Aprofundando-se no modelo, Baddeley (1981) subdividiu o executivo central em dois subsistemas diferenciados, mas inter-relacionados: um de memória (ou armazenamento) e outro de controle. O primeiro é encarregado de armazenar a informação já submetida a um processamento semântico, e o segundo é um componente atencional, com responsabilidade de controlar o processamento vindo do rascunho viso-espacial, do laço fonológico e do retentor episódico.

A figura apresentada a seguir indica o fluxograma de todos os componentes da Memória de Trabalho. As áreas em branco representam os componentes de atenção e retenção temporária de informações e as áreas em cinza representam os sistemas de retenção de longa duração. É importante salientar que o *buffer* episódico tem uma capacidade limitada de um sistema de armazenagem temporária que é capaz de interagir informações vindas de fontes variadas e de armazenar informações de códigos multi dimensionais. Ele abastece uma interface temporária entre os sistemas escravos (laço fonológico e viso-espacial) e memória de longo prazo.

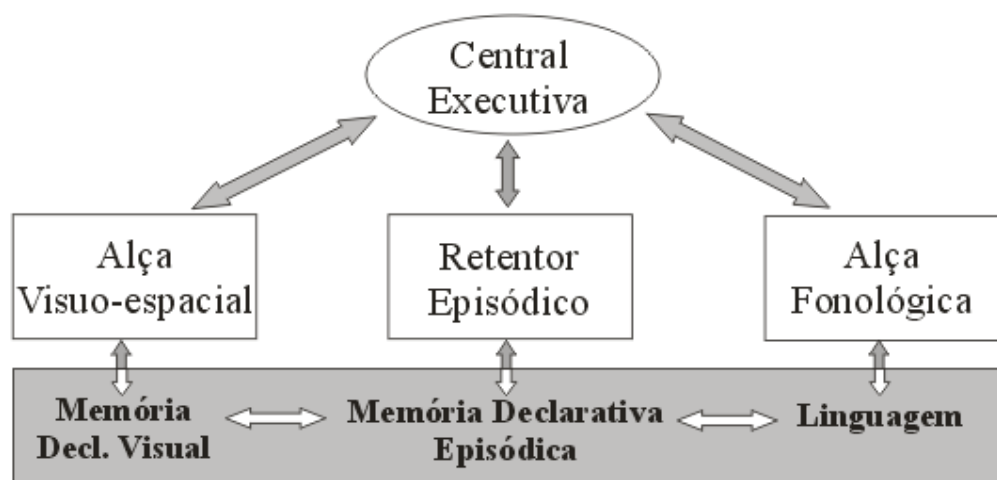


Figura 7 – Esquema baseado no modelo revisado de Memória de Trabalho de Baddeley (1986).

## 1.2 - Pesquisas de Memória de trabalho entre musicistas e não musicistas.

### 1.2.1 – Introdução

Nos últimos anos várias pesquisas investigaram possíveis diferenças entre musicistas e não musicistas, em vários âmbitos do conhecimento, como memória, atenção, desempenho cognitivo, velocidade no processamento da informação, indicando a importância de como o cérebro processa a música, principalmente ao se compararem as funções cerebrais, as relações inter-hemisféricas nos lobos cerebrais, a plasticidade neural das habilidades musicais, desenvolvidas pelo treinamento dos musicistas em contraste aos não musicistas. (Chan et al., 1998; Besson & Schön, 2001; Schellenberg, 2001; Ho et al, 2003; Kuzuhara, 2003; Hesse, 2004; Schön, Magne & Besson, 2004; Minareci, 2005; Peretz & Zatorre, 2005; Zatorre, 2005; Crispin et al., 2006; Felipe, 2006; Magne, Schön & Besson, 2006 e Williamson, Baddeley & Hitch (2006). Como já foi mencionado anteriormente, este estudo investigou a memória de trabalho entre musicistas e não musicistas por meio de testes de memória com



tarefas de recordação viso-espacial e verbal. A seguir, são citadas pesquisas que sugerem informações de como o tema tem sido tratado na literatura atual e qual a síntese desses resultados pesquisados. São de relevância essas informações, pois contribuem para enriquecer os dados dessa pesquisa.

### **1.2.2 – Pesquisas de Memória de trabalho envolvendo música e linguagem**

Segundo Johnson (2006), as pesquisas que impulsionaram a investigação de como a memória de trabalho para música podia se relacionar com a memória de trabalho para a linguagem foram feitas por Pechmann & Mohr (1992), Berz (1995) e Schendel & Palmer (2007). A partir daí, esse campo de pesquisa muito tem se intensificado (Besson & Schön, 2001; Hickok, 2003; Platel, 1977, 2003, 2005; Koelsh, 2003, 2005; Schön, Magne & Besson, 2004; Schön, Gordon & Besson, 2005).

Especificamente em relação à memória de trabalho, (Rauscher, 2003; Crispin et al., 2006; Felipe, 2006) que tem como participantes musicistas e não musicistas, vêm demonstrando questionamentos em relação ao modelo proposto por Baddeley e Hitch (1974), no que se refere ao laço fonológico, sugerindo, por exemplo, (Felipe, 2006) que a informação de tons musicais e fonológica podem ser processadas em subsistemas diferentes. Salamé & Baddeley (1989) sugerem que música e linguagem são processadas num sistema comum e Berz (1995) propõe um subsistema separado da volta fonológica de Baddeley, que seja responsável pelo armazenamento a curto prazo e processamento de informação musical, pois o processo e armazenamento de informação musical é de natureza diferente da linguagem verbal, indicando a presença de um subsistema de memória musical separado para informações musicais.

Já Brandler (2003a, 2003b) demonstra em suas pesquisas, que há uma sobreposição funcional nos mecanismos da memória de trabalho envolvidos no processamento da memória tonal e verbal, ou seja, o processamento da informação tonal e o aspecto auditivo da informação verbal estão baseados no mesmo mecanismo da memória de trabalho. Assim, este modelo de multicomponentes da memória de trabalho pode ser usado no campo de psicologia de música para entender mecanismos básicos no processo de informação tonal.

Crispin et al. (2006) questionam os modelos de Salamé e Baddeley (1989) em relação à utilização da música vocal e instrumental no funcionamento do modelo da memória de trabalho, sugerindo que o tipo de música não modifica o funcionamento do modelo de memória. Não obstante, segundo Salamé e Baddeley (1989), a música vocal prejudica significativamente a *performance* em tarefas de recordação visual, enquanto que a música instrumental somente cria alguma interferência na recordação, por não conter informações fonológicas. Portanto, seus estudos mostraram como os efeitos da música durante uma tarefa de memória podem afetar a habilidade de aprender uma nova informação ou interferir na recordação.

Em concordância como os postulados de Salamé e Baddeley (1989), Nunes (2001) salienta que a presença de um material falado perturba a recordação, pois este material ganha acesso obrigatório ao arquivo fonológico, interferindo com o traço mnésico e perturbando a *performance*. Já Gomes (2000) explica por que a música vocal prejudica e interfere na aprendizagem, independente de sua natureza, ou seja, se é canção, diálogo, fala. A explicação, segundo o autor, é que há concorrência cognitiva, isto é, o mesmo sistema de tratamento é mobilizado para as duas atividades: aprendizagem e audição vocal. "As palavras de canções interferem com o tratamento lexical na entrada da informação. " (p. 5). Assim sendo, a vocalização é essencial na memorização e tentar suprimi-la apenas provocaria diminuição na memória, por isso é melhor desenvolver a subvocalização do que impedi-la. Gomes (2000)

explica ainda que a memória semântica seja apenas conceitual, não armazenando mais do que o significado, o sentido das palavras, mas a morfologia das palavras é armazenada na memória lexical.

### **1.2.3 – Pesquisas envolvendo memória verbal e viso-espacial**

Outros estudos como o de Ho et al. (2003) sugerem que o treinamento musical promove desenvolvimento da memória verbal, mas não da memória visual, principalmente em crianças, como também de adultos, quando comparadas a crianças e adultos sem treinamento musical. Os resultados de suas pesquisas constataam que o treinamento musical sistemático tem efeito no processamento da memória com possibilidades de modificações neuroanatômicas no lobo temporal esquerdo. Se a mudança neuroanatômica está associada com a localização da função cognitiva, então indivíduos com treinamento musical podem demonstrar uma melhor memória verbal, mas não visual, pois o lobo esquerdo é mais desenvolvido do que o direito em musicistas. Confirmando isso, Chan et al. (1998) sugerem em seus estudos que indivíduos com treinamento musical tendem a ter um alargamento no *planum* temporal esquerdo quando comparados com indivíduos sem treinamento musical. Outras pesquisas (Stewart et al (2003); Hasegawaa et al. (2004), Schlaug, Norton, Overy & Winner, (2005) e Schellenberg, (2005), revelaram também diferenças estruturais e funcionais nos cérebros entre musicistas não musicistas. Em relação ao tempo mínimo para que essas diferenças possam ser detectadas, Chan et al. (1998), Ho et al. (2003) e Felipe (2006) sugerem que adultos jovens a partir de 5 a 6 anos de treinamento musical, sem interrupções, já demonstram uma melhor memória verbal e modificações neuroanatômicas, sendo possível estabelecer graus de comparação com os não musicistas.

Outras pesquisas como (Zatorre et al., 2002; Platel, 1977, 2003, 2005; Koelsh, 2003, 2005; Schön, Magne & Besson, 2004; Schön, Gordon & Besson, 2005; Zatorre & Halpern, 2005; Zatorre, 2005; Magne, Schön & Besson, 2006) demonstram também a relação existente entre música e linguagem e seu processamento em áreas cerebrais. Já Besson & Schön (2001) e Schellenberg (2001) sugerem que há associações positivas entre lições de música formal e habilidades nos domínios lingüístico, matemático e espacial dos não musicistas. Também que os tons musicais, números e sucessões lingüísticas podem compartilhar representações mentais espaciais semelhantes e que o ensino formal de música intensifica habilidades a curto prazo de memória espacial.

Alguns exemplos mais detalhados ilustram este campo de investigação.

Ferst (2001) mostrou como a execução de um instrumento musical requer uma complexidade neurológica bastante diversa, que envolve aspectos físicos, psicológicos, mentais e emocionais. Em seus estudos, com imageamento cerebral, ele conseguiu tornar evidente que há uma diferença entre o cérebro de um músico profissional e o de um leigo por meio de uma experiência científica, relatada a seguir: uma leiga e uma pianista profissional realizaram duas tarefas com exercícios musicais ao piano. Primeiramente elas tocaram num teclado de piano eletrônico desligado, depois elas ouviram diferentes seqüências sonoras, sem moverem os dedos. Durante as duas tarefas, a atividade do cérebro das mulheres foi medida. Os resultados indicaram que quando a pianista profissional move o dedo, sem ouvir nada, são ativados, no cérebro, o centro do movimento e o centro da audição ao mesmo tempo. Da mesma forma, quando ela só ouve, sem mover os dedos, são ativados novamente os dois centros. O mesmo não acontece com a leiga, pois quando ela movimenta os dedos, sem ouvir alguma coisa, só o centro do movimento no cérebro é ativado. E quando ela apenas ouve, sem movimentar os dedos, só o centro da audição é ativado.

Outro exemplo é o de Rauscher, Shaw, Levine, Wright, Dennis & Newcomb (1997), do

Instituto do Desenvolvimento Neural da Inteligência pela Música (M.I.N.D.) que constataram cientificamente que instruções de piano e canto são superiores à instrução em computação ao se investigar o aumento de habilidades de raciocínio abstrato em crianças. A experiência incluiu três grupos de pré-escolares: um grupo recebeu aulas particulares de piano/teclado e aulas de canto; um segundo grupo recebeu aulas particulares de computação; e um terceiro grupo não recebeu nenhum treinamento. Aquelas crianças que receberam treinamento em piano/teclado tiveram desempenho 34% melhor, em testes medindo habilidade espaço-temporal, que os outros. Estas descobertas indicam que a música melhora de forma única as altas funções cerebrais exigidas pela matemática, xadrez, ciência e Engenharia, pois tudo indica que há padrões de neurônios que disparam em seqüência, e que parece haver locais pré-existent no cérebro que respondem a frequências específicas. Esses estudiosos estão convencidos de que o raciocínio espaço-temporal é essencial para muitas tarefas cognitivas da mais alta ordem e que o estudo de música é importante no estímulo dessas áreas cerebrais.

Todas essas pesquisas vieram acrescentar informações envolvendo memória por meio de investigações entre musicistas e não musicistas que ajudaram a responder alguns dos dados desse estudo, além de demonstrar que é uma área de pesquisa muito importante de se continuar a investigar, principalmente comprovando cientificamente os efeitos positivos do estudo de música no desenvolvimento cognitivo do indivíduo, além das habilidades adquiridas que facilitam os processos de aprendizagem.

## **IV – DELINEAMENTO DO ESTUDO**

### **1- OBJETIVOS**

#### **1.1. Gerais**

1.1.1 - Avaliar o desempenho da memória de trabalho de estudantes musicistas e não musicistas por meio de testes de memória viso-espacial e verbal para verificar se o estudo de música influencia no desempenho da memória de trabalho.

1.1.2 - Divulgar a importância do estudo da memória de trabalho que estão intrinsecamente associados à prática instrumental

#### **1.2. Específicos**

1.2.1 - Avaliar se há diferenças entre a memória visual e espacial por meio de testes viso-espaciais, investigados a partir de adaptações efetuadas no Teste Pictórico de memória (TEPIC-M)

1.2.2 - Avaliar possíveis diferenças de memória verbal entre estudantes musicistas e não musicistas, na modalidade auditiva através da apresentação oral de palavras.

1.2.3 - Investigar indiretamente mecanismos ligados a representações mentais no que tange a transformação dos códigos verbais e visuais em musicistas e não musicistas.

### **2 - HIPÓTESES**

2.1 - Os musicistas (estudantes de Música) terão melhor desempenho em teste de memória verbal do que os não musicistas (alunos de Letras e Engenharia), confirmando dados da literatura.

2.2 – Os musicistas terão desempenho de memória visual semelhante aos não musicistas, conforme sugere a literatura, mas se diferenciado em relação à memória espacial em função de seu treinamento para leitura vertical e horizontal.

2.3 – A recordação de estímulos na tarefa viso-espacial sem localização do estímulo (memória visual) será melhor e diferente que recordação de estímulos na tarefa com localização do estímulo (memória espacial) para os estímulos DESENHOS e PALAVRAS, em ambos os grupos.

2.4 – O estímulo PALAVRAS será melhor recordado que o estímulo DESENHOS nos três grupos, devido ao efeito da superaprendizagem de estímulos escritos.

### **3- MÉTODO**

#### **3.1 - Participantes**

Participaram da pesquisa 129 universitários da Universidade Federal de Uberlândia, dos cursos de Música (instrumentistas de Piano e Violão), pertencentes ao grupo dos musicistas, e dos cursos de Letras e Engenharia Elétrica e Mecânica, pertencentes ao grupo dos não musicistas.

Destes participantes, 42 alunos freqüentam o curso de Música, sendo 22 do sexo feminino, com faixa etária de 18 a 47 anos e 20 do sexo masculino, com faixa etária de 19 a 43 anos; 42 alunos freqüentam o curso de Letras, sendo 36 do sexo feminino, com faixa etária de 18 a 32 anos e 06 do sexo masculino, com faixa etária de 19 a 34 anos e 45 alunos freqüentam o curso de Engenharia Mecânica e Elétrica, sendo 2 do sexo feminino, com faixa etária de 17 a 19 anos e 43 do sexo masculino, com faixa etária de 18 a 25 anos.

### 3.2 – Materiais

Os materiais utilizados foram: o Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M) de Rueda & Sisto (2005), com adaptações acrescentadas a ele, confeccionadas em duas lâminas de diferentes configurações visuais, como meio de medir memória de trabalho.

Para a aplicação do instrumento foram necessárias folhas de respostas, tamanho A4, devidamente desenhadas conforme configuração das lâminas projetadas (apêndice A); folhas em branco, sem pauta, tamanho A4, lápis grafite nº2, borracha macia, caneta, um cronômetro, projetor multimídia, *notebook*, mesas, cadeiras, roteiro de instrução de aplicação do teste, conforme sugerido por Rueda & Sisto (2005), com as devidas adaptações necessárias (anexo A) e folhas de papel sulfite A4 xerocopiadas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice D) e do Termo de Consentimento para o professor (apêndice E).

### 3.3 - Procedimentos

#### 3.3.1 - Instrumental utilizado e suas variantes

O instrumental utilizado nesta pesquisa para medir memória de trabalho (*working memory*) teve origem no Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M) dos autores Rueda & Sisto (2005), onde foram acrescentadas variantes em sua configuração inicial, conforme permissão dos autores. Essas variantes vieram atender aos objetivos do estudo e de um *design* experimental em pesquisa. É importante salientar que foi realizado anteriormente à coleta oficial, um piloto no Conservatório de Música de Uberlândia, com o objetivo de testar e certificar se as modificações realizadas no Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M) seriam eficazes em



fornecer dados de memória visual e espacial, as quais atenderam positivamente aos objetivos da pesquisa.

Segundo Rueda & Sisto (2005), o teste pictórico original consiste numa lâmina a ser projetada que contém vários desenhos e detalhes agrupados em três categorias, com itens pertencentes à categoria Céu, Terra e Água. O procedimento estabelecido pelos autores determina 1 minuto para a projeção da lâmina apenas para ser visualizada e 2 minutos para os participantes registrarem na folha de resposta o que conseguiram memorizar.

As variantes efetuadas no teste constaram de algumas adaptações na lâmina e que estão descritas a seguir: Primeiramente na lâmina original foi introduzido um ponto preto, próximo de cada figura, indicando o local do objeto na lâmina. Essa lâmina foi denominada de DESENHOS (anexo C), configurada de objetos concretos e acrescidos com o ponto preto e distribuídos espacialmente nos três ambientes distintos (céu, terra e água). Por meio dessa variante na lâmina, ou seja, a introdução do ponto preto foi possível fazer uma aferição viso-espacial, pelo número de objetos lembrado e pela recordação do lugar onde os objetos estavam situados na lâmina. A justificativa em acrescentar os pontos na lâmina foi a de identificar o local do objeto, pois somente na lâmina do Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M) isso não seria precisamente determinado, ou seja, o participante não saberia dizer o lugar do objeto, mas somente a existência do objeto na lâmina, ou seja, ele identificaria o objeto.

Outro aspecto investigado foi relativo às diferenças entre a memória visual e espacial, pois segundo Anderson (2004), as representações espaciais não são vinculadas à modalidade visual e sim relacionadas, de modo mais geral, com a localização das coisas no espaço. Assim, por meio das tarefas viso-espaciais exigida nos testes de memória foi possível investigar dados de memória espacial.

Outra variante do teste foi a construção de uma segunda lâmina, denominada de PALAVRAS (anexo D), onde ao invés de desenhos, foi colocada a palavra escrita

correspondente aos mesmos objetos desenhados, como por exemplo: (Balão, Casa, Barco), sendo que também foi introduzido o ponto preto próximo delas. Nessa variante foi possível determinar respostas viso-espacial e também verbal, no sentido de que a memória verbal (vinda da audição e da escrita) participa no processo de manter a informação na memória, já que, nesta etapa, a imagem (objeto desenhado) não está mais disponível. Assim o laço fonológico colabora na memorização, utilizando a fala interna e mantendo a informação por meio da repetição verbal rápida (subvocal). Desta forma, foi possível uma ampliação dos resultados de memória visual e verbal, pois segundo Paivio (1971, 1986), a memória humana é melhor se a codificarmos visual e verbalmente. Assim sendo, esse experimento explorou também a memória verbal, privilegiando dados de possíveis diferenças entre musicistas e não musicistas.

Em ambas as lâminas, DESENHOS e PALAVRAS, o tempo cronometrado foi de 1 minuto para a projeção da lâmina e 2 minutos para os alunos registrarem na folha de resposta os itens recordados, mantendo o mesmo tempo do teste original.

Acrescidas as duas etapas de projeção das lâminas DESENHOS E PALAVRAS, foi inserida uma terceira etapa ao teste. Consistiu da leitura de uma lista de 36 palavras concretas, lidas seguidamente pela pesquisadora, de forma que os participantes apenas ouviram primeiro todas as palavras e depois tiveram 2 minutos para registrarem na folha de resposta o número de palavras recordadas (apêndice B). A escolha das palavras foi feita a partir de uma série de 12 palavras dissílabas, 12 trissílabas e 12 polissílabas que foram distribuídas aleatoriamente. Foram utilizadas algumas palavras referentes a instrumentos musicais (ex. piano, violão, bateria), mas que não favoreceram musicistas em geral, pois não foram encontradas diferenças significativas por esse fato, levando-se em consideração que nesse tipo de teste são observados os efeitos de recência (lembranças das primeiras palavras) e primazia (lembranças das últimas palavras).

A memória aferida foi nesse teste foi a verbal, vinda da palavra ouvida e a resposta foi computada por meio do número de palavras lembradas. Essa forma de investigar a memória verbal, na modalidade auditiva, visou averiguar possíveis diferenças entre os musicistas e não musicistas, principalmente porque os musicistas trabalham muito com a percepção e memória auditiva durante o desenvolvimento e prática instrumental.

### **3.3.2 - Procedimento de aplicação**

Após a aprovação pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal de Uberlândia (apêndice C) e a permissão de professores dos Departamentos de Música, Letras e Engenharia, a coleta de dados foi realizada satisfatoriamente.

Antecedendo o início da coleta de dados, foi solicitado aos professores envolvidos na pesquisa que assinassem o Termo de Consentimento para a pesquisadora. Nos dias de aplicação dos testes, todos os alunos, maiores de idade, assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido antes de iniciar o procedimento da coleta de dados. O termo foi apresentado em duas vias, permanecendo uma com o participante e outra com a pesquisadora. Depois de obtidas as assinaturas do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, dava-se início a aplicação dos testes de memória de trabalho. A aplicação foi realizada em três etapas distintas, mas consecutivas.

Primeiramente foram distribuídas, em cada etapa, as folhas de respostas a cada participante. Foi solicitado que escrevessem no verso da folha o nome, a idade, o sexo e o curso. No caso dos alunos de música, foi solicitado também registrar qual instrumento musical eles executavam. Nas duas primeiras etapas, as folhas de respostas (apêndice A ) eram distribuídas viradas (no verso), pois continham a configuração viso-espacial a ser preenchida por eles e somente após a lâmina ser projetada na tela é que eles podiam virar a

folha de resposta e escrever os objetos memorizados. Na terceira etapa, a folha distribuída estava em branco, para que eles registrassem os resultados da lista de palavras ouvidas (apêndice B).

Em cada etapa, assim que terminava o tempo estabelecido para a resposta, as folhas eram recolhidas e imediatamente entregava-se a próxima folha de resposta, dando sempre continuidade à seqüência de aplicação dos testes até a última etapa. Após o término final, os participantes se retiravam do local, com os agradecimentos da pesquisadora pela valiosa colaboração na pesquisa.

A aplicação dos testes foi realizada de forma coletiva, em salas de aulas previamente instaladas com os recursos materiais necessários e em horário pré-estabelecido com os professores e alunos. Em relação aos alunos de música, foi investigado, anteriormente à coleta de dados, informações a respeito do histórico musical deles por meio de um questionário (apêndice F), aplicado pelos professores da área de piano e violão do Departamento de Música. A partir disso, foram selecionados os alunos que participariam do grupo de musicistas. O critério de seleção da amostra foi que os alunos de piano e violão tivessem no mínimo 6 anos de prática instrumental ininterrupta, conforme sugere a literatura na área. A opção de selecionar alunos de piano e violão, como amostra de musicistas, foi justificada pelo fato de esses dois instrumentos terem um fator em comum que é a leitura musical nos dois aspectos – horizontal e vertical concomitantemente (ver p. 35 e 36), diferenciando-os de instrumentos de apenas um aspecto de leitura (horizontal) que é o caso do canto, flauta, violino, viola e outros. É importante salientar que o questionário preliminar não foi aplicado ao grupo dos não musicistas, mas com a finalidade de saber se no grupo dos não musicistas havia algum aluno instrumentista, era perguntado antes de iniciar a aplicação dos testes, se algum deles estudava música, de forma que atendendo aos critérios estabelecidos

aos musicistas, os dados eram computados no grupo de musicistas e no caso de não ser, os dados eram excluídos da pesquisa.

A aplicação contou com a colaboração de dois auxiliares de pesquisa, devidamente treinados para efetuar a tarefa de entrega e recolhimento das folhas de respostas, lápis e borracha, bem como na cronometragem do tempo de respostas dos participantes e no controle de acender e apagar as luzes da sala.

### **3.3.2 - Procedimento da coleta de dados**

A coleta de dados foi realizada entre os meses de maio a julho de 2007, em salas de aula dos blocos dos cursos de Música e Engenharia, separadamente, para cada um dos três grupos pesquisados. Primeiramente foram coletados os dados dos musicistas e depois dos alunos dos cursos de Letras e Engenharia (não musicistas). Todos os participantes da pesquisa tinham visão normal ou corrigida.

A duração dos experimentos foi em média entre 15 a 20 minutos para cada turma e a todos foram feitos os mesmos procedimentos das condições experimentais testadas, apenas alternando a ordem de aplicação entre as duas etapas, como explicitado abaixo:

A– DESENHOS/ PALAVRAS e B – PALAVRAS/ DESENHOS, ou seja, metade dos alunos de cada grupo visualizou primeiro a lâmina DESENHOS e, em seguida, a lâmina PALAVRAS. A outra metade visualizou primeiro a lâmina PALAVRAS e, em seguida, a lâmina DESENHOS. Em ambas as lâminas, o tempo cronometrado foi de 1 minuto para a projeção da lâmina e 2 minutos para os alunos registrarem na folha de resposta os itens recordados. Na terceira etapa, houve a leitura de uma lista de 36 palavras concretas feita pela pesquisadora. Os participantes apenas ouviram as palavras e depois tiveram 2 minutos para registrarem na folha de resposta o número de palavras recordadas.

### 3.4 – Procedimentos de correção

O critério de correção dos dados foi baseado no Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M), com adaptações pertinentes às variantes nele acrescentadas.

Segundo os autores Rueda & Sisto (2005), as normas de correção são as seguintes:

*A correção do teste é muito simples e deve ser realizada na folha específica para correção. Dos 55 itens possíveis e levados em consideração para a correção, deve ser atribuído 1 (um) ponto para cada item lembrado e 0 (zero) para aqueles itens que não foram escritos pela pessoa. Não devem ser levados em consideração erros ortográficos. Deve ser ressaltado que em alguns itens existe a possibilidade de vários nomes para a mesma figura. Os itens são apresentados abaixo:*

---

<i>Item</i>
<i>Água</i>
<i>Pato</i>
<i>Peixe, tubarão</i>
<i>Deck, ponte, cruzamento</i>
<i>Pescador, homem pescando</i>
<i>Vara, vara de pesca</i>
<i>linha da vara</i>
<i>Barco, navio</i>
<i>Vela</i>
<i>jet-ski, moto d'água</i>
<i>Trampolim, escada de pular, toboágua</i>
<i>pessoa em trampolim, pessoa em escada de pular</i>
<i>Lancha, carro de água</i>
<i>Onda</i>
<i>Surfista</i>
<i>Prancha</i>
<i>Céu</i>
<i>arco-íris</i>
<i>Balão</i>
<i>pessoa em balão</i>
<i>Helicóptero</i>
<i>Avião</i>
<i>Pára-quedas</i>
<i>pessoa em pára-quedas</i>
<i>Pára-quedista</i>
<i>Sol</i>

Nuvem  
 Pássaro, gaivota, falcão  
 Foguete  
 Terra  
 Árvore  
 Fogueira  
 Barraca, barraquinha de camping  
 Carro, fusca  
 Gangorra  
 Escorregador  
 Balanço  
 Parque  
 Bola  
 Cesta de basquete  
 Cadeira  
 Mesa  
 Poço, churrasqueira, forno a lenha  
 Balde  
 Criança  
 Pipa, papagaio  
 linha da pipa  
 Rabiola  
 Casa  
 Janela  
 Porta  
 Chaminé  
 Fumaça  
 Caminho  
 Grama

---

Alguns aspectos devem ser ressaltados no caso de alguns itens.

*Quando a pessoa escreve pescador é atribuído o ponto apenas ao pescador, não é subentendido que a vara de pescar e linha foram percebidas pelo respondente.*

*O mesmo vale para a palavra barco ou navio. Não se pontua a palavra vela se ela não foi escrita.*

*Quando aparece a palavra pessoa em trampolim pontua-se o trampolim e a pessoa, mas quando é colocado apenas trampolim a pessoa não é pontuada.*

*O mesmo vale para o item balão e pessoa em balão.*

*No caso de aparecer a palavra pára-quedas pontua-se apenas essa palavra.*

*Quando o indivíduo escreve pessoa em pára-quedas são pontuados a pessoa e o*

*pára-quedas (2 pontos). No caso de escrever pára-quedista é atribuído apenas 1(um) ponto.*

*No caso de aparecer a palavra pessoa de forma isolada, deve-se prestar atenção para a(s) palavra(s) anterior (es) para verificar qual item deve ser pontuado. Por exemplo, se a pessoa responder: casa, árvore, carro, pato, trampolim, pessoa, avião, helicóptero, etc..... o ponto é atribuído à pessoa que está no trampolim, por tratar-se do item mais próximo que a pessoa assinalou. (p. 52 e 53).*

Esses aspectos acima foram mantidos nas variantes criadas. Assim, como a lâmina do teste sofreu variações, as adaptações feitas no processo de correção foram às seguintes: dos 55 itens possíveis, apenas 35 foram selecionados como respostas, uma vez que não houve nenhuma modificação na lâmina original, apenas a introdução do ponto preto embaixo dos itens selecionados que foram recordados. Outra justificativa nessa seleção foi porque, com a transformação dos objetos em palavras na lâmina PALAVRAS, o espaço seria pequeno se escrevesse todos os 55 itens possíveis, sobrecarregando a lâmina. Então, a retirada de alguns itens como resposta foi para não sobrecarregar a informação viso-espacial, já que um elemento a mais (o ponto preto) estava sendo inserido. Também, que a tarefa de recordação viso-espacial teria dois níveis de exigência, que posteriormente será explicitado.

Na correção foi atribuído igualmente 1 (um) ponto para cada item lembrado e 0 (zero) para aqueles itens que não foram escritos pela pessoa, apenas diferenciando na resposta espacial (que exigia o lugar do objeto), pois a resposta visual foi com o mesmo procedimento do Teste Pictórico, ou seja, apenas o objeto recordado. Também não foram levados em consideração erros ortográficos e a possibilidade de vários nomes para a mesma figura. Na seqüência, são apresentados os itens selecionados para cada ambiente nas variantes das duas etapas:



---

Item	
AMBIENTE – ÁGUA	
1- pato	
2- Peixe, tubarão	
3- Deck, ponte, cruzamento	
4- Pescador, homem pescando	
5- Barco, navio	
6- jet-ski, moto d'água	
7- Trampolim, escada de pular, toboágua	
8- Nadador (pessoa em trampolim)	
9- Lancha, carro de água	
10- Surfista	
11- Prancha de surf	
AMBIENTE – CÉU	
01- arco-íris	
02- balão	
03- helicóptero	
04- avião	
05- pára-quedas ou pára-quedista	
06- sol	
07- nuvem	
08- pássaro, gaivota, falcão	
09- foguete	
10-pipa	
AMBIENTE – TERRA	
01- árvore	
02- fogueira	
03- Barraca, barraquinha de camping	
04- Carro, fusca	
05- gangorra	
06- escorregador	
07- balanço	
08- bola	
09- cesta de basquete	
10- cadeira	
11- mesa	
12- Poço, churrasqueira, forno a lenha	
13- casa	
14- criança	

---

Fonte: Adaptado da Tabela: Rueda,e Sisto (2005). Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M).

A partir dessas modificações nas variantes, o critério de correção foi utilizado da seguinte forma: As etapas 1 e 2 foram corrigidas separando-se os ambientes - Céu, Terra e Água, seja da lâmina DESENHOS ou PALAVRAS, apenas como estratégia de facilitar a correção, pois para os objetivos da pesquisa essa separação não foi levada em consideração, apenas o resultado total de acertos viso-espaciais em cada lâmina. Para cada ambiente foi aferido os acertos visuais e espaciais, da tarefa viso-espacial, ou seja, se o aluno acertou o(s) objeto(s) ou palavra(s), ele recebeu a cotação visual (o que). Todavia se ele acertou o(s) objeto(s) ou palavra(s) e o lugar que o(s) objeto(s) ou palavra(s) estavam na lâmina projetada, ele recebeu pontuação espacial (onde). Assim sendo, o aluno podia ter em cada ambiente, diferentes respostas visuais e espaciais.

A correção dessas duas etapas (DESENHOS E PALAVRAS) obteve diferentes resultados visuais e espaciais e foram distribuídos nas três categorias ambientais (céu, terra e água) para cada grupo. Depois foram somados e agrupados em resultados parciais VISUAIS (sem localização do objeto ou palavra) e ESPACIAIS (com localização do objeto ou palavra) de cada aluno dessas duas etapas, ou seja, os acertos visuais e espaciais dele, somando todos os acertos dos ambientes: céu, terra e água. Finalmente foram somados os resultados visuais e espaciais de cada aluno nas duas etapas. Dessa forma, foi possível ter todos os dados individuais e coletivos, tanto visual quanto espacial, de cada etapa e dela juntas, propiciando qualquer tipo de análise estatística, porém para este estudo foram utilizados apenas os resultados totais de acertos por lâmina. Posteriormente foi feito um levantamento do número de vezes que cada objeto e palavra das lâminas projetadas foram memorizados em cada grupo, mas como material para futuros artigos científicos.

Para o critério de correção da terceira etapa, a lista de palavras ouvidas, procedeu-se da seguinte forma: foi somado o número de palavras corretas de cada aluno, depois somados por grupo.

## **V –ANÁLISE DOS RESULTADOS**

### **1- RESULTADOS**

#### **1.1 - Descrição da amostra**

Os resultados foram dispostos separadamente em tópicos com o objetivo de facilitar a compreensão e a leitura dos mesmos. Primeiramente, apresentou-se um perfil da amostra estudada em função de sexo e idade.

Nas seções seguintes transformaram-se os acertos absolutos, obtida nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial estudada (sem localização do estímulo ou com localização do estímulo), em porcentagens de acerto, que foram descritos da seguinte maneira:

Primeiramente foram apresentados os resultados dos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial (com e sem localização) para o estímulo DESENHOS, (seção 1.2.1). Em seguida, foram descritos os resultados dos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial (com e sem localização) do estímulo PALAVRAS, (seção 1.2.2) e finalmente foram indicados os dados da evocação livre da lista de palavras apresentadas auditivamente, (seção 1.3).

Nas sessões posteriores foram indicados os dados ligados a tarefas de recordação viso-espacial (seção 1.4), o tipo de estímulo utilizado (seção 1.5) e terminando a exposição dos resultados, apresentou-se a análise feita para os sexos em relação à tarefa, aos estímulos e aos grupos estudados (seção 1.6).

Esta disposição dos dados obtidos permitirá ao leitor uma visão mais significativa tanto do componente visual quanto do componente espacial do modelo de memória de trabalho de Badelley, para amostras de musicistas e não musicistas.

Em cada nível da tarefa experimental foram indicados os resultados das amostras dos três grupos participantes: alunos de música (musicistas) e alunos de Engenharia e de Letras (não musicistas). Com a finalidade de caracterizar essas amostras, foi apresentada, inicialmente, uma descrição geral de cada grupo, indicando as porcentagens da distribuição dos participantes, o tipo de curso, idade e sexo.

As porcentagens de acertos foram submetidas a uma análise de variância mista (ANOVA 2X2X3) para os fatores experimentais, a saber: níveis da tarefa viso-espacial (sem localização do estímulo ou com localização do estímulo), tipo de estímulo apresentado (desenho ou palavra) e grupo (Letras, Engenharia e música). Além disso, procedeu-se uma ANOVA *one way* para a lista de palavras apresentadas auditivamente.

O mesmo procedimento estatístico (ANOVA 2X3) para os fatores experimentais (tipo de estímulo e grupo) foi usado para analisar os dados relacionados especificamente ao tipo de estímulo estudado (desenho ou palavras). Para isso, calculou-se a média obtida dos dois níveis da exigência da tarefa experimental para estímulos desenho e palavras antes de se submeter os dados a ANOVA. Estes dados podem ser vistos na seção 1.5

### 1.1.1- Descrição das amostras estudadas

A Tabela 2 indica o perfil geral da amostra que realizou todas as condições do design experimental. O número total de participantes foi de 129 alunos, sendo 69 do sexo masculino e 60 do sexo feminino. Esta distribuição objetivou um equilíbrio da amostra estudada, como também da média das idades que foi de 22 anos.

2- Tabela da amostra estudada em função de sexo e idade

CURSOS	SEXO		IDADE (Média)
	Masculino	Feminino	
Letras	06	36	21,2 anos
Engenharia	43	02	20,6 anos
Música	20	22	24,6 anos
n= 129			

### 1.1.2- Descrição das amostras por estímulos e por níveis de exigência da tarefa visoespacial

De acordo com os dados da tabela 3, os resultados da tarefa visoespacial (sem localização do estímulo) que se relacionam ao estímulo da lâmina intitulada DESENHOS (quantos desenhos foram recordados da lâmina apresentada) indicaram que os alunos de Engenharia tiveram um desempenho melhor que os alunos de Letras (4,03%) e os alunos de Música (5,87%).

Para o mesmo estímulo DESENHOS em relação aos níveis da tarefa visoespacial (com localização do estímulo), ou seja, quantos desenhos foram recordados nas respectivas posições que foram visualizadas, os resultados também indicaram que os alunos de Engenharia tiveram um desempenho melhor que os alunos de Letras (10,6%) e que os alunos

de Música (8,54%). Em síntese, os estudantes de Engenharia foram mais eficientes na recordação do estímulo DESENHOS, nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial, sobressaindo-se em relação à localização do estímulo na lâmina.

Tabela 3: Tabela descritiva da média de acertos e desvio padrão do estímulo da lâmina Desenhos sem localização do estímulo (recordação dos desenhos memorizados) e Desenhos com localização do estímulo (recordação dos desenhos e de suas respectivas posições)

<b>Estímulo/Tarefa</b>	<b>GRUPOS</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>Desenhos sem localização</b>	Letras	42,03	15,07	42
	Engenharia	46,06	13,19	45
	Música	40,19	14,01	42
	Total	42,84	14,20	129
<b>Desenhos com localização</b>	Letras	31,68	14,66	42
	Engenharia	42,34	14,80	45
	Música	33,80	15,36	42
	Total	36,09	15,54	129

n= 129

Em relação ao estímulo da lâmina PALAVRAS, a tabela 4 indica os resultados dos níveis da tarefa viso-espacial (sem localização do estímulo) que se relacionam ao estímulo da lâmina PALAVRAS (quantas palavras foram recordadas da lâmina apresentada) indicando, novamente, que os alunos da Engenharia tiveram um desempenho melhor que os alunos de Letras (5,66%) e os alunos de Música (5,18%).

Para o mesmo estímulo PALAVRAS e para o nível da tarefa viso-espacial (com localização do estímulo), ou seja, quantas palavras foram recordadas nas respectivas posições da lâmina apresentada, os resultados também indicaram que os discentes de Engenharia tiveram um desempenho melhor que os alunos de Letras (9,49%) e dos alunos de Música (5,34%). Em suma e de acordo com as médias de todos os grupos, o nível da tarefa viso-espacial (sem localização do estímulo) foi melhor percebida na lâmina PALAVRAS (acerto médio de palavras foi igual a 46,47%, enquanto ao acerto médio de DESENHO foi igual a

42,84 %) e que os estudantes de Engenharia foram mais eficientes na recordação do estímulo da lâmina PALAVRAS (50,20%), tanto para o nível da tarefa viso-espacial sem localização, como para o nível da tarefa viso-espacial com localização (43,49%).

Tabela 4: Tabela descritiva das médias de acerto e desvio padrão para lâmina Palavras sem localização do estímulo (recordação das palavras memorizados) e Palavras com localização do estímulo (recordação das palavras e de suas respectivas posições)

<b>Estímulo/Tarefa</b>	<b>GRUPOS</b>	<b><math>\bar{X}</math></b>	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>Palavras sem localização</b>	Letras	44,54	14,88	42
	Engenharia	50,20	18,26	45
	Música	45,02	15,84	42
	Total	46,67	16,51	129
<b>Palavras com localização</b>	Letras	34,00	17,91	42
	Engenharia	43,49	19,67	45
	Música	38,15	17,68	42
	Total	38,66	18,74	129

n= 129

De acordo com a tabela 5, os resultados dos estímulos das lâminas DESENHOS e PALAVRAS mostraram que para o estímulo da lâmina DESENHOS, independente do nível de exigência da tarefa viso-espacial, os alunos de Engenharia foram mais eficientes que os alunos de Letras (7,35%) e que os alunos de Música (7,12%). Já para o estímulo da lâmina PALAVRAS, independente também do nível de exigência da tarefa viso-espacial, os discentes de Engenharia também tiveram um desempenho melhor que os alunos de Letras (7,39%) e dos alunos de Música (5,34%), demonstrando assim, que os alunos de Engenharia tiveram uma maior porcentagem de acertos nos dois estímulos apresentados em relação aos alunos de Letras e de Música.

Tabela 5- Tabela descritiva da porcentagem de acertos e desvio padrão das lâminas cujos estímulos eram respectivamente Desenhos ou Palavras.

<b>Estímulo/Tarefa</b>	<b>GRUPOS</b>	$\bar{X}$	<b>DP</b>	<b>N</b>
<b>Desenhos</b>	Letras	36,87	14,24	42
	Engenharia	44,22	13,16	45
	Música	37,02	14,48	42
	Total	39,48	14,27	129
<b>Palavras</b>	Letras	39,86	15,57	42
	Engenharia	46,87	18,75	45
	Música	41,60	16,07	42
	Total	42,87	17,04	129

n= 129

## 1.2 - As duas exigências da Tarefa viso-espacial (sem e com localização)

Segundo Sternberg (2001), nas tarefas de livre evocação não são levados em conta a ordem e o lugar, mas o que foi recordado. Assim, a condição experimental realizada nesse estudo em relação à tarefa viso-espacial sem localização do estímulo, das lâminas DESENHOS e PALAVRAS, pode-se considerar como tarefas de livre recordação, ao se levar em consideração quantos desenhos ou palavras o participante foi capaz de recordar, independentemente da ordem e da posição apresentadas.

Entretanto, quando a exigência da tarefa viso-espacial foi a de localizar o estímulo nas lâminas DESENHOS e PALAVRAS, ou seja, o lugar onde estava o objeto e as palavras nas lâminas, indicado pelo ponto preto, foi possível obter dados de memória espacial.



### 1.2.1– Dados dos dois níveis de exigência da tarefa visuo-espacial para a lâmina DESENHOS

Submeteram-se as porcentagens de acerto, obtidas nos dois níveis de exigência da tarefa visuo-espacial da lâmina DESENHOS, a uma ANOVA (2X3) para os fatores experimentais: tipo de tarefa (recordação sem ou com localização do estímulo) e grupo (Letras, Engenharia e Música).

Os resultados para o estímulo DESENHOS indicaram que o nível de exigência da tarefa visuo-espacial sem localização do estímulo (quais desenhos foram memorizados) é estatisticamente diferente do nível de exigência da tarefa visuo-espacial com localização do estímulo (quais os desenhos e suas respectivas posições espaciais)  $F(1, 126) = 86,67$ ;  $p < 0,001$  para os três grupos avaliados, conforme mostra a figura 8.

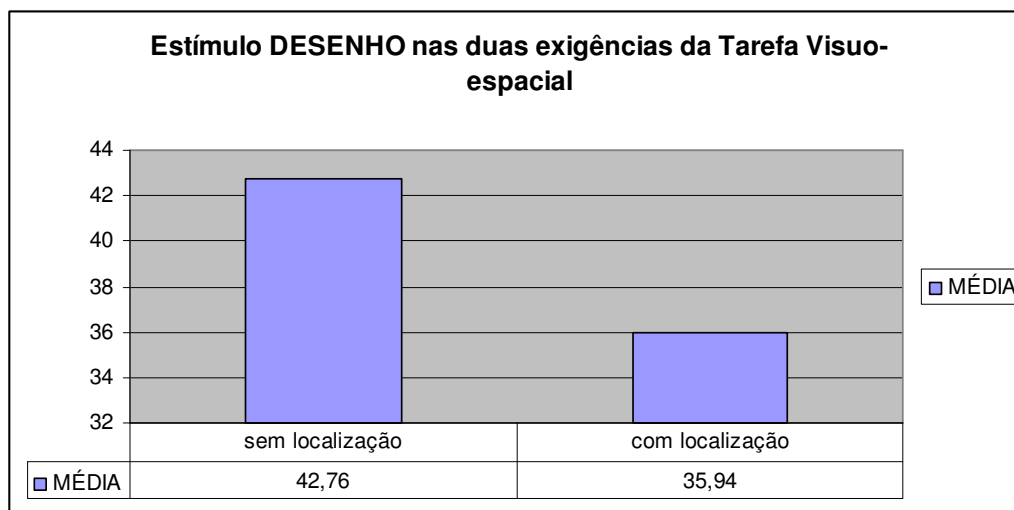


Figura 8 – Média de acertos em porcentagem para o Estímulo DESENHO, nas duas exigências da tarefa visuo-espacial entre os grupos.

Observou-se ainda uma interação entre nível de exigência da tarefa e os grupos estudados,  $F(2, 126) = 6,95$ ;  $p < 0,001$ .

A recordação do nível de exigência da tarefa viso-espacial sem localização do estímulo na lâmina DESENHOS indicou que os alunos de Engenharia foram mais eficientes que os alunos de Letras (4,03% mais acertos) e que os alunos de Música (5,87% mais acertos).

Para a recordação do nível de exigência da tarefa viso-espacial com localização do estímulo na lâmina DESENHOS, os resultados apontaram que os alunos de Engenharia foram mais eficientes que os alunos de Letras (10,65% mais acertos) e dos alunos de Música (8,53% mais acertos), Conclui-se assim que os discentes de Engenharia tiveram uma maior porcentagem de acertos da informação espacial em relação aos alunos de Letras e Música. Contudo, neste caso, a diferença de acertos entre os estudantes de Engenharia e os de Música foi menor do que entre os estudantes de Engenharia e os de Letras.

Para testar a diferença de desempenho entre os grupos e verificar quais das diferenças acima foram estatisticamente significativas realizou-se um “*teste t*” que indicou o seguinte: os estudantes de Engenharia apresentaram desempenho diferente dos estudantes de Letras para a condição experimental em que os estímulos foram DESENHOS e o nível de exigência da tarefa foi a de localizar o objeto  $t(85) = -3,371$ ;  $p < 0,001$ . Por outro lado, alunos de Música apresentaram um desempenho diferente dos estudantes de Engenharia para a condição experimental em que os estímulos foram DESENHOS e o nível de exigência da tarefa foi a de recordar o objeto sem sua localização  $t(85) = 2,013$ ;  $p < 0,047$ . Quando a condição experimental em que os estímulos foram DESENHOS e o nível de exigência da tarefa foi a de localizar o objeto  $t(85) = 2,639$ ;  $p < 0,01$ , estudantes de Música e de Letras não apresentaram desempenhos estatisticamente diferentes para as duas condições apresentadas nesta seção (estímulo DESENHOS e nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial).

### 1.2.2- Dados dos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial para lâmina PALAVRAS

Da mesma forma que na seção anterior, submeteram-se as porcentagens de acerto, obtidas nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial da lâmina “PALAVRAS”, a uma ANOVA (2X3) para os fatores experimentais: tipo de tarefa (recordação sem ou com localização do estímulo) e grupo (Engenharia, Letras e Música).

Os resultados que se relacionam ao estímulo PALAVRAS, com relação aos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial, mostraram que houve diferença significativa entre elas, ou seja, a recordação do estímulo PALAVRAS é diferente quando a informação requerida é relacionada apenas ao que foi visto, comparativamente à situação em que se requereu tanto a informação acerca do que foi visto quanto à informação acerca da posição espacial específica que ocupava na lâmina  $F(1, 126) = 157,62$ ;  $p < 0,001$ , conforme mostra a figura 9.

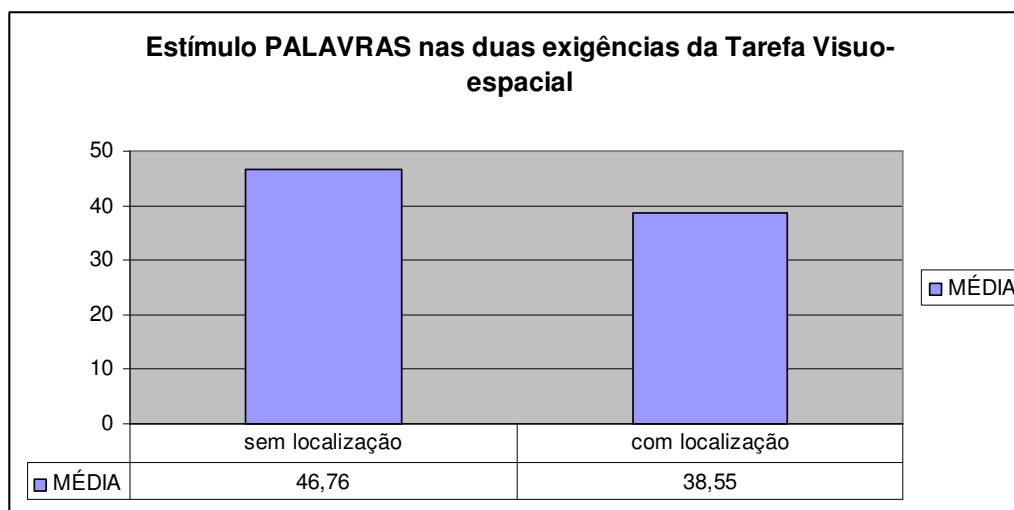


Figura 9 – Média de acertos em porcentagem para o Estímulo PALAVRAS, nas duas exigências da tarefa viso-espacial entre os grupos.

Observou-se também uma interação entre níveis de exigência da tarefa e grupo quando os estímulos memorizados eram palavras.  $F(2, 126) = 3,848$ ;  $p < 0,024$ .

O nível de exigência da tarefa viso-espacial sem localização do estímulo na lâmina PALAVRAS indicou que os alunos de Engenharia foram mais eficientes que os alunos de Letras (5,66% mais acertos) e dos alunos de Música (5,18% mais acertos).

Para a recordação do nível de exigência da tarefa viso-espacial com localização do estímulo na lâmina PALAVRAS, os resultados mostraram que estudantes de Engenharia tiveram um desempenho melhor que os estudantes de Letras (9,49% mais acertos) e dos estudantes de Música (5,34% mais acertos). Esses dados demonstraram que os discentes de Engenharia tiveram uma maior porcentagem de acertos da informação espacial em relação aos alunos de Letras e Música. Entretanto, novamente a diferença de acertos entre os estudantes de Engenharia e os de Música é menor do que entre os estudantes de Engenharia e os de Letras.

Para testar a diferença entre os grupos realizou-se um ‘*teste t*’ que indicou o seguinte: os estudantes de Engenharia apresentaram desempenho diferente dos estudantes de Letras para a condição experimental em que os estímulos foram PALAVRAS e o nível de exigência da tarefa foi a de localizar o objeto  $t(85) = -2,348$ ;  $p < 0,021$ . Por outro lado, estudantes de Música não apresentaram um desempenho diferente de estudantes de Engenharia para a condição experimental em que os estímulos foram PALAVRAS e ao nível de exigência da tarefa foi a de recordar o objeto sem sua localização ( $p > 0,05$ ) ou quando a condição experimental em que os estímulos foram PALAVRAS e a tarefa foi a de localizar o objeto ( $p > 0,05$ ), estudantes de Música e de Letras também não apresentaram desempenhos estatisticamente diferentes para as duas condições apresentadas nesta seção (estímulo PALAVRAS e nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial).

### **1.3- Evocação livre de PALAVRAS apresentadas auditivamente**

Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre os grupos para tarefas de livre evocação de palavras apresentadas auditivamente  $F(2, 126) = 0,234$ , ns), ou seja, os três grupos tiveram desempenho semelhante nessa condição experimental, com pequena diferença positiva para o curso de Música. Os resultados mostraram ainda que a média das palavras ouvidas dos 3 grupos foi de 36,91% e o Desvio Padrão de 8,9 (Letras, média = 36,62, dp = 9,335; Engenharia, média = 37,64, dp = 9,621 e Música, média = 36,42, dp = 7,673)

### **1.4 – Comparação entre os dois níveis de exigências da tarefa Viso-espacial**

Com a finalidade de se avaliar o papel dos níveis de exigência da tarefa viso-espacial em relação ao tipo de estímulo, grupos estudados e sexo dos sujeitos, realizou-se uma ANOVA mista, a saber: nos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial (sem localização do estímulo e com localização do estímulo), tipo de estímulo apresentado (desenhos e palavras) e as seguintes variáveis intergrupais: grupo (Letras, Engenharia e Música) e sexo (masculino e feminino). Foram obtidos os seguintes resultados:

O nível de exigência da tarefa viso-espacial (sem localização do estímulo) foi melhor evocado (7,43% a mais) que o nível de exigência da tarefa viso-espacial (com localização do estímulo), ou seja, houve um maior número de acertos quando a tarefa demandava a memorização da informação sem sua localização do que comparativamente à condição de onde estava cada estímulo memorizado, conforme indica a figura 10.

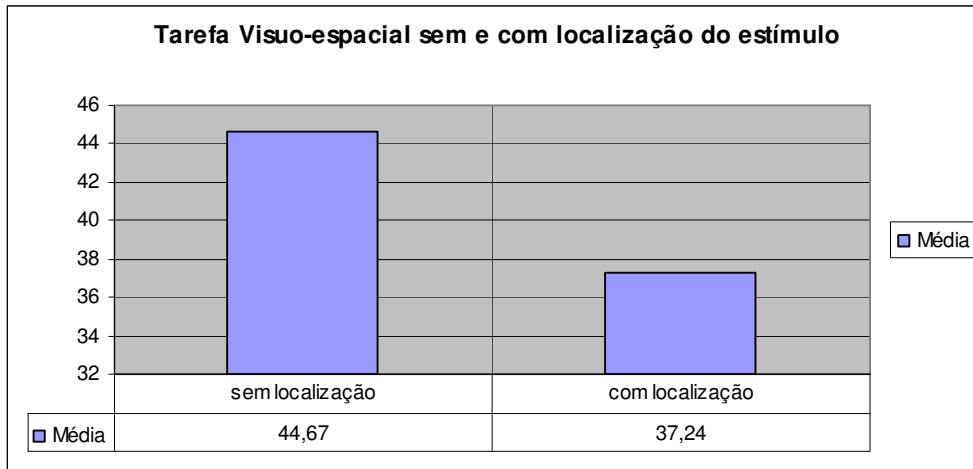


Figura 10– Média de acertos em porcentagem para a Tarefa Viso-espacial sem e com localização do estímulo.

Foi demonstrado também que houve diferença significativa entre os dois níveis de exigência da tarefa de recordação, ou seja, a tarefa visuo-espacial sem localização do estímulo foi diferente da recordação da informação com a localização,  $F(2, 126) = 70,035$ ;  $p < 0,001$ .

Quanto à comparação dos grupos em relação aos dois níveis de exigência da tarefa visuo-espacial, os resultados indicaram:

- 1) para o nível da tarefa visuo-espacial (sem localização do estímulo), os estudantes de Engenharia foram mais eficientes do que os de Letras (4,85% mais acertos) e os de Música (5,53% mais acertos), conforme figura 11.

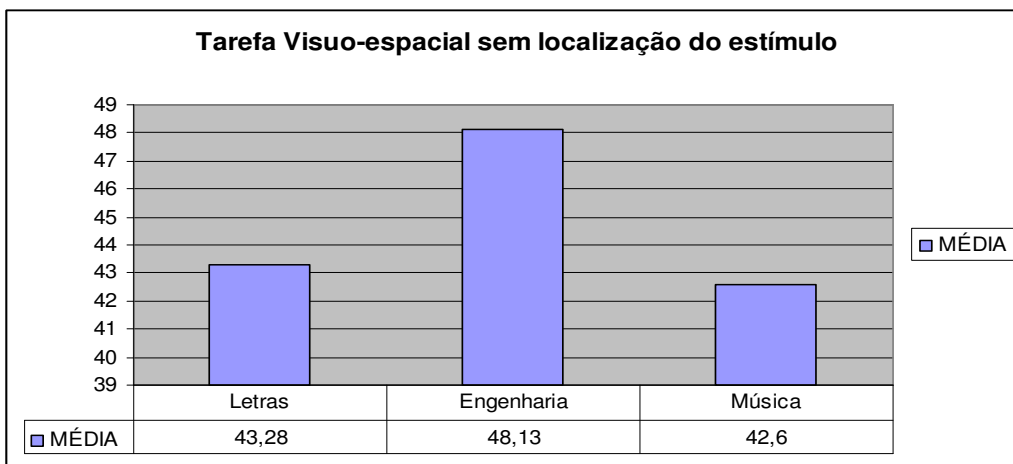


Figura 11 – Média de acertos em porcentagem para a Tarefa Viso-espacial sem localização do estímulo.

2) para o nível de exigência da tarefa viso-espacial (com localização do estímulo), os alunos de Engenharia também foram mais eficientes do que os de Letras (10,07% mais acertos) e os de Música (6,94% mais acertos), demonstrando assim que os discentes de Engenharia realizaram os dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial com mais proficiência, destacando-se mais na tarefa de recordação com a localização do estímulo (memória espacial). Esta eficiência de desempenho nos dois níveis da tarefa é seguida por estudantes de Música e de Letras para os dois tipos de estímulos estudados, conforme figura 12.

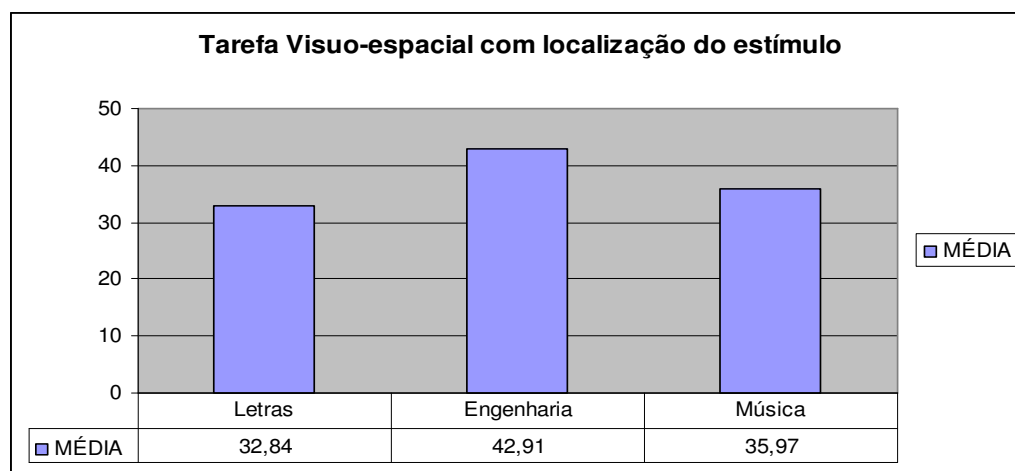


Figura 12 – Média de acertos em porcentagem para a Tarefa Viso-espacial com localização do estímulo.

Em todos os 3 grupos em relação às duas exigências da Tarefa viso-espacial, indicaram que o nível de exigência da tarefa (sem localização do estímulo) foi superior ao nível de exigência da tarefa (com localização), de forma que os alunos de Engenharia tiveram a menor diferença entre elas (5,22%), seguido dos de Música (6,63%) e Letras (10,44%), demonstrando que os de Letras foram os que tiveram o menor índice de memória espacial.

### 1.5 - Comparação entre os estímulos

Da mesma forma, com a finalidade de se avaliar o papel dos estímulos, independentemente dos dois níveis de exigência da tarefa avaliada, calculou-se a média das porcentagens de acerto de todos os sujeitos para DESENHOS (recordação sem e com localização do estímulo) e para PALAVRAS (recordação sem e com localização do estímulo)

Obteve-se então os seguintes resultados:

Em relação aos estímulos da lâmina DESENHOS e PALAVRAS, o estímulo PALAVRAS foi mais eficiente (3,2%) do que o de DESENHOS, ou seja, houve melhor recordação da lâmina PALAVRAS, como mostra a figura 13.

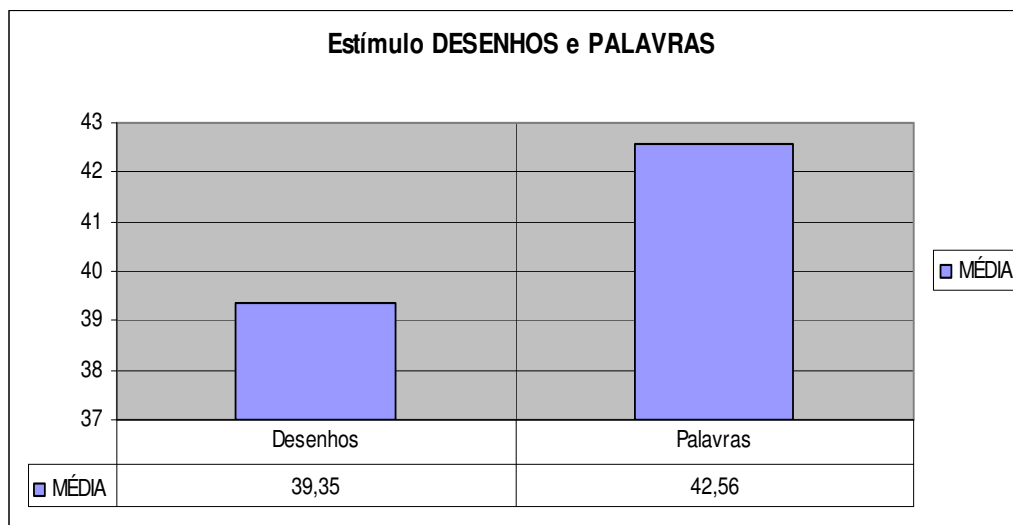


Figura 13 – Média de acertos em porcentagem entre os estímulos Desenhos e Palavras

Entretanto, esta diferença não foi estatisticamente significativa  $p > 0,05$ . Quanto à comparação entre os grupos em relação aos estímulos da lâmina DESENHOS e PALAVRAS, independentemente da tarefa, os resultados indicaram:



1) para o estímulo da lâmina DESENHOS, os alunos de Engenharia foram mais eficientes do que os de Letras (7,34%) e que os de Música (7,21%), de acordo com a figura 14.

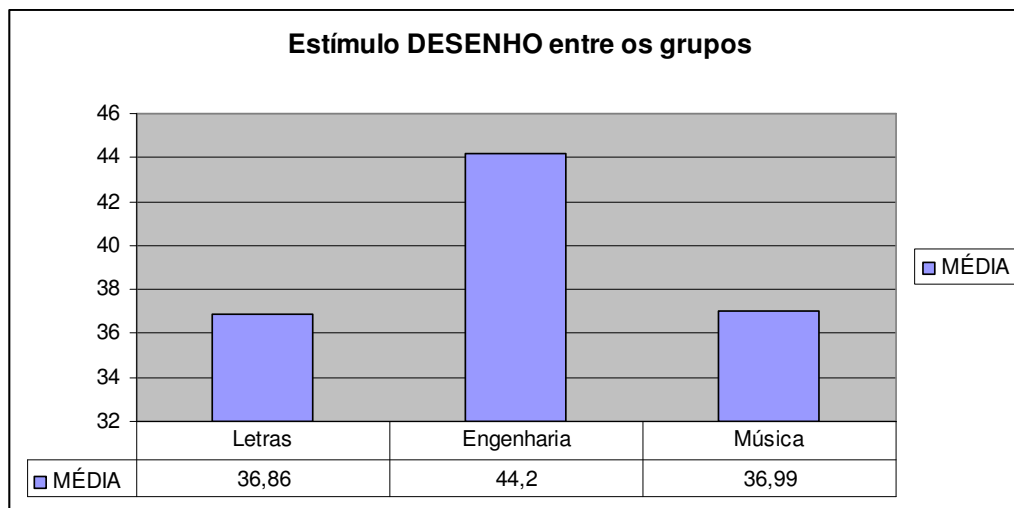


Figura 14 – Média de acertos em porcentagem entre o estímulo Desenhos e os grupos

2) para o estímulos da lâmina PALAVRAS, os estudantes de Engenharia também foram mais eficientes do que os de Letras (7,58%) e que os de Música (5,27%), demonstrando assim que os discentes de Engenharia são mais eficientes, independentemente dos dois níveis de exigência da tarefa viso-espacial , destacando-se mais no nível de exigência da tarefa de recordação com a localização do estímulo (memória espacial), conforme mostra figura 15.

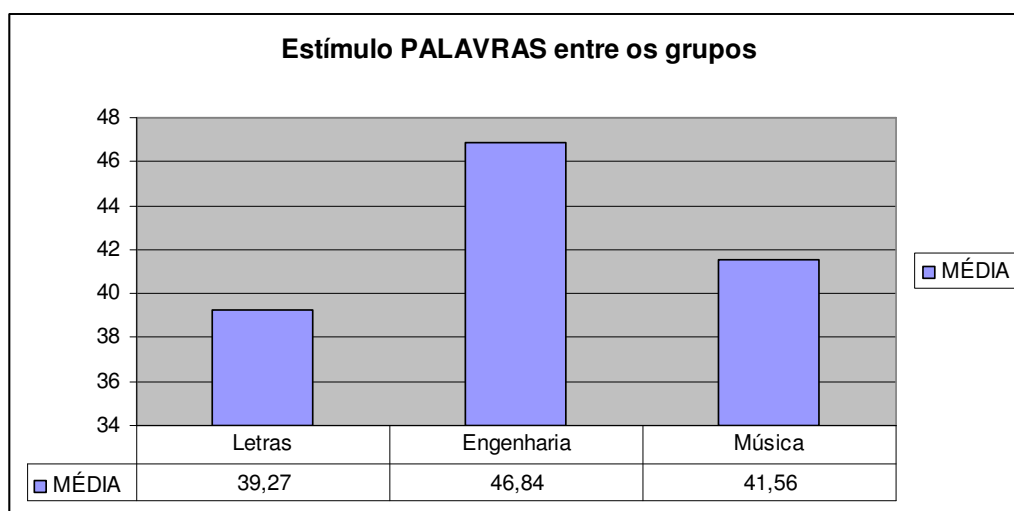


Figura 15 – Média de acertos em porcentagem entre o estímulo Palavras e os grupos

Em seguida, o grupo de estudantes de Música foi mais eficiente que o Letras no estímulo DESENHO (0,13%) e no estímulo PALAVRAS (2,31%), ou seja, os alunos de Letras obtiveram menores taxas de acerto em ambos os estímulos.

Em relação aos estímulos DESENHOS e PALAVRAS, em todos os três grupos o estímulo PALAVRAS foi melhor evocado que o estímulo DESENHOS, de forma que os alunos do curso de Letras tiveram a menor diferença entre elas (2,41%), seguido dos de Engenharia (2,64%) e dos de Música (4,57%), demonstrando que Música foi a que teve maior diferença entre os dois estímulos, evocando melhor o estímulo PALAVRAS.

#### **1.6 – Comparação envolvendo sexo, grupo, estímulo e tarefa:**

A ANOVA descrita no item 1.4 mostrou que não há diferença significativa entre os sexos independentemente do nível de exigência da tarefa testada e do grupo a que pertenciam  $p > 0,05$ . Também que a média e o desvio padrão considerando as variáveis testadas demonstra que não há nenhuma tendência de acertos considerando o sexo em relação às variáveis testadas, conforme mostra a Tabela 6.

Tabela 6: Média e desvio padrão considerando as variáveis testadas (sexo, grupo, estímulo e níveis de exigência da tarefa)

SEXO	GRUPO	ESTÍMULO	Nível de exigência da TAREFA	$\bar{X}$	DP
Feminino	Letras	Desenho	S/localização	41,3	2,33
			C/localização	32,0	2,47
		Palavra	S/localização	44,3	2,76
			C/localização	34,8	3,10
	Engenharia	Desenho	S/localização	59,9	9,91
			C/localização	54,3	10,4
		Palavra	S/localização	44,2	11,7
			C/localização	38,5	13,1
	Musica	Desenho	S/localização	42,8	2,98
			C/localização	37,6	3,16
		Palavra	S/localização	45,1	3,54
			C/localização	39,7	3,97
Masculino	Letras	Desenho	S/localização	46,1	5,72
			C/localização	29,5	6,06
		Palavra	S/localização	45,7	6,78
			C/localização	29,0	7,60
	Engenharia	Desenho	S/localização	45,4	2,13
			C/localização	41,7	2,26
		Palavra	S/localização	50,4	2,53
			C/localização	43,7	2,84
	Musica	Desenho	S/localização	37,2	3,13
			C/localização	29,5	3,32
		Palavra	S/localização	44,8	3,71
			C/localização	36,4	4,16

n = 129

S/localização – Sem localização

C/localização – Com localização

É importante ressaltar que no Teste Pictórico original, o critério de correção é de quantos objetos são evocados. Para essa tarefa, que é visual, possivelmente favorece a memória verbal porque há repetição subvocal durante o processo de memorização. No caso dos testes de memória aplicados nesse estudo, a tarefa teve dois níveis de exigência, a visual e a espacial, pois os participantes tiveram de registrar na folha de resposta quais objetos lembravam (memória visual) e o local que estavam na lâmina (memória espacial) ao mesmo tempo, conforme manual de instrução (anexo I). Dessa forma, a tarefa sempre foi a mesma,

porém o critério de correção foi diferente, pois na hora do registro a tarefa teve duas exigências (viso-espacial), enquanto que no Teste Pictórico original a exigência foi visual. Dessa forma, na correção da tarefa viso-espacial, os resultados foram separados, ou seja, os acertos de quais objetos foram lembrados (memória visual) e os acertos de quais objetos foram localizados corretamente na folha de resposta (memória espacial).

Conclui-se que tudo o que foi visual, talvez tenha favorecido a memória verbal porque houve a repetição subvocal. No entanto, ao se pedir a localização do objeto ou palavra, a exigência foi de memória espacial, sendo então uma resposta viso-espacial. Ao se separar na correção os resultados viso-espaciais, foi possível concluir que os estudantes de Música têm uma habilidade semelhante aos estudantes de Engenharia, que é a memória espacial.

Os dados comprovaram isso, pois quando o estímulo foi da lâmina DESENHOS, nas duas exigências da tarefa viso-espacial entre os grupos, os resultados demonstraram que 42,76% de acertos foram sem localização do objeto, ou seja, de memória visual e 35,94 % de acertos com a localização dos objetos, ou seja, de memória espacial. A diferença nos resultados entre a memória visual e espacial foi de 6,82%. Quando o estímulo foi PALAVRAS, nas duas exigências da tarefa viso-espacial entre os grupos, os resultados demonstraram que 46,76% de acertos foram sem localização das palavras e 38,55 % de acertos foram com a localização das palavras. A diferença entre eles foi de 8,21%.

Portanto, a diferença entre os estímulos DESENHOS e PALAVRAS, na exigência sem localização do objeto, isto é, de memória visual, foi de 4% a mais para a lâmina PALAVRAS e na exigência com localização do objeto, ou seja, de memória espacial, a diferença foi de 2,61% a mais para a lâmina PALAVRAS.

## **VI - DISCUSSÃO**

### **1- Apresentação**

Esse capítulo foi organizado a partir de três pontos principais. Primeiro, foram discutidos os resultados da pesquisa, relacionando-os às especificidades de cada curso investigado; segundo, uma relação dos resultados à luz do modelo de memória de trabalho, em seus subsistemas, e terceiro, uma visão dos tipos de representação mental envolvidos nos testes de memória realizados neste trabalho. Finalizando, teceram-se considerações finais sobre a importância do estudo de música no desenvolvimento da memória de trabalho, o que justificaria uma atividade interdisciplinar envolvendo o estudo de música junto com outras disciplinas do elenco de disciplinas que constituem o ensino fundamental e médio, bem como na formação do musicista, propriamente dita.

A presente discussão foi desenvolvida a partir de parâmetros de comparação entre musicistas e não musicistas, no que se refere ao modelo de memória de trabalho de Alan Baddeley. A amostra de não musicistas contemplou dois cursos diferentes, hipotetizando-se que as diferentes amostras pudessem ser comparadas com a amostra de musicistas para cada um dos subsistemas de memória de trabalho investigados (verbal e viso-espacial).

### **2 – Grupos**

#### **2.1- Letras**

Na comparação entre o desempenho de musicistas e não musicistas (do curso de Letras) foi possível investigar diretamente a memória de trabalho e indiretamente os processos de

codificação entre música e linguagem e áreas cerebrais afins, que pudessem justificar as semelhanças e / ou diferenças de memória verbal.

O curso de Letras, com suas especificidades lingüísticas, se caracteriza pela maior exigência de memória verbal (palavra ouvida ou lida), ou seja, é possível que o curso possa exigir de seus graduandos a utilização mais freqüente do laço fonológico proposto no modelo de memória de trabalho de Baddeley. Isso foi observado nos resultados, pois os dados de memória verbal foram satisfatórios e muito semelhantes aos de Música, tanto para a evocação livre das palavras apresentadas auditivamente, quanto para a exigência da memória visual, quando a tarefa exigiu repetição subvocal. A literatura mostra que musicistas têm suas habilidades de memória verbal mais desenvolvidas e, portanto, as semelhanças neste nível (verbal) com o grupo de estudantes de Letras parecem indicar que ambos os cursos exigem e desenvolvem habilidades de memória verbal em seus graduandos, mas que não confirma a hipótese inicial de que os musicistas teriam desempenho diferenciado em relação aos alunos de Letras.

Porém, quando a demanda foi espacial, ou seja, a localização do objeto, os resultados dos estudantes de Letras demonstraram diferenças significativas em relação aos estudantes de Música e Engenharia, pois nestes grupos, em todas as condições experimentais que avaliaram processamento de informação espacial, eles tiveram melhores resultados de memória visoespacial em relação ao grupo de Letras.

A aproximação dos resultados de memória verbal entre o grupo de estudantes de Letras com os músicos, nos leva a supor semelhanças entre aprender música e línguas, como também a ativação de semelhantes áreas hemisféricas (Jones, 1998; Knox, 2000; Zatorre, 2002; Platel, 2003; Zatorre et al, 2005; Zatorre & Halpern, 2005; Schiffman, 2005; Schön & Besson, 2005 e outros).

## 2.2- Engenharia

O curso de Engenharia, segundo Adánez (2002), é um dos cursos que integra atividades específicas de tipo técnico (Engenharia, projeto mecânico, pilotagem de aviões, etc.) e artístico (arquitetura, desenho gráfico e visual, etc.) que necessita de desenvolvimento de habilidades espaciais, ou seja, de transformar mentalmente as figuras e manter ativa a informação espacial durante o processo de transformação. Segundo o autor, a aptidão espacial é uma das habilidades mais estudadas no âmbito da cognição humana nessa área, portanto, é provável que haja uma exigência maior com relação ao aspecto viso-espacial da memória de trabalho, principalmente por ser uma exigência de disciplinas como desenho técnico, matemática, cálculo diferencial, integral e outras (Bertolozzi, 2004 e Alves, 2005).

Assim, os dados indicaram que o bom desempenho dos estudantes de Engenharia nas demandas da tarefa viso-espacial sugeriu uma maior habilidade em relação a este tipo de demanda, comparativamente aos estudantes de Música e principalmente aos de Letras. Em relação à memória verbal, os resultados foram semelhantes aos dos estudantes de Letras e dos de Música no teste de evocação livre das palavras apresentadas auditivamente.. Em relação aos testes de memória viso-espacial, no que tange a exigência da identificação de um objeto pela memória, eles foram eficientes também, o que leva a supor que os alunos de Engenharia utilizam a repetição subvocal durante a evocação tão bem quanto os outros grupos estudados. Entretanto, quando a exigência foi localizar o objeto, ou seja, a memória espacial, eles foram os mais eficientes dos três grupos, sugerindo um incremento da habilidade espacial na área de Engenharia. O que se conclui é que os alunos de Engenharia utilizam, de forma bem efetiva, ambos os subsistemas memória de trabalho.

Entretanto, ao se comparar os resultados de memória viso-espacial dos estudantes de Engenharia com os musicistas, houve uma proximidade nos resultados, principalmente em

memória espacial, ou seja, localizar o objeto no espaço, que é também uma das especificidades da música, pelo treino de ler e localizar as notas musicais na pauta (conjunto de 5 linhas e 4 espaços onde se escrevem as notas musicais) e transferir a informação espacialmente para as regiões graves, médias ou agudas do instrumento, além do correlato sonoro produzido por esse domínio viso-espacial (ver apêndice G). Estudos como o de Furman (1997), Gaser & Schlaug (2003) e Sluming et al.(2007) comprovam essas habilidades de leitura e desenvolvimento viso-espacial em musicistas, de modo que o treinamento musical alteram algumas funções cerebrais, aumentando o desempenho cognitivo da tarefa viso-espacial.

Em relação às características espaciais do movimento, Posner (1967) e Laabs (1973), postularam que há características espaciais do movimento que são diferenciadas, tais como a localização e a distância do objeto. Aplicado à música, pode-se concluir que há em sua decodificação espacial, tanto a localização no instrumento, como a distância (relação intervalar) entre as notas, além de imagens mentais criadas que antecedem a execução. Portanto, um nível de exigência espacial mais apurado do que o de apenas localizar um objeto ou palavra, como foi o teste aplicado nesse estudo. Isso parece sugerir que embora o teste de memória não tenha utilizado um código musical familiar, pois a amostra não era só de musicistas, os resultados parecem indicar um desempenho viso-espacial melhor dos musicistas, possivelmente pelas atividades exigidas em sua formação musical e que provavelmente decorre da decodificação de informações viso-espaciais durante o processamento da memória de trabalho na execução musical.

Portanto, é provável que o estudo de música também desenvolva a memória viso-espacial e não só verbal, como sugere a literatura. E que esse desenvolvimento pode ser comparado com profissões como Engenharia, arquitetura, artes plásticas e outras (Adánez, 2002 e Alves, 2005), onde aspectos viso-espacial são exigidos, desde o reconhecimento de



faces, formas geométricas, cor, dimensão, textura, visualização mental, imagens, figuras espaciais, como também de aspectos musicais, como o reconhecimento e execução de melodias, timbre, percepção da altura do som, intensidade, harmonia e canto (Kimura, 1961; Muszkat, 1998; Muszkat. et al., 1991; Edwards, 2000 e Carvalho, 2005). E que musicistas ativam lobos cerebrais direito em suas atividades viso-espaciais (Platel et al., 1997; Barbizet & Duizabo, 1985; Schlaug, 2001; Williamon & Valentine, 2002). Segundo Matlin (2003), de maneira geral, as pesquisas sobre imageamento cerebral (fMRI e PET *scan*) sugerem que as tarefas visuais e espaciais tendem a ativar o hemisfério direito e não o esquerdo (Gazzanica & Heatherton & Heatherton, 1998 e Smith & Jonides, 1997), sugerindo que o hemisfério direito é responsável em geral por tarefas espaciais, não verbais.

Portanto, os resultados vêm elucidar dados da pesquisa que sugerem ser o estudo sistemático de música um fator de desenvolvimento, além de memória verbal, também da memória especial, aproximando-se de áreas como a Engenharia.

### **2.3- Música**

Segundo Correia et al. (1998) a prática instrumental relaciona-se às “funções musicais” como um conjunto de atividades cognitivas e motoras envolvidas no processamento da música. Tais funções exigem operações mentais multimodais, pois a sua prática envolve a modalidade visual para as notações musicais; modalidade espacial para a localização no instrumento e distância (relação intervalar) entre as notas; a modalidade auditiva para apreciar melodias, ritmos, harmonias e timbres, combinação que define uma peça musical; a expressão motora para a execução musical, que requer a coordenação de diversos músculos e os processos cognitivos e emocionais envolvidos na interpretação da música. Confirmando isso, dados da neurociência cognitiva indicam que no processamento da música há ativação

conjunta dos dois hemisférios (Platel et al., 1997; Barbizet & Duizabo, 1985; Schlaug, 2001; Williamon & Valentine, 2002), onde vários estudos sugerem que cada hemisfério processa diferentes elementos musicais das referidas memórias utilizadas no processo de decodificação, ou seja, atribui-se ao hemisfério esquerdo o julgamento envolvido na percepção do ritmo musical, nos aspectos sequenciais e analíticos da música, duração do som e ordem temporal e ao hemisfério direito, o julgamento na percepção da altura do som, harmonia, timbre, intensidade, melodias e canto (Muszkat 1998; Ringelstein, 1999; Baulac, 2001; Chan et al., 1998; Ho et al, 2003; Zatorre, 2005).

Assim, o curso de Música exige a expressão de capacidades da memória verbal e visoespacial, assemelhando-se de um lado às demandas de memória visoespacial dos alunos de Engenharia e de outro às demandas de memória verbal dos alunos de Letras. Em relação aos estudantes de Letras e de Engenharia conjuntamente, os musicistas se assemelharam no que tange ao desempenho da memória verbal recrutada na modalidade auditiva de apresentação dos estímulos, onde o processo de recuperação envolveu a repetição subvocal.

### **2.3.1 – Discussão dos resultados dos musicistas**

Ao analisar os dados dos estudantes de Música separadamente, foram detectados alguns resultados que o desempenho da memória visoespacial de uns foi melhor que o da memória verbal e vice-versa, ou seja, alguns alunos tiveram predomínio de memória visoespacial e outros tiveram predomínio de memória verbal. Vale ressaltar que houve, também, outros alunos que apresentaram um perfil equilibrado no desempenho visoespacial e verbal.

Na sequência, apresenta-se uma discussão, sustentada pelas teorias de Baddeley e Paivio, sobre as possíveis causas que poderiam justificar essas diferenças encontradas no grupo dos musicistas. É importante destacar que essas informações podem ser úteis para

musicistas, estudantes e professores de música sobre os aspectos de dominância ou não durante a decodificação viso-espacial e verbal, pois se há diferenças no processamento dos códigos, durante sua formação musical, elas podem ser um indício de quais aspectos o musicista necessita desenvolver compensatoriamente em sua formação.

Conforme sugere a literatura, a memória verbal de musicistas dever-se-ia sobressair a dos não musicistas, entretanto, isto não ocorreu nos resultados. Portanto, nesse sentido, a hipótese não foi confirmada, ou seja, o desempenho dos musicistas em memória verbal não se sobressaiu a dos não musicistas e mesmo entre eles, os musicistas, a memória verbal não se sobressaiu totalmente à memória viso-espacial. Entretanto, ao observar esses resultados, surgiu a necessidade, posterior aos resultados obtidos, de buscar explicações que pudessem responder essas diferenças de desempenho dos musicistas.

Assim, em entrevista com um dos professores dos musicistas, acontecida de forma espontânea, foram avaliados alguns resultados individuais, que possibilitaram observar um fato importante. Alguns alunos que tiveram maiores porcentagens de acertos em memória verbal tinham dificuldades de leitura musical, ou seja, não decodificavam bem o alfabeto musical, que exige habilidades viso-espaciais, pois os sinais adquirem diferentes significados dependendo de sua posição espacial na pauta. Da mesma forma, outros que tinham boa leitura musical, tiveram menores porcentagens de acertos de memória verbal, mas foram mais habilidosos na tarefa viso-espacial. Esses dados da entrevista foram importantes, pois indicou qual tipo de habilidade o aluno está necessitando desenvolver mais, pois o estudo instrumental necessita de ambos os tipos de processamento (viso-espacial e verbal).

Apesar de todos os participantes musicistas terem mais de 6 anos de prática instrumental para serem considerados musicistas, conforme sugere a literatura, isso não equivale dizer que a amostra já contemplava músicos profissionais, no sentido de já terem desenvolvido todas as habilidades necessárias em sua formação. É importante salientar que eles são ainda

estudantes, vindos de diferentes escolas de formação musical e que ainda necessitam desenvolver certas habilidades ainda deficientes. Confirmando isso, Santiago (2001) apresenta investigações em áreas relacionadas com a música e cita Ericson (1997) de que “evidência de vários domínios demonstra que uma *performance* de elite é alcançada gradualmente, e cerca de dez anos de intensa preparação são necessários para se atingir um nível internacional de *performance* em domínios tradicionais.” (p.25).

Nesse sentido, essa pesquisa foi também muito importante ao revelar características de desempenho de alguns alunos de música, inclusive vários deles solicitaram seus resultados, que foram passados individualmente, resguardando a não identificação prevista no código de ética.

Assim, a partir dos resultados desse estudo, pode-se sugerir que o grupo de musicistas que foi melhor em memória viso-espacial possui boa decodificação visual e espacial dos símbolos musicais, nos processos de repetição subvocal e de localização espacial da informação visual, porém sem o correlato auditivo sonoro. Já o outro grupo, que foi melhor em memória verbal, possui boa repetição subvocal sonora, mas com leitura musical deficiente, ou seja, com dificuldades na decodificação viso-espacial. Esse fato pode justificar as tendências e dificuldades do aluno frente à decodificação no processamento da memória de trabalho para tarefas viso-espacial e verbal. Porém, ambos vão necessitar de um equilíbrio dessas capacidades viso-espacial e verbal, para seu completo desenvolvimento e realização musical. É importante salientar, que esses aspectos acima observados se referem ao objeto de estudo dessa pesquisa que é memória de trabalho, porém no ato musical estão envolvidas também outras habilidades e competências musicais não descritas nessa pesquisa.

No Conservatório Estadual de Música, esse fato também é detectado, a partir da troca de experiência entre os professores. Há naturalmente alunos mais auditivos que têm dificuldades na decodificação do alfabeto musical e outros que decodificam bem, mas com dificuldades de

improvisação e de qualidade de produção sonora. Isso leva a concluir que na formação do musicista há necessidade de adquirir todas essas habilidades que a memória de trabalho exige, pois se na decodificação de notas musicais, melodias, acordes, ritmos e outros sinais musicais, a imagem do código não estiver bem construída, haverá dificuldade no desempenho e interferência na velocidade da resposta que depende da velocidade de decodificação no sistema cognitivo. Curi (2003) acrescenta que se os códigos fonológicos não estiverem disponíveis na memória de longo prazo, ou não puderem ser alcançados com suficiente rapidez, então o circuito articulatório não pode desempenhar seu papel. Evidências indicam que a dificuldade em utilizar o circuito articulatório pode se refletir em problemas no acesso aos códigos fonológicos da memória de longo prazo.

Portanto, qualquer deficiência nessa construção cognitiva, trará problemas ao musicista no processamento e decodificação musical e conseqüentemente de realização artística. Esse é um dos problemas enfrentados na pedagogia musical, mas a partir do momento que for detectado onde há *déficit* na decodificação, mais rápido será a correção, facilitando os processos da aprendizagem musical nesse sentido.

Assim sendo, quanto melhor for a habilidade de memória de trabalho do instrumentista (caracterizada por competência verbal e viso-espacial bem gerenciada por uma central executiva, em seus aspectos atencionais), melhor será essa decodificação e maior será a velocidade de processamento da informação e resultados sonoros. Para tanto, ele tem que ter adquirido uma boa leitura musical, tanto visual quanto espacial, e o correlato sonoro dessa escrita. Portanto, ao aprender música desenvolvem-se memória verbal e viso-espacial, ilustrando como aspecto de memória verbal, a discriminação e percepção auditiva, e de aspectos viso-espaciais, como a capacidade de processar o código musical em expressões espaciais, além, é claro, de expressões motoras e auditivas.

### 3- Memória de Trabalho

O presente estudo quis investigar se em testes de memória de trabalho com demandas viso-espacial e verbal, estudantes de música se sobressairiam em relação a estudantes não musicistas. Devido às exigências do estudo de música instrumental ser um processo de complexidades cognitivas, a opção pelo modelo de memória de trabalho de Baddeley foi um caminho possível de investigação, por se tratar de um nível de exigência de memória que envolve todo um mecanismo necessário para a execução musical, desde a decodificação da escrita musical até o resultado sonoro, como também a velocidade com que essa informação é processada, exigindo a memória de trabalho ativa no processo.

A comparação entre os grupos estudados foi possível, pois como o modelo de Baddeley prevê dois sistemas escravos<sup>1</sup>, viso-espacial e fonológico, direcionados por uma central de atenção, a comparação de musicistas com alunos de Letras permitiu comparações em relação à memória verbal, que é uma exigência do curso de línguas. Em relação aos estudantes de Engenharia, foi permitido comparar a memória viso-espacial que também é uma das exigências do curso de Engenharia.

Assim sendo, as hipóteses desse trabalho se mantiveram sustentadas pela teoria de Baddeley, ou seja, de uma investigação sobre se os musicistas se sobressairiam em relação aos não musicistas no quesito memória de trabalho. Como essa comparação foi investigada nos dois sistemas escravos da central executiva, ou seja, o fonológico e o viso-espacial, os resultados indicaram algumas comparações.

Com os dados do grupo de musicistas e os de não musicistas, os resultados indicaram que os musicistas não se sobressaíram, como um todo, em relação aos não musicistas, mas sim separadamente, ou seja, os musicistas foram superiores em acertos ao grupo de estudantes

---

<sup>1</sup> Embora exista um terceiro sistema escravo, o “*buffer*” episódico, ele não está sendo tratado neste trabalho pela natureza das tarefas aqui envolvidas.

do curso de Letras na exigência espacial. Já em relação aos estudantes do curso de Engenharia não foram encontradas diferenças significativas de memória verbal, o que, ao contrário, era de se esperar, de acordo com a literatura. Porém, seria necessária uma investigação mais apurada de memória verbal que envolvessem também outras modalidades para confirmar os dados, e que poderá ser realizada em pesquisas futuras, pois no teste de livre recordação das palavras apresentadas auditivamente, não se encontrou diferenças entre os musicistas e os não musicistas da Engenharia, possivelmente porque eles utilizam mecanismos de repetição subvocal em sua prática, o que equivale dizer que eles trabalham a memória verbal, em nível de repetição subvocal. Em relação aos resultados dos alunos de Letras, possivelmente pela afinidade nas demandas auditivas que os dois cursos exigem.

Portanto, o modelo de Baddeley explica adequadamente o desempenho dos musicistas e não musicistas, considerando que os estudantes de Letras têm um desempenho que retrata um tipo de habilidade bastante requerida (a memória verbal), enquanto os estudantes de Engenharia têm um desempenho melhor na memória viso-espacial.

### **3.1- Memória Verbal**

A literatura considera que a principal diferença entre musicistas e não musicistas é em termos de memória verbal e não de memória visual, como também aponta que existe uma correlação positiva entre o tempo de treinamento musical e a memória verbal, ou seja, quanto mais treinamento musical melhor será a memória verbal (Chan et al., 1998, Ho et al., 2003; Hesse, 2004; Zatorre, 2005; Crispin et al, 2006; Felipe 2006).

A memória verbal (palavra escrita ou ouvida) refere-se, segundo Nunes (2001); Felipe (2006) e Johnson (2006), às funções da alça articulatória que controla o processo de tradução de um sinal visual (a palavra escrita) em um sinal fonológico (pela articulação da palavra),

mantendo a informação na memória, ou seja, o processo de controle articulatório é também capaz de lidar com material escrito, convertendo-o num código fonológico e registrando-o no arquivo fonológico. Assim sendo, o material visual-verbal só tem acesso ao laço fonológico pelo processo de controle articulatório. Outro aspecto importante que o modelo de Baddeley assume é que a informação auditiva ganha acesso automático e obrigatório ao arquivo fonológico.

Assim sendo, a memória verbal testada nesse estudo abrangeu esses dois aspectos, isto é, no teste de livre evocação das palavras apresentadas auditivamente, cuja informação auditiva teve acesso direto a armazenagem fonológica pela repetição subvocal, como também no teste de memória viso-espacial para os estímulos DESENHOS e PALAVRAS, na tarefa de memória visual. Semelhante ao Teste Pictórico original houve a transformação do código visual (desenhos ou palavras) em um código fonológico pela articulação da palavra. Dessa forma foi possível testar as funções do laço fonológico nesse estudo.

Entretanto, apesar de a literatura indicar a memória verbal como uma característica de comparação de musicistas com os não musicistas, os dados da pesquisa indicaram resultados diferentes. Para a tarefa de livre evocação de palavras apresentadas auditivamente, os resultados foram muito semelhantes entre os três grupos. A partir desses resultados e relacionando-os à literatura, pode-se supor que essa tarefa tenha sido muito simples do ponto de vista de exigência verbal, uma vez que os resultados foram muito diferentes em relação à tarefa viso-espacial, cujos estímulos eram palavras (memória verbal). Explicando melhor, a exigência verbal nesse estudo foi aferida de duas formas: primeiro pela repetição subvocal no teste de livre evocação de palavras apresentadas auditivamente e, segundo, pela transformação do código pictórico (imagem) em memória verbal (palavra repetida subvocalmente), que ocorreu na tarefa visual (o que foi visto), exigindo recodificação verbal dos estímulos da lâmina DESENHOS e um acesso direto à memória verbal na lâmina de PALAVRAS.



Essa demanda verbal das lâminas DESENHOS e PALAVRAS exigiram dos participantes a transformação de um código em outro, como por exemplo, o desenho ou a palavra escrita foram mantidos pela repetição subvocal na tentativa de memorização. Isso mostrou as diferenças de memória verbal nos testes aplicados. Quando o nível de exigência envolveu a transformação de códigos seguida de repetição subvocal, a memória verbal foi diferente de quando o sujeito tem apenas de repetir subvocalmente sem transformar códigos, como foi no caso da tarefa auditiva utilizada. Assim, numa tarefa com demandas auditivas, não houve diferenças entre os grupos, porque foi exigida apenas a repetição subvocal, mas quando a tarefa verbal foi mais complexa e exigiu decodificação, os resultados apresentaram diferenças significativas entre os grupos.

### **3.2- Memória Viso-espacial**

Lohman (1988) propôs, a partir de uma perspectiva cognitiva, que as transformações mentais da figura são os processos mais característicos da visualização. A complexidade da tarefa viria determinada pelo número de transformações mentais requerido para solucionar um problema. Nos últimos anos deu-se muita ênfase à importância da memória de trabalho (Baddeley, 1986), considerando que o número de transformações se traduz na complexidade das demandas a este sistema. Portanto, a elevada capacidade de visualização requer tanto a habilidade para transformar mentalmente a figura, como a capacidade para manter ativa a informação espacial durante o processo de transformação. Também a habilidade de gerar uma imagem mental e manter as diversas transformações sobre a mesma, retendo as alterações produzidas na representação (Lohman, 1979).

Nesse sentido, pode-se sugerir que a visualização mental, que é muito utilizada na Engenharia e na Música, também seja um ponto de convergência entre essas áreas,

justificando a proximidade dos resultados de memória espacial. Um exemplo é o caso de manipulação de imagens de objetos em 3 dimensões durante a resolução de um problema na Engenharia. Esse é um processo análogo ao uso da imagem mental do teclado e do deslocamento das mãos durante decodificação da leitura musical, além dos gráficos mentais advindos da partitura e projetados na execução (ver apêndice G). Portanto, todas essas transformações são necessárias nesse trajeto de solução de problemas ou de resultados sonoros e que requerem habilidades espaciais no processamento da memória de trabalho.

Outro aspecto nas demandas viso-espaciais é em relação à memória de trabalho visual. Segundo Logie (1995) e Miyake & Shah (1999), nos últimos anos houve ênfase não só na habilidade para manipular mentalmente a figura no espaço, mas na importância da memória de trabalho visual. Dessa forma, o armazenamento temporal, a manutenção ativa e o controle das transformações teriam um papel relevante nas tarefas de visualização, entretanto, parece razoável supor que a manipulação da distância do objeto afetaria as demandas da memória de trabalho visual (Logie, 1995). Isso leva a concluir que em tarefas de localização e distância do objeto, o sistema espacial é mais exigido do que o visual. Na música, esse aspecto é essencial nos domínios viso-espacial.

Em relação à codificação espacial, Baddeley & Lieberman (1980) estabeleceram uma distinção entre a codificação visual e a espacial, dando à codificação espacial maior importância do que codificação visual em uma variedade de tarefas, concluindo que o rascunho viso-espacial depende principalmente da codificação espacial ao invés da visual. Esse fato vem justificar a importância das variantes acrescentadas no teste pictórico original, pois foi por meio delas que a memória espacial pôde ser aferida, sendo possível assim comprovar a hipótese de que a modalidade de memória visual é diferente da memória espacial, complementando os dados de memória de trabalho do modelo de Baddeley, conforme explicitado a seguir.

Segundo o modelo de memória de trabalho usado nesse estudo, é importante ressaltar que no teste pictórico original (TEPIC-M) de Rueda & Sisto (2005), o critério de correção é de quantos objetos são evocados. Essa tarefa, que é visual, favorece a memória verbal porque possivelmente requer a repetição subvocal durante o processo de memorização. Entretanto, para os testes de memória aplicados nesse estudo, a introdução do ponto preto nas variantes do teste pictórico teve a finalidade de investigar exatamente a localização espacial do objeto, conjuntamente com a identificação do objeto, já prevista no Teste Pictórico original. É importante registrar que a utilização do ponto preto é sustentada pela literatura como uma estratégia de localização, pois estudos como os de MacNeilage (1970) e Russel (1976), indicaram que a localização espacial é arquivada como um ‘ponto’ em um sistema coordenado de três dimensões que o indivíduo usa na memória.

Portanto, a partir da introdução do ponto preto nas lâminas DESENHOS e PALAVRAS (anexo C e D), a tarefa teve dois níveis de exigência, a visual e a espacial, pois os participantes tiveram de registrar na folha de resposta (apêndice A) quais objetos lembravam (memória visual) e o local que estavam na lâmina (memória espacial) ao mesmo tempo, conforme manual de instruções (anexo A). Dessa forma, a tarefa sempre foi a mesma, porém o critério de correção foi diferente, pois na hora do registro a tarefa teve duas exigências (viso-espacial), enquanto que no teste pictórico original a exigência foi visual.

Assim, durante a correção da tarefa viso-espacial, os resultados foram separados, a fim de verificar a capacidade de retenção da memória em cada modalidade, ou seja, os acertos de quais objetos foram lembrados (memória visual) e os acertos de quais objetos foram localizados corretamente na folha de resposta (memória espacial). Toda informação que permitiu a identificação e classificação do estímulo visual, favoreceu a memória verbal porque possivelmente permitiu uma decodificação do estímulo em uma categoria semântica e que foi articulado fonologicamente. Já as respostas de localização de objetos ou palavras,

favoreceram a memória espacial, pois não contemplou necessariamente mecanismos semânticos e de repetição subvocal. Exatamente ao se separarem na correção os resultados viso-espaciais, foi possível concluir que os alunos de Música têm uma habilidade semelhante aos da Engenharia, que é a espacial.

### **3.2.1- Memória Viso-espacial entre os grupos**

No caso das especificidades do curso de Engenharia, onde parece haver exigências na transformação do código visual em código espacial (visualização de objetos, movimento das imagens mentais, objetos de três dimensões, desenhos geométricos com linhas imaginárias, criação de projetos e máquinas), é provável que elas determinem um nível de desempenho em tarefas viso-espaciais talvez superiores às verbais.

Nesta pesquisa é importante ressaltar que os alunos de Engenharia retiveram e recuperaram os estímulos PALAVRAS mais do que os DESENHOS. Em conjunto com os dados dos outros dois grupos, pode-se sugerir o processo de superaprendizagem de palavras (escritas) durante a alfabetização.

Em relação à memória viso-espacial, os resultados indicaram diferenças entre os grupos. Pode-se concluir que o grupo de alunos da Engenharia obteve os melhores resultados, possivelmente porque o nível de exigência viso-espacial seja uma especificidade do curso, além da possibilidade deles utilizarem a repetição subvocal durante o processo de raciocínio lógico e abstrato, em operações complexas que exigem alto nível de atenção. Assim, a memória de trabalho pôde intercambiar o laço fonológico, pela repetição subvocal, com exigências viso-espaciais de uma tarefa, como foi o caso das tarefas testadas neste trabalho.

Ao se compararem os resultados viso-espaciais entre os estudantes de Engenharia e os de Letras, constatou-se que os estudantes de Letras tiveram menores porcentagens de acertos,

principalmente quando o nível de exigência foi o estímulo com localização do objeto, ou seja, a informação espacial. Já em relação aos estudantes de Música, houve uma proximidade nos resultados com os estudantes de Engenharia, no aspecto de memória viso-espacial, o que leva a concluir que estudar música desenvolve não só a memória verbal, mas também a viso-espacial. O que sugere essa afirmação é o fato de na música ter sempre o processamento de transformação de códigos, como por exemplo, o código visual (partitura musical) transforma-se em código espacial (localização no instrumento e configuração da(s) mão(s) a realizar o movimento e seus deslocamentos) e finalmente em código sonoro (som produzido). Todo esse trâmite, desde a codificação do texto musical ao resultado sonoro em períodos curtos de tempo, exige uma velocidade de processamento da informação muito rápida e uma operação de raciocínio complexo, onde a eficácia da memória de trabalho se traduz na qualidade do músico em sua *performance*. Pode-se assim inferir que quanto mais rápida a transformação do código visual, em espacial e sonoro, mais eficaz é a memória de trabalho na execução instrumental.

Pelas especificidades do curso de Letras, exige-se possivelmente a transformação do código visual (textos escritos em mais de uma língua) em código sonoro e vice-versa, mas sem a exigência espacial. Isso sustenta o fato de os estudantes de Letras não terem um desempenho tão alto quanto os demais grupos nos testes que exigiam a localização do objeto. Dessa forma, os resultados dos alunos de Letras foram melhores nessa ordem: memória verbal (palavra ouvida), memória visual (sem localização do objeto) e memória espacial (com localização do objeto). Assim sendo, os estudantes de Letras tiveram um desempenho superior quando o estímulo apresentado foi pela lâmina PALAVRAS, em relação à lâmina DESENHOS. Conclui-se assim que no curso de Letras, o estímulo “palavra” parece ser mais exigido e treinado do que o uso de estímulos ligados a desenhos ou imagens, sugerindo

também que o processo de superaprendizagem de palavras (escritas) é muito eficiente em suas demandas acadêmicas.

#### **4 - Códigos visuais e verbais**

Segundo Eysenck & Keane (1994), existem dois sistemas de codificação subjacentes à cognição humana: o verbal e o não verbal, de acordo a hipótese da codificação dupla de Paivio (1971, 1986). Estes sistemas subdividem-se em subsistemas, como o auditivo e o visual. Em relação ao auditivo, a palavra ouvida também é uma forma de processamento verbal e conseqüentemente de memória verbal, como também da palavra escrita, pois para se ter uma resposta na memória de trabalho, haverá também a utilização da fala interna, mantendo a informação pela repetição verbal rápida (subvocal) do que foi ouvido

Segundo Rueda & Sisto (2005), há algumas diferenças teóricas e práticas entre os códigos pictóricos e verbais, elementos usados nos diferentes testes de memória. Em se tratando dos códigos pictóricos, seriam preservadas as características físicas (analógicas) do objeto ou cena, enquanto que, no verbal, essas características teriam que ser lembradas. Geralmente essa é a explicação dada para justificar o fato de que as pessoas se lembram mais de elementos pictóricos que de elementos verbais.

Porém, Rueda e Sisto (2005), citando Paivio, (1971, 1983, 1991; Jonhson, Paivio & Clark, 1996) afirmam que:

*[...] desenhos e palavras difeririam em relação ao sistema de memória ao qual acedem e são armazenados. Por outro lado, teóricos como (Nelson, Reed e McEvoy, 1977 e Glaser, 1992) propuseram que os códigos de representação de desenhos e palavras seriam iguais e que a diferença entre eles estaria apenas na*

*ordem em que acedem aos diferentes tipos de representação (visual, fonológica, semântica, entre outros). [p.28].*

#### **4.1 – O processo de codificação nos testes de memória utilizados nesta pesquisa**

Por meio dos testes utilizados, tanto dos estímulos DESENHOS e PALAVRAS e da lista de palavras apresentadas auditivamente, foi possível investigar a memória de trabalho, pelo estudo da manipulação e da transformação dos códigos verbais e não verbais.

Observando os resultados da pesquisa, o estímulo da lâmina PALAVRAS foi melhor evocado que o estímulo da lâmina DESENHOS, nos três grupos. Ao observar o Teste Pictórico original, ele foi construído com a maioria de objetos conhecidos e todos concretos, uma vez que, segundo os autores, o Teste Pictórico de Memória pode ser aplicado em qualquer pessoa indiferentemente do sexo e idade e os estudos com o instrumento focaram pessoas com idades entre 17 e 97 anos, estudantes universitários de cursos de graduação, pós-graduação e pessoas aposentadas (Rueda & Sisto, 2005). Sustentado pela conclusão de por Paivio (1971) de que um evento pode ser codificado por ambos os sistemas (desenhos e palavras), foi possível tecer considerações a respeito da decodificação dos objetos e palavras nesse estudo.

Os resultados indicaram que houve diferenças entre os códigos de representação (DESENHOS e PALAVRAS) para os testes aplicados nesse estudo, onde o estímulo PALAVRAS foi melhor evocado que o estímulo DESENHOS, o que vem confirmar, nesse caso, as proposições de Jonhson, Paivio & Clark (1996) de que desenhos e palavras seriam diferentes em relação ao sistema de memória. Dessa forma, pode-se sugerir que esse fato tenha ocorrido porque no estímulo PALAVRAS essa imagem já está construída e tem uma significação. O código verbal PALAVRAS, tanto para os alunos de Letras, Música e

Engenharia já é um código conhecido e superaprendido. Dessa forma, quando a demanda foi a de memória verbal, na modalidade auditiva, ela foi acessível a todos os grupos, pois eles tiveram comportamentos semelhantes, possivelmente porque utilizaram a repetição subvocal no teste de palavras apresentadas auditivamente.

Porém, na lâmina PALAVRAS, quando a demanda foi viso-espacial, vinda de um código verbal, os resultados tiveram diferenças significativas, apontando para os alunos de Engenharia a dominância de acertos, seguido dos de Música e Letras.

Assim, é mais fácil reconhecer um código familiar e superaprendido do que aquele pouco conhecido, como de um substantivo concreto em relação ao abstrato (Paivio, 1971). Levando-se em consideração esses pressupostos, uma das possibilidades dos três grupos terem se saído melhor na evocação da lâmina PALAVRAS do que DESENHOS pode ser pela facilidade com que melhor decodificaram a palavra escrita, código conhecido e superaprendido, do que a de DESENHOS (possivelmente menos utilizados, cotidianamente, por adultos e universitários). Além disso, em alguns casos, a imagem da lâmina DESENHOS utilizada tinha tamanhos diferenciados e não bem visíveis, como foi a figura do peixe, pato, bola, gaivota, mesa e cadeira; e também alguns objetos que não eram conhecidos ou distinguidos facilmente pela imagem, mas sim pela palavra, como por exemplo: *jets sky*, lancha, prancha de *surf*, *deck*. Essas informações foram coletadas, espontaneamente, pelo depoimento de muitos participantes, logo após o teste, sendo que foi possível abrir essa discussão.

Vale destacar que as figuras, seus tamanhos e respectivas localizações foram idênticas às utilizadas no teste pictórico original, ao qual a lâmina DESENHOS foi adaptada (ver anexo C). Corroborando com os dados, quando o estímulo alvo é um desenho e a tarefa é de denominação dos desenhos, a resposta dos indivíduos requer que se busque a representação



semântica, pois os desenhos devem ser entendidos antes de denominados (Rueda & Sisto, 2005).

Confirmando isso, Lieury (1977) diz que as imagens são mais eficazes em memória do que palavras. Enquanto que a média de rememoração de palavras é de cerca de 7 palavras, a média de desenhos é de 9. Paivio (1971) explica este fenômeno pela teoria da dupla codificação. É necessário mais tempo para denominar uma imagem do que ler uma palavra. Na leitura a decodificação do grafismo é muito rápida, porque a interpretação semântica é opcional. A imagem, por sua vez, passa necessariamente pela memória semântica, antes de encontrar a palavra adequada e que leva mais tempo na decodificação.

Portanto, nesse estudo, os resultados não corroboraram com a teoria do "efeito de superioridade de figura" (Finke & Shepard, 1986; Shepard & Cooper, 1982, entre outros), que, segundo Paivio (1991), ocorre porque as figuras são codificadas e armazenadas em dois códigos diferentes (verbais e imaginais), enquanto as palavras não (Rueda, 2006). No entanto, nesse trabalho, as palavras foram mais facilmente lembradas do que os desenhos.

De forma geral, o estímulo PALAVRAS foi melhor percebido nos três grupos, o que sugere analisar que, além da hipótese do efeito da superaprendizagem dos estímulos escritos, no caso dos alunos do Curso de Letras, seria a palavra um código muito familiar, devido talvez às demandas lingüísticas da escrita e leitura. No caso dos alunos do Curso de Engenharia, poderia ser pela habilidade de transformação do código lingüístico em código pictórico (imagem). E dos alunos do curso de Música, pela transformação do código lingüístico (escrita musical) em código viso-espacial (imagem e localização) e sonoro (som produzido).

## 4.2 - Transformação dos códigos verbais e visuais

De acordo com os resultados obtidos, pode-se sugerir a seguinte interpretação dos dados em relação à transformação dos códigos para cada curso, levando-se em consideração as exigências de cada qual.

A figura 16 abaixo indica uma possível transformação ocorrida no estímulo PALAVRAS.

<b>CURSO/ CÓDIGO</b>	<b>VERBAL</b>	<b>PICTÓRICO</b>	<b>SONORO</b>
LETRAS	Palavra escrita		Repetição subvocal
ENGENHARIA	Palavra escrita	Imagem	Repetição subvocal
MUSICA	Palavra escrita (escrita musical)	Imagem	Repetição subvocal

Figura 16- Estimativo de decodificação possível durante o teste com estímulo PALAVRAS.

Possivelmente para os alunos de Letras, o código verbal da palavra escrita se transformou em código sonoro pela repetição subvocal. Para os alunos de Engenharia, o código verbal da palavra escrita possivelmente se transformou em código pictórico produzindo uma imagem e depois em código sonoro pela repetição subvocal. Já para os alunos de Música, o código verbal da palavra escrita (analogicamente à escrita musical) se transformou em código pictórico pela imagem (analogicamente à imagem mental no instrumento) e código sonoro pela repetição subvocal (analogicamente ao som produzido). Ressalta-se que na execução instrumental, o código visual vem dos símbolos musicais, o código espacial vem da localização no instrumento e do deslocamento da(s) mão(s)

percorrendo as distâncias (relação intervalar) entre as notas (memória cinestésica) e o código verbal vem da produção sonora.

A figura 17 abaixo indica uma possível transformação ocorrida no estímulo DESENHOS.

<b>CURSO/ CÓDIGO</b>	<b>PICTÓRICO</b>	<b>ESPACIAL</b>	<b>VERBAL</b>
LETRAS	Desenho		repetição subvocal
ENGENHARIA	Desenho	Localização	repetição subvocal
MUSICA	Desenho (escrita musical)	Localização no instrumento	Repetição subvocal (produção sonora)

Figura 17 - Estimativo de decodificação possível durante o teste com estímulo DESENHOS.

Possivelmente para os alunos de Letras, o código pictórico do desenho se transformou em código verbal (palavra reverberada). Como os resultados de acertos de memória espacial foram baixos, acredita-se que, nesse caso, a transformação em código espacial não seja uma das exigências do curso. Para os alunos de Engenharia, o código pictórico do desenho possivelmente se transformou em código espacial e em código verbal pela repetição subvocal. Já para os alunos de Música, o código pictórico do desenho (analogicamente à escrita musical) que se transformou em código espacial (analogicamente à localização no instrumento) e código verbal pela repetição subvocal (analogicamente ao som produzido).

Assim sendo, pode-se sugerir hipoteticamente que o processo de decodificação de uma informação foi de acordo com as demandas que cada curso exige. Esse fato pode ter influenciado os resultados nos testes de memória de trabalho. O processo de decodificação, velocidade do processamento e manutenção da informação na memória de curto prazo para realização de tarefas, vem aferir a memória de trabalho de um indivíduo.

O campo de pesquisa nessa área é promissor, e estudos recentes como o de Magne, Schön & Besson (2006), vêm trazer a idéia de que o extenso treinamento musical pode influenciar os diferentes processos de domínios cognitivos, onde o estudo de música tem recebido uma atenção considerável no sistema educacional e nas mídias internacionais.

## **VII- CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se concluir que a investigação realizada nesse estudo é o prenúncio para futuras pesquisas de memória de trabalho entre musicistas e não musicistas, principalmente em se tratando de memória viso-espacial como uma das habilidades encontradas nos resultados e que não eram consideradas como diferenças entre os musicistas pela literatura.

É importante ressaltar que essas habilidades encontradas em musicistas, integrando áreas de desenvolvimento de memória verbal, como também viso-espacial, indicam a importância do estudo instrumental de música em aquisições de desenvolvimento cognitivo, ampliando capacidades interdisciplinares de aprendizagem, como também intervenções a serem aplicadas em escolas públicas e particulares, desde o ensino básico até o universitário, a partir desses resultados.

Outro aspecto importante desse estudo foi direcionado aos musicistas, pois a partir dos resultados de memória de trabalho, foi possível discriminar quais tipos de treinamento um músico precisa intensificar em sua formação. Esses resultados poderão ser mais específicos, se forem construídos instrumentais utilizando o alfabeto musical na investigação de memória de trabalho, o que poderá ser uma proposta futura de doutorado, que poderá intensificar os estudos nas áreas de psicologia cognitiva e educação musical, com a finalidade de abrir campo de pesquisa nos processos de desenvolvimento e aprendizagem musical.

Concluindo, a partir da aferição de memória de trabalho, dois aspectos foram essenciais neste estudo. Primeiro, que o estudo de música propicia desenvolvimento de memória de trabalho e pode ser um grande aliado na formação educacional do indivíduo. Segundo, que um músico ao desenvolver potenciais de memória de trabalho, fica mais apto a decodificar o alfabeto musical, em suas diferentes modalidades.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adánez, G. P., & Velasco, A. D. (2002). Construção de um teste de visualização a partir da psicologia cognitiva. *Avaliação Psicológica*, 1, 39-47.
- Alves, E. V. (2005). *Um estudo exploratório das relações entre memória, desempenho e os procedimentos utilizados na solução de problemas matemáticos*. Tese de doutorado não publicada. Universidade Estadual de Campinas, Campinas. Brasil.
- Anderson, J. R. (2004). *Psicologia Cognitiva e suas implicações experimentais*. (5ª ed.). Rio de Janeiro: LTC Editora.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. Em K.W. Spence & J.T. Spence (Orgs.), *The psychology of learning and motivation: advances in research and theory*, 2, 89-195. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Hitch, G. J. (1974). *Working memory*. In G. H. Bower (Ed.), *The psychology of learning and motivation: Advances in research and theory*, 8, 47-89. New York: Academic Press.
- Baddeley, A. D., Grant, W., Wight, E., & Thompson, N. (1975). Imagery and visual working memory. Em S. Dornic (Org.), *Attention and performance*, 5, 205-217. London, Academic Press.
- Baddeley, A. D., & Lieberman, K. (1980). Spatial working memory. In R. Nickerson (Ed.), *Attention and performance VIII* (pp. 87-101). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Baddeley, A. D. (1981). The concept of working memory: A view of its current state and probable future development. *Cognition*, 10, 17-23.
- Baddeley, A. D. (1986). *Working-memory*. New York: Oxford University Press.
- Baddeley, A. D. (1990). *Human memory: theory and practice*. Hove, Reino Unido: Lawrence Erlbaum.
- Baddeley, A. D. (1992a). Is working memory working. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 44A, 1-31.
- Baddeley A. D. (2000). The episodic buffer: a new component of working memory? *Trends Cognitive Science*, 4(11), 417-423.
- Baddeley, A. D. (2002). Is Working Memory Still Working? *European Psychologist*, 7(2), 85-97.
- Bajo, M. T., Puerta-Melguizo, M. C., & Gómez-Ariza, C. (1999). Representación semântica y fonológica de dibujos y palabras: acceso diferencial o sistemas de memória? *Psicothema*, 11(4), 873-889.

- Barbizet, J., & Duizabo, P. H. (1985). *Manual de Neuropsicologia*. São Paulo: Artes Médicas.
- Baulac, M. (2001). Cerebral Substrates for Musical Temporal Processes. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 166-178.
- Bear, F. M.; Connors, B.W., & Paradiso, M. A. (2002). *Neuroscience – Exploring the Brain*. (2nd ed.). Pennsylvania: Lippincott Williams & Wilkins.
- Benedet, M. J., & Seisdedos, N. (1996). *Evaluación clínica de las quejas de memória en la vida cotidiana*. Madrid: Editorial Médica Panamericana.
- Bertolozzi, M. R. (2004). *Um estudo sobre memória e solução de problemas: enfoque das neurociências*. Dissertação de mestrado, Escola Politécnica da USP, São Paulo. (ISSN 0103-9830).
- Berz, W. L. (1995). Working memory in music: A theoretical model. *Music Perception*, 12, 353-364.
- Besson, M. & Schön, D. (2001). Comparison between Language and Music. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 232-258.
- Brandler, U. S. (2003a). Differences in mental abilities between musicians and non-musicians. *Psychology of Music*, 31(2), 123-138.
- Brandler, U. S. (2003b). *Processing of tonal information in working memory*. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Triennial ESCOM Conference in 8-13Sep.2003, Hanover University of Music and Drama, Germany.
- Cardoso, S.H. (2000). Arquitetura do Cérebro. *Revista Cérebro & Mente*. Acessado em 20 de Outubro, 2006, em: <http://www.cerebromente.org.br/n01/arquitet/hemisferios.htm>.
- Carvalho, J. N. (2005). *Relações inter-hemisféricas cerebrais*. Trabalho de conclusão de curso não publicado: Instituto Edumed para Educação em Medicina e Saúde. São Paulo.
- Chan, A. S.; Ho, Y. & Cheung, M. (1998). Music training improves verbal memory. *Nature*, 396 (6707): 128.
- Cohen, N. J. (1984). Preserved learning capacity in amnesia: evidence for multiple memory systems. Em: Squire, LR e Butters, N (Ed). *The neuropsychology of memory*, (83-103). New York: Guilford Press.
- Correia, C. M. F.; Muszkat, M.; Vincenzo, N. S., & Campos, C. J. R. (1998). Lateralização das funções musicais na epilepsia parcial. *Arq Neuropsiquiatria*, 56(4), 747-755.
- Crispin, S., Lovbakke, J., Lowe, R.; Scott, J., & Whitehead, H. (2006). *The effects of auditory stimuli on the central executive*. Acessado em 15 de Agosto, 2007, em: <http://psy.st-andrews.ac.uk/resources/proj897.html>.
- Curi, M. N. (2002). *Atenção, memória e dificuldades de aprendizagem*. Tese de doutorado não publicada. Campinas, SP.

- Diewert, G. L. (1975). Retention and coding in motor short-term memory: a comparison of storage codes for distance and location information. *Journal of Motor Behavior*, 7, 183-190.
- Edwards, B. (2000). *Desenhando com o lado direito do cérebro*. Rio de Janeiro: Ediouro.
- Ericsson, K. A. (1997). Deliberate practice and the acquisition of expert performance: an overview. In Harald Jørgensen & Andreas C. Lehmann (Eds.). *Does practice make perfect? Current theory and research on instrumental music practice*. (pp. 9-51). Oslo, Norges musikkhogskole.
- Eysenck & Keane, M., & Keane, M. (1994). *Psicologia cognitiva: um manual introdutório*. Porto Alegre : Artes Médicas.
- Fellipe, A. C. (2006). *Phonological and tonal short-term memory*. Acessado em 25 de Maio, 2007, em: <http://mc.manuscriptcentral.com/pijp>.
- Ferst, E. (2001) Acessado em 03 de maio de 2006, em: <http://www.quarks.de/musik/004.htm>.
- Finke, R. A., & Shepard, R. N. (1986). Visual functions of mental imagery. Em K. R. Boff, L. Kaufman, & J. P. Thomas (Orgs.). *Handbook of perception and performance: Volume II, cognitive processes and performance*. New York: John Wiley and Sons.
- Fontainha, G. H. (1993). *O ensino de piano – seus problemas técnicos e estéticos*. (5ª ed.) Rio de Janeiro: Ricord.
- Furman, M. E. (1997). Mente, música e milagres. Explorações mente e cérebro - Parte XII. *Revista Anchor Point*. Acessada em 24 de Outubro de 2006, em: [http://www.golfinho.com.br/artigos/mente\\_e\\_cerebro/mente\\_e\\_cerebro\\_12.htm](http://www.golfinho.com.br/artigos/mente_e_cerebro/mente_e_cerebro_12.htm).
- Gaddes, W. H. & Edgell, D. (1994) *Learning Disabilities and Brain Function*. New York: Springer-Verlag.
- Galera, C. A., & Oliveira, S.L.M. (2003). Quantidade e qualidade: duas abordagens da memória viso-espacial. Acessado em 03 de Junho, 2007, em <http://sites.ffclrp.usp.br/paideia/artigos/27/03.pdf>.
- Galera, C. A., & Fuhs, C. C. (2003). Memória Viso-espacial a Curto Prazo: Os Efeitos da Supressão Articulatória e de uma Tarefa Aritmética. *Psicologia: Reflexão e Crítica*: 16(2), 337-348.
- Galvão, A. (2006). Cognição, emoção e expertise musical. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 22 (2).
- Gardner, H.(1994). *Estruturas da mente: a teoria das inteligências múltiplas*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.
- Gardner, H.(1995). *Inteligências Múltiplas: a teoria na prática*. Porto Alegre: Editora Artes Médicas.



- Gaser, C., & Schlaug, G. (2003). Brain Structures Differ between Musicians and Non-Musicians. *The Journal of Neuroscience*, 23(27), 9240-9245.
- Gazzanica, M. S., & Heatherton, T. F. (2005). *Ciência Psicológica*. Porto Alegre: Artmed.
- Goldman-Rakic, P.S. (1992). Working Memory and the mind. *Scientific American*, 267(3), 110-117.
- Goldman-Rakic, P. S. (1996). *Regional and cellular fractionation of working memory*: Proceedings of the National Academy of Sciences (USA), 93, 13473-13480.
- Gomes, M. H. J. (2000). *Memória e sucesso escolar*. (Recensão crítica ao livro de Alain Lieury). Acessado em 4 de Julho de 2007, em: <http://www.psicopedagogia.com.br/artigos/artigo.asp?entrID=238>
- Hallam, S. (1997a). Approaches to instrumental music practice of experts and novices: implications for education. In Harald Jorgensen & Andreas C. Lehmann (Eds.). *Does practice make perfect? Current theory and research on instrumental music practice*. (pp. 89-107). Oslo, Norges musikkhøgskole.
- Hasegawaa, T.M.; Matsukib, K.I.; Uenoc,T.; Maedad,Y.; Matsued,Y.; Konishia, Y., & Sadatoe, N. (2004). Learned audio-visual cross-modal associations in observed piano playing activate the left planum temporale. An fMRI study. *Cognitive Brain Research*, 20, 510–518.
- Helene, A. F., & Xavier, G. F. (2003). A construção da atenção a partir da memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 25(II), 12-20.
- Hermelein, B., & O'Connor, N. (1975). Spatial coding in normal, autistic and blind children, *Perceptual and Motor Skill*, 33, 127-132.
- Hesse, H. P. (2004) *Music and Relaxation in SNMM* — Science Network Man and Music, University Mozarteum Salzburg. Salzburg.
- Hickok, G. (2003). Auditory–Motor Interaction Revealed. by fMRI: Speech, Music, and Working Memory in Area Spt. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15 (5), 673-682.
- Hitch, G. J. (1978). The Role of Short-term Working Memory in Mental Arithmetic. *Cognitive Psychology*, 10(3), 302-323.
- Hitch, G. J., & Baddeley, A. D. (1976). Verbal reasoning and working memory. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 28(4), 603- 621.
- Hjortsberg, R. (2001). *The effects of different types of music on cognitive processes*. Department of Psychology Loyola University New Orleans.
- Ho, Y-C., Cheung, M-C., & Chan, A. S. (2003). Music training improves verbal but not visual memory: Cross-sectional and longitudinal explorations in children. *Neuropsychology*, 17(3), 439-450.

- Isaki, E., & Plante, E. (1997). Short-term and working memory differences in language/learning disabled and normal adults. *Journal of Communication Disorders*, 30, 427-437.
- Johnson, N. (2006). The irrelevant sound effect: similarity of content or similarity of process? *Dissertation for Degree Doctor of Philosophy in the Graduate School of The Ohio State University by Zachary Adam Schendel, M.A.*
- Jones, H. (1998). *Researchers find active music aking expands the brain*. Acessado em 17 de Março, 2007, em: [http://www.Accordions.com/index/art/music\\_brain.shtml](http://www.Accordions.com/index/art/music_brain.shtml).
- Kaplan, J. A (1979). *Reflexões sobre técnica pianística*. (8ªed.). João Pessoa: Editora Universitária..
- Kimura, D. (1961). Some effects of temporal lobe damage on auditory perception. *Psychology*, 15, 157-165.
- Knox, R. A. (2000). Musicians - brains are distinctive, imaging shouls. *Boston Globe*. Acessado em 22 de Maio, 2006, em: [http:// www. provide.net/~bfield/brainart.html](http://www.provide.net/~bfield/brainart.html).
- Koelsch, S. (2003). Children Processing Music: Electric Brain Responses Reveal Musical Competence and Gender Differences. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 15, 683-693.
- Koelsch, S. (2005). Interaction between Syntax Processing in Language and in Music: An ERP Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 1565-1577.
- Kopiez, R.; Galley, N., & Lee, J. I. (2006). The advantage of a decreasing right-hand superiority: The influence of laterality on a selected musical skill (sight reading achievement). *Neuropsychologia*, 44(7), 1079-1087.
- Kopiez, R., Weihs, C., Ligges, U., & Lee, J.I. (2006). Classification of high and low achievers in a music sight-reading task. *Psychology of Music*, 34(1), 5-26.
- Kruszielski, L. (2005). *Resolução de exercícios aritméticos e memória de trabalho*. Dissertação de Mestrado não publicada. Universidade Federal do Paraná. Brasil
- Kuzuhara, S. (2003). The Anterior Portion of the Bilateral Temporal Lobes Participates in Music Perception: A Positron Emission Tomography Study. *American Journal of Neuroradiology*. 24, 1843-1848.
- Laabs, P. (1973). Retention characteristics of different reproduction cues in motor short-term memory. *Journal of Physiology*, 100, 168-177.
- Ledoux, J. E. (1997). Emotion, memory and the brain. *Scientific American: Mysteries of the mind*, 7, 1-6.
- Lee, J. I. (2003). *The role of working memory and sort-term memory in sight reading*. Proceedings of the 5<sup>th</sup> Triennial ESCOM Conference in 8-13Sep.2003, Hanover University of Music and Drama, Germany.

- Lent, R. (2004). *Cem bilhões de neurônios: conceitos fundamentais de neurociência*. São Paulo: Atheneu.
- Lidji, P.; Kolinsky, R. Lochy, A., & Morais, J. (2007). Spatial associations for musical stimuli: a piano in the head? *Journal of Psychology/Human Percept Perform.*, 33(5), 1189-1207.
- Logie, R.H. (1995). *Visuo-Spatial Working Memory*. Hove: LEA.
- Lohman, D. F. (1979). *Spatial ability: a review and reanalysis of the correlational literature* (Tech. Rep. No. 8). Stanford, CA: Stanford University Press.
- Lohman, D. F. (1988). Spatial abilities as traits, processes and knowledge. Em R.J. Sternberg (Org.), *Advances in the psychology of human intelligence*, Vol. 4. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (Org.) *Handbook of Intelligence*. (pp. 285-340). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Lombroso, P. (2004). Aprendizado e memória. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 26 (3).
- Lynch, G.; Mcgauch, J. L., & Weinberger, N.M. (1984). *Neurobiology of learning and memory*. New York: The Guilford Press.
- MacNeilage, P. F. (1970). Motor control of serial ordering of speech. *Psychological Review*, 77, 182-196.
- Magill, R. A. (1984). *Aprendizagem motora: conceitos e aplicações*. São Paulo: Ed. Edgard Blücher Ltda.
- Magne, C.; Schön, D., & Besson, M. (2006). Musician Children Detect Pitch Violations in Both Music and Language Better than Nonmusician Children: Behavioral and Electrophysiological Approaches. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 18, 199-211.
- Matlin, M. W. (2003). *Psicologia cognitiva*. Rio de Janeiro: LTC editora.
- Meccaci, L. (1987). *Conhecendo o Cérebro*. São Paulo: Nobel.
- Meister, I.G., Krings, T. Foltys, H., Boroojerdi B., Müller, M., Töpper, R. & Thron, A. (2004). Playing piano in the mind—an fMRI study on music imagery and performance in pianists. *Cognitive Brain Research*, 19 (3), 219-228.
- Minareci, O. (2005). Quantitative Proton MR Spectroscopic Findings of Cortical Reorganization in the Auditory Cortex of Musicians. *American Journal of Neuroradiology*, 26, 128-136.
- Miyake, A., & Shah, P. (1999b). *Models of working memory: Mechanisms of active maintenance and executive control*. New York: Cambridge University Press.
- Muszkat, M. (1998). *Lateralização das funções musicais na epilepsia parcial*. Arq. Neuro-Psiquiatria, 56(4).

- Muszkat, M., Vincenzo, N. S., Reami, D. O., Almeida, C. I. R., & Campos, M. I. (1991). Hemispheric specialization in partial epilepsy. *Arq Neuropsiquiatria*, 149, 384-391.
- Nunes, M. V. R. (2001). A Aprendizagem da Leitura e o "Loop" Fonológico. *21 RFML*; 6 (1), 21-28.
- Paivio, A. (1971). *Imaginação and Verbal Processes*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental Representations*. New York: Oxford University Press.
- Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory: retrospect and current status. *Canadian Journal of Psychology*, 45, 255-287.
- Paivio, A., & Begg, I. (1981). *The Psychology of Language*. New York: Prentice-Hall.
- Pechmann, T. & Mohr, G. (1992). Interference in memory for tonal pitch: Implications for a working-memory model. *Memory and Cognition*, 20, 314-320.
- Pederiva, P. L. M. & Tristão, R. M. (2006). Música e cognição. *Ciências & Cognição*, 9, 83-90.
- Pereira, A. S. (1964). *O Ensino moderno do Piano*. (3ª ed.). São Paulo: Editora Summus.
- Peretz, I., & Zatorre, R. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, 56, 89-114.
- Platel, H. (2003). Language, music, syntax and the brain. *Nature Neuroscience*, 6(7), 674-681.
- Platel, H. (2005). Functional Neuroimaging of Semantic and Episodic Musical Memory. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060, 136-147.
- Platel, H., Price, C., Baron, J.C., Wise, R., Lambert, J., Frackowiak, R.S., Lechevalier, B. & Eustache, F. (1997) The structural components of music perception. A functional anatomical study. *Oxford University Press. Brain*, 120 (2), 229-243.
- Posner, M. I.(1967). Characteristics of visual and kinesthetic memory codes. *Journal of Experimental Physiology*, 74, 103-107.
- Ramos, D.; Scharf, E.; Suzuki, E.; Souza, G.; Santos, L.; Bronnemann, M.; Corecha, M.; Dalfovo, O.; Cislighi, R.; Heinzle, R.; Pantzier, R. & Fialho, F. (2006). Um checklist para avaliação de requisitos de memória de trabalho no Nível 2 do modelo P-CMM. *Ciências & Cognição*, 03(08), 59 - 67.
- Rauscher, F. H. (2003). *Effects of piano, singing, and rhythm instruction on the spatial reasoning of at-risk children*. Proceedings of the 5th Triennial ESCOM Conference. Hanover University of Music and Drama, Germany.

- Rauscher, F. H.; Shaw, G. L.; Levine, L. J.; Wright, E. L.; Dennis, W. R., & Newcomb, R. L. (1977). Music training causes long-term enhancement of preschool children's spatial-temporal reasoning. *Neurological Research*, 19(1), 2-8.
- Richardson, J. T. E. (1996). *Working memory and human cognition*. New York: Oxford University Press.
- Ringelstein, B. (1999). The cerebral haemodynamics of music perception. *Brain*, 122(1), 75-85.
- Rosen, V. M., & Engle, R. W. (1998). Working memory capacity and suppression. *Journal of Memory and Language*, 39(3), 418-436.
- Roy, S. (2001). *The effects of different types of music on cognitive processes*. Missouri: Western State University.
- Rueda, F. J. M., & Sisto, F. F. (2005). *Teste Pictórico de Memória (TEPIC-M)*. São Paulo: Vetor Editora Psicopedagógica Ltda.
- Rueda, F. J. M. (2006). Memória e inteligência em avaliação psicológica pericial. *Revista de Psicologia da Vetor Editora*, 7(1), 59-68.
- Russell, D. G. (1976). *Spatial location cues and movement production*. In: G.E. Stelmach (Ed.) *Motor control issues and trends*. New York Academic Press.
- Salame, P., & Baddeley, A. D. (1989). Effects of background music on phonological short-term memory. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 41A, 107-122.
- Santiago, D. (2001). *Sobre a construção de representações mentais em performance musical*. Trabalho apresentado na mesa-redonda "Psicologia da Música", no II Congresso Norte-Nordeste de Psicologia, Salvador (BA).
- Schellenberg, E. G. (2001). Music and Nonmusical Abilities. *Annals of the New York Academy of Sciences* 930, 355-371.
- Schellenberg, E. G. (2005). Music and Cognitive Abilities. *Current Directions in Psychological Science*, 14 (6), 317-320.
- Schendel, Z. A., & Palmer, C. (2007). Suppression effects on musical and verbal memory. *Memory & Cognition*, 35 (4), 640-650.
- Schiffman, H. R. (2005). *Sensação e Percepção*. (5ªed.). Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos Editora (LTC).
- Schlaug, G. (2001). The Brain of Musicians: A Model for Functional and Structural Adaptation. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 930, 281-299.
- Schlaug, G.; Norton, A.; Overy, K., & Winner, E. (2005). Effects of Music Training on the Child's Brain and Cognitive Development. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060 (1), 219-230.

- Schön, N. D. (2001). *Comparison between Language and Music*. Annals of the New York Academy of Sciences 930, 232-258.
- Schön, D.; Magne, C. & Besson, M. (2004). The music of speech: Music training facilitates pitch processing in both music and language. *Psychophysiology* 41 (3), 341–349.
- Schön, D., & Besson, M. (2005). Visually Induced Auditory Expectancy in Music Reading: A Behavioral and Electrophysiological Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 17, 694-705.
- Schön, D.; Gordon, R. L., & Besson, M. (2005). Musical and Linguistic Processing in Song Perception. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1060 (1), 71–81.
- Shepard, R. N., & Cooper, L. A. (1982). *Mental images and their transformation*. Cambridge: MIT Press.
- Silveira, M. M. S. (2004). *O Funcionamento do Cérebro no Processo de Aprendizagem*. Acessado em 04 de outubro de 2006 em: <http://www.conteudoescola.com.br/site/content/view/124/42/>.
- Sluming, V., Brooks, J.; Howard, M.; Downes, J. J., & Roberts, N. (2007). Broca's Area Supports Enhanced Visuospatial Cognition in Orchestral Musicians. *The Journal of Neuroscience*, 27(14), 3799-3806.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1997). Working memory: a view from neuroimaging. *Cognitive Psychology*, 33, 5-42.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1998). Neuroimaging analyses of human working memory. *Proceedings of the National Academy of Science*, 95, 12061-12068.
- Smith, E. E., & Jonides, J. (1999). Storage and executive processes in the frontal lobe. *Science*, 283, 1657-1660.
- Smith, E. E.; Jonides, J., & Koeppe, R. A. (1996). Dissociating verbal and Spatial working memory using PET. *Cerebral Cortex*, 6:11-20
- Squire, L. R. (1992). Declarative and nondeclarative memory: multiple brain systems supporting learning and memory. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 4, 232-243.
- Squire, L. R., & Kandel, E. (2003). *Memória: da mente às moléculas*. Porto Alegre: Artmed.
- Squire, L. R. & Zola-Morgan, S. (1991). The medial temporal lobe memory system. *Science*, 253, 1380-1386.
- Sternberg, R. J. (2000). *Psicologia cognitiva*. Porto Alegre: Artmed.
- Stewart, L.; Henson, R.; Kampe, K.; Walsh, V.; Turner, R., & Frith, U. (2003). An fMRI Study of Musical Literacy Acquisition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 999, 204-208.

- Toldbod, I. (1997). *Pequenas Células Cinzentas, grandes pensamentos: um caderno temático sobre o cérebro*. Lisboa.
- Tormin, M. C. (1993). *Os problemas e exigências técnico-pianísticas para a execução do estudo Revolucionário, opus 10, nº 12, de Frederic Chopin*. [Monografia]. Departamento de Música: Universidade Federal de Uberlândia, Brasil.
- Tramo, M. J. (2001). Biology and music: Enhanced: Music of the Hemispheres. *Science*, 291 (5501), 54-56.
- Trein, P. (1986). *A linguagem musical*. Porto Alegre: Mercado Aberto.
- Tulving, E. (1972). *Episodic and semantic memory*. In E. Tulving & W. Donaldson (Eds.), *Organization of memory* (381-403). New York: Academic Press.
- Williamson, V. J.; Baddeley, A. D., & Hitch, G.J. (2006). *Music in working memory? Examining the effect of pitch proximity on the recall performance of nonmusicians*. 9<sup>th</sup> International Conference on Music Perception and Cognition, Alma Mater Studiorum University of Bologna.
- Williamson, A., & Valentine, E. (2002). The Role of Retrieval Structures in Memorizing Music. *Cognitive Psychology*, 44(1): 1-32.
- Wolfe, J. (2002). *Speech and music, acoustics and coding and what music might be "for"*. Proceedings of the 7<sup>th</sup> International conference on Music Perception and Cognition. Sidney.
- Wood, G. M. O., Haase, V. G., Araújo, J. R., Scalioni, I., Lima, E. P. & Sampaio, J. R. (2000). *Desenvolvimento Cognitivo Adulto: A Avaliação e a Reabilitação da Capacidade de Memória de Trabalho*. In: Wood, G. H.; Rothe-Neves, R.; Käppler, C.; Teodoro, M. L. M.; Wood, G. M. O. *Psicologia do Desenvolvimento: Contribuições Interdisciplinares*. Belo Horizonte: Health.
- Wood, G. M. O. Carvalho, M. R. S., Neves, R. R. & Haase, V. G. (2001). Validação da Bateria de Avaliação da Memória de Trabalho (BAMT-UFGM). *Psicologia: Reflexão e Crítica*. 14(2), 325-341.
- Xavier, G. F. (1993). A modularidade da Memória e o sistema nervoso. *Psicologia USP*, 4(1/2), 61 - 115.
- Zatorre, R.; Belin, P., & Penhune, V. B. (2002). Structure and function of auditory cortex: music and speech. *Trends in cognitive sciences*, 6:1.
- Zatorre, R. (2005). Music, the food of neuroscience? *Nature*, 434, 312 - 315.
- Zatorre, R., & Halpern, A. R. (2005). Mental concerts: musical imagery and auditory cortex. *Neuron*, 47, 9-12.

## **ANEXOS**

### **Anexo A**

#### **Instruções do Teste de Memória**

##### **A – DESENHO/ PALAVRAS**

Este é um teste de memória de curto prazo, que exige concentração e por isso peço-lhes que haja silêncio e não se comuniquem durante o teste e nem escrevam antes que seja permitido.

O teste será realizado em três fases, as quais darei agora as instruções.

Na 1ª fase será projetado uma lâmina contendo vários desenhos com pontos. Vocês terão um minuto para olhar e memorizar os desenhos e o local onde se encontram. Passado esse tempo vocês terão 2 minutos para escrever na folha de resposta o nome **e /ou** o lugar dos objetos memorizados.

Na 2ª fase será projetado uma lâmina contendo várias palavras escritas com pontos. Da mesma forma vocês terão um minuto para olhar e memorizar as palavras e o local onde se encontram. Passado esse tempo vocês terão 2 minutos para escrever na folha de resposta o nome **e /ou** o lugar das palavras memorizadas.

Na 3ª fase vocês vão ouvir uma lista de palavras. Em seguida vocês terão 2 minutos para escrever quais palavras conseguiram memorizar.



## B - PALAVRAS/ DESENHO

Este é um teste de memória de curto prazo, que exige concentração e por isso peço-lhes que haja silêncio e não se comuniquem durante o teste e nem escrevam antes que seja permitido.

O teste será realizado em 3 fases, as quais darei agora as instruções.

Na 1ª fase será projetado uma lâmina contendo várias palavras escritas com pontos. Vocês terão um minuto para olhar e memorizar as palavras e o local onde se encontram. Passado esse tempo vocês terão 2 minutos para escrever na folha de resposta o nome **e /ou** o lugar das palavras memorizadas.

Na 2ª fase será projetado uma lâmina contendo vários desenhos com pontos. Da mesma forma vocês terão um minuto para olhar e memorizar os desenhos e o local onde se encontram. Passado esse tempo vocês terão 2 minutos para escrever na folha de resposta o nome **e /ou** o lugar dos desenhos memorizados.

Na 3ª fase vocês vão ouvir uma lista de palavras. Em seguida vocês terão 2 minutos para escrever quais palavras conseguiram memorizar.



## Anexo C

Lâmina DESENHOS

Figura denominada DESENHOS: Estímulos utilizados na avaliação da memória viso-espacial adaptado do teste pictórico de memória (TEPIC-M), Rueda e Sisto (2005).

## Anexo D

### Lâmina PALAVRAS

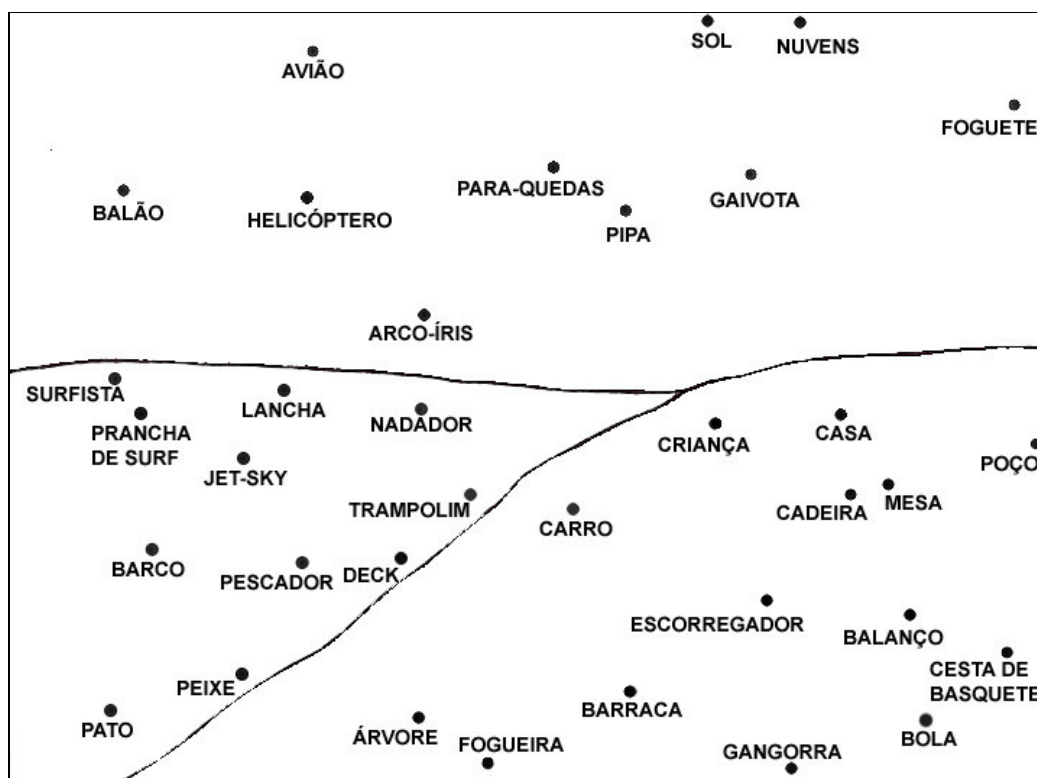
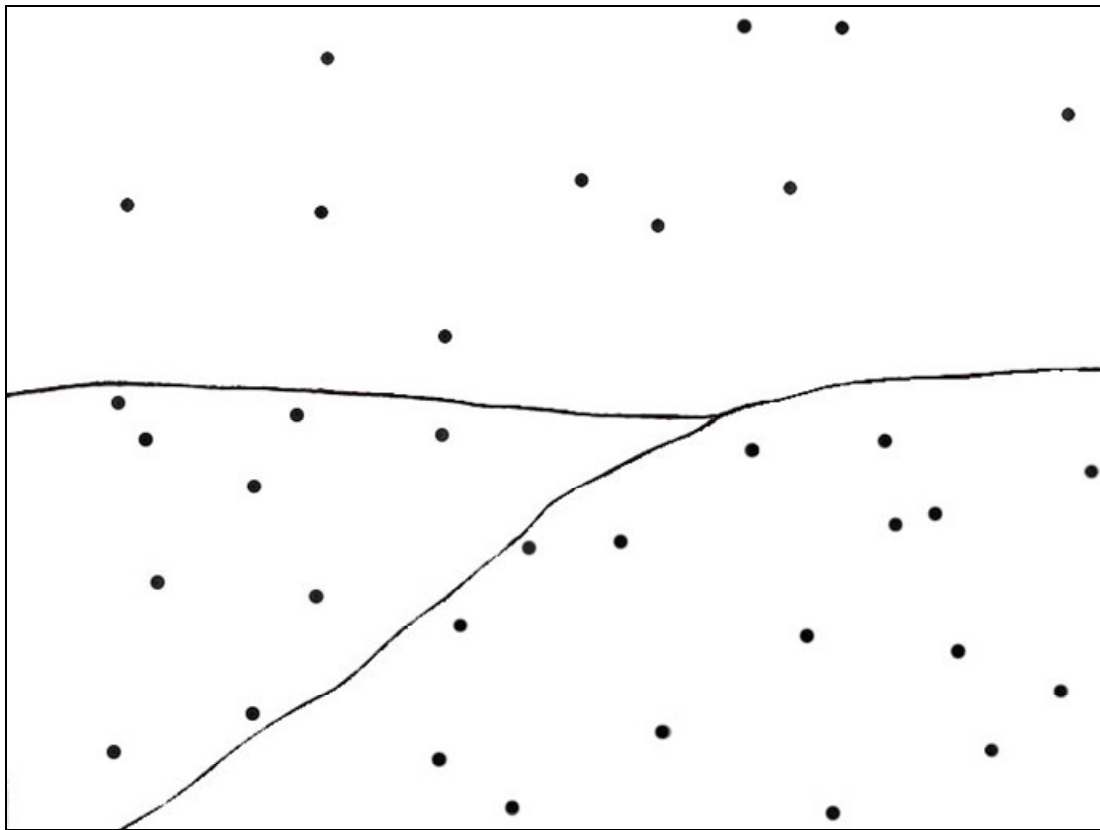


Figura denominada **PALAVRAS**: Estímulos utilizados na avaliação da memória viso-espacial e verbal adaptado do teste pictórico de memória (TEPIC-M), Rueda e Sisto (2005).

**Apêndice A****Folha de respostas do teste de memória viso-espacial**

Folha de respostas do teste de memória para as lâminas DESENHOS e PALAVRAS

## **Apêndice B**

### **Teste de recordação livre de palavras ouvidas**

#### **LISTA DE PALAVRAS**

1. Chuva
2. Telefone
3. Flauta
4. Floresta
5. Tubarão
6. Bicicleta
7. Saxofone
8. Pedra
9. Estrela
10. Tambor
11. Cachorro
12. Tempestade
13. Cisne
14. Piano
15. Sinaleiro
16. Ondas
17. Eclipse
18. Cavaquinho
19. Cometa
20. Andorinhas
21. Guitarra
22. Astros
23. Capacete
24. Violão
25. Satélite
26. Água
27. Violino
28. Neve
29. Flores
30. Algas
31. Buzina
32. Gato
33. Bateria
34. Rocha
35. Baleia
36. Cachoeira

## Apêndice C



Universidade Federal de Uberlândia  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA - CEP  
Av. João Naves de Ávila, nº 2160 - Bloco J - Campus Santa Mônica - Uberlândia-MG –  
CEP 38400-089 - FONE/FAX (34) 3239-4131

### PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA Nº 287/06

**Registro CEP: 171/06**

**Projeto Pesquisa:** “Aplicação do teste de memória de trabalho entre universitários musicistas e não musicistas.”

**Pesquisador Responsável:** Malba Cunha Tormin

De acordo com as atribuições definidas na Resolução CNS 196/96, o CEP manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

**Situação:** Projeto aprovado.

O CEP/UFU lembra que:

- a- segundo a Resolução 196/96, o pesquisador deverá arquivar por 5 anos o relatório da pesquisa e os Termos de Consentimento Livre e Esclarecido, assinados pelo sujeito de pesquisa.
- b- poderá, por escolha aleatória, visitar o pesquisador para conferência do relatório e documentação pertinente ao projeto.

**Data para entrega do Relatório Final:** dezembro/2007

27 de setembro de 2006.

Prof. Dra. Sandra Terezinha de Farias Furtado  
Coordenadora do CEP/UFU

Orientações ao pesquisador:

*(Para parecer Aprovado ou Aprovado com Recomendações)*

- O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 - Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).
- O pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.3.z), aguardando seu parecer, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa (Item V.3) que requeiram ação imediata.
- O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.
- Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, item III.2.e). O prazo para entrega de relatório é de 120 dias após o término da execução prevista no cronograma do projeto, conforme norma da Res. 196/96 CNS.

## Apêndice D

### Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu \_\_\_\_\_, RG: \_\_\_\_\_, estou ciente de participar da pesquisa “APLICAÇÃO DE TESTE DE MEMÓRIA DE TRABALHO ENTRE UNIVERSITÁRIOS MUSICISTAS E NÃO MUSICISTAS”. O objetivo da pesquisa é o de aplicar um teste de memória viso-espacial e verbal entre alunos musicistas e alunos não musicistas. A aplicação do teste consistirá em projetar duas lâminas, por meio de um retro projetor ou projetor multimídia em sala de aula, contendo imagens de vários desenhos e palavras escritas, onde cada um de vocês terá 1 minuto para memorizar o máximo de objetos e palavras visualizados e 2 minutos para registrar no papel quais e o local dos objetos memorizados.

Estou informado (a) de que: sou livre para desistir em qualquer momento de participar da pesquisa, sem correr o risco de discriminação ou represália por parte dos pesquisadores. Também estou ciente de que não terei despesas ou ônus para participar deste estudo. Tal pesquisa será realizada pela pesquisadora Malba Cunha Tormin e por sua orientadora pela Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Araújo da Cunha, onde ambas estarão à disposição para quaisquer outros esclarecimentos. Assim, concordo em participar da referida pesquisa e estou ciente de que os dados coletados serão utilizados para publicação científica, respeitando a minha identificação pessoal, segundo a ética profissional.

Malba Cunha Tormin - Tel.: (34) / 9932-0774 - e-mail: [mtormin@hotmail.com](mailto:mtormin@hotmail.com)

Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Araújo da Cunha - Tel. (034)3214-1779 / 3218-2235 (Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia) – e-mail: [ccunha@uber.com.br](mailto:ccunha@uber.com.br)

Comitê de Ética - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bloco 1J, Campus Santa Mônica Uberlândia – MG-CEP 39.400-902 · Fone/Fax: (34) 3239 - 4334 - e-mail: [dirpgufu@ufu.br](mailto:dirpgufu@ufu.br)

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Uberlândia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.



## Apêndice E

### Termo de Consentimento para o professor

Eu \_\_\_\_\_,

professor(a) da disciplina Psicologia da Educação, do Departamento de Psicologia, autorizo a pesquisadora Malba Cunha Tormin a aplicar um teste de memória visoespacial e verbal entre os meus alunos. A aplicação do teste consistirá em projetar duas lâminas, por meio de um retro projetor ou projetor multimídia em sala de aula, contendo imagens de vários desenhos e palavras escritas, onde cada um de eles terá 1 minuto para memorizar o máximo de objetos e palavras visualizados e 2 minutos para registrar no papel quais e o local dos objetos memorizados.

Estou informado(a) de que: os alunos estão livre para desistir em qualquer momento de participar da pesquisa, sem correr o risco de discriminação ou represália por parte dos pesquisadores. Também estou ciente de que eles não terão despesas ou ônus para participar deste estudo. Tal pesquisa será realizada pela pesquisadora Malba Cunha Tormin e por sua orientadora pela Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Araújo da Cunha, onde ambas estarão à disposição para quaisquer outros esclarecimentos. Assim, autorizo a realização da referida pesquisa e estou ciente de que os dados coletados serão utilizados para publicação científica, respeitando a identificação pessoal dos alunos, segundo a ética profissional.

Malba Cunha Tormin - Tel.: (34) / 9932-0774 - e-mail: [mtormin@hotmail.com](mailto:mtormin@hotmail.com)

Prof<sup>a</sup>. Dra. Cláudia Araújo da Cunha - Tel. (034)3214-1779 / 3218-2235 (Instituto de Psicologia da Universidade Federal de Uberlândia) – e-mail: [ccunha@uber.com.br](mailto:ccunha@uber.com.br)

Comitê de Ética - Av. João Naves de Ávila, 2121 - Bloco 1J, Campus Santa Mônica Uberlândia – MG-CEP 39.400-902 · Fone/Fax: (34) 3239 - 4334 - e-mail: [dirpgufu@ufu.br](mailto:dirpgufu@ufu.br)

\_\_\_\_\_  
Assinatura

Uberlândia, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2007.

**Apêndice F****Questionário Preliminar à aplicação do teste de memória de trabalho para musicistas.**

Curso: \_\_\_\_\_

Período: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_

Instrumento que executa: \_\_\_\_\_

Começou a estudar música com quantos anos: \_\_\_\_\_

Tempo de prática instrumental: \_\_\_\_\_

Obs: Se houve interrupção no tempo de prática, dizer quanto tempo: \_\_\_\_\_

## Apêndice G

### Gráficos de movimentos no desempenho Viso-espacial e motor durante a execução musical

Nos exemplos abaixo, a letra A indica normalmente os primeiros acordes da mão direita (movimento vertical na música) e as letras B, C e D indicam os picos de movimentos melódicos realizados pela mão esquerda (movimento horizontal na música) ao longo de cada trecho. As letras (A, B, C e D) dos gráficos de movimentos mostram também a representação visuo-espacial no teclado de um piano e na partitura musical.

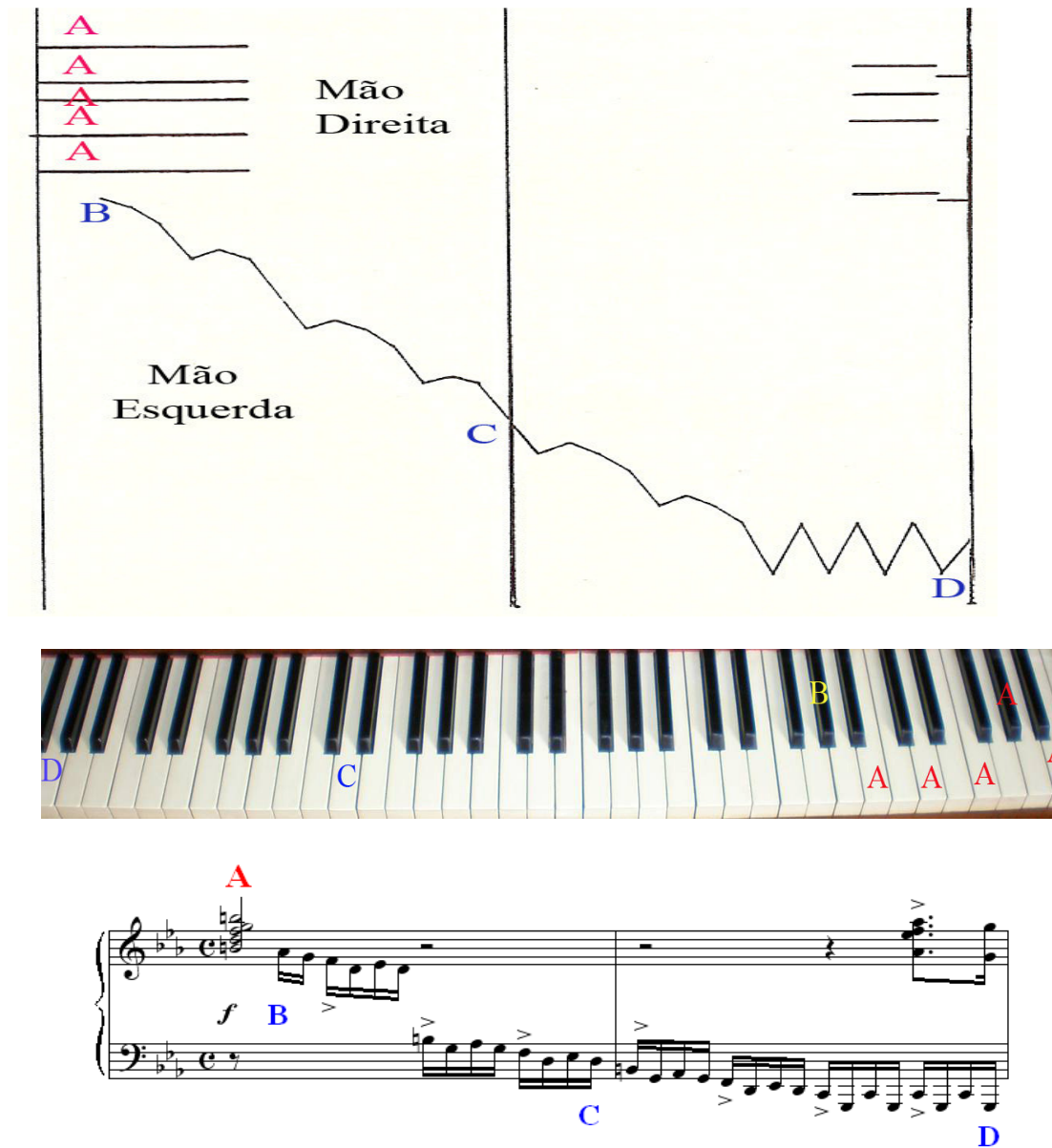


Figura A – Compassos 1 e 2 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento visuo-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 6).

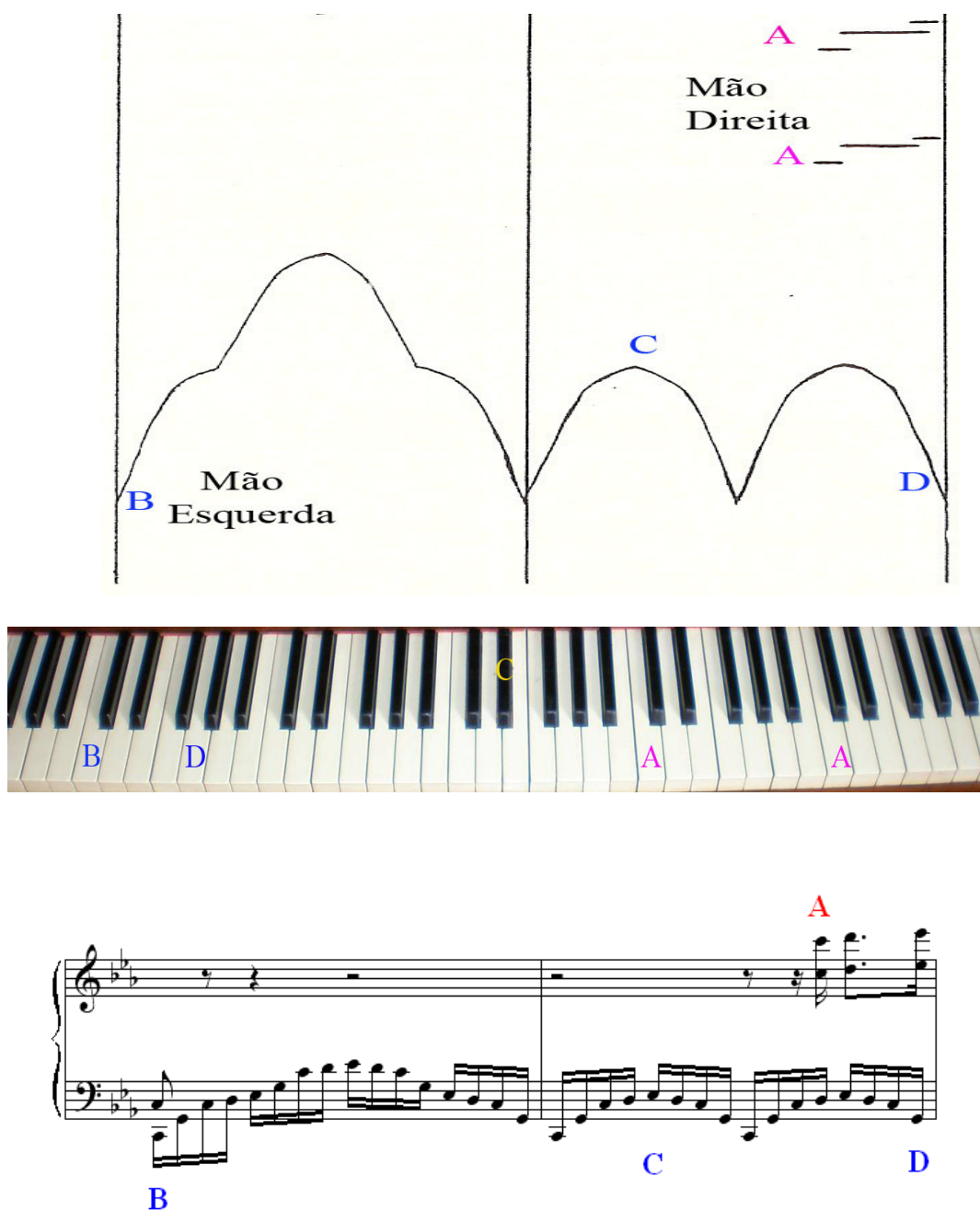


Figura B – Compassos 9 e 10 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento viso-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 7).

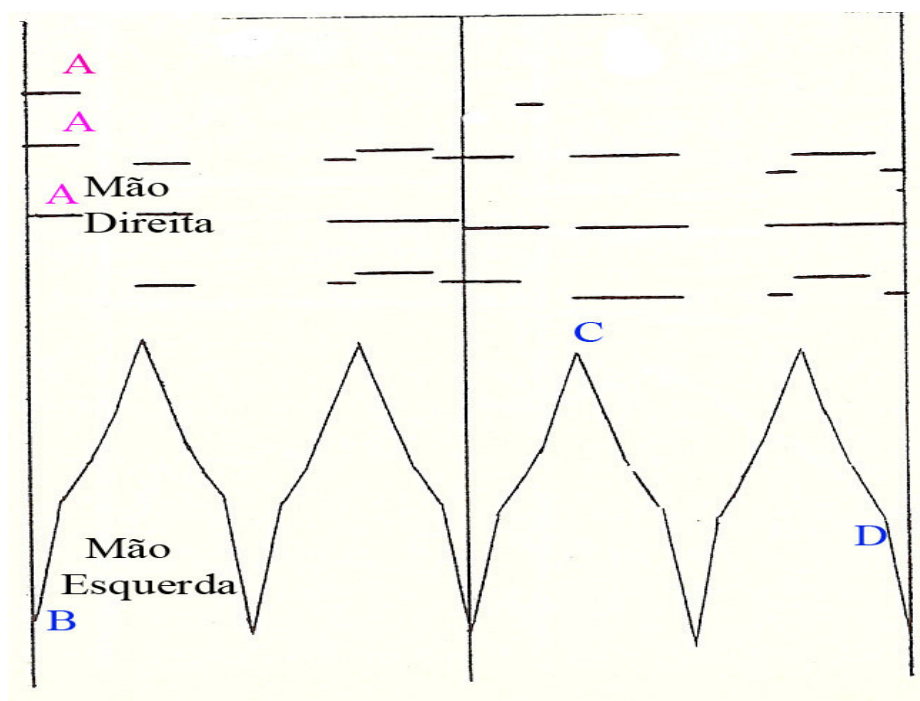


Figura C – Compassos 15 e 16 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento viso-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 8).

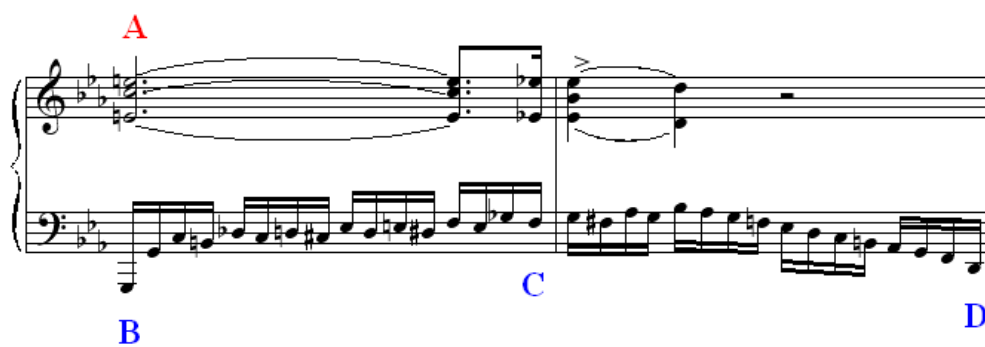
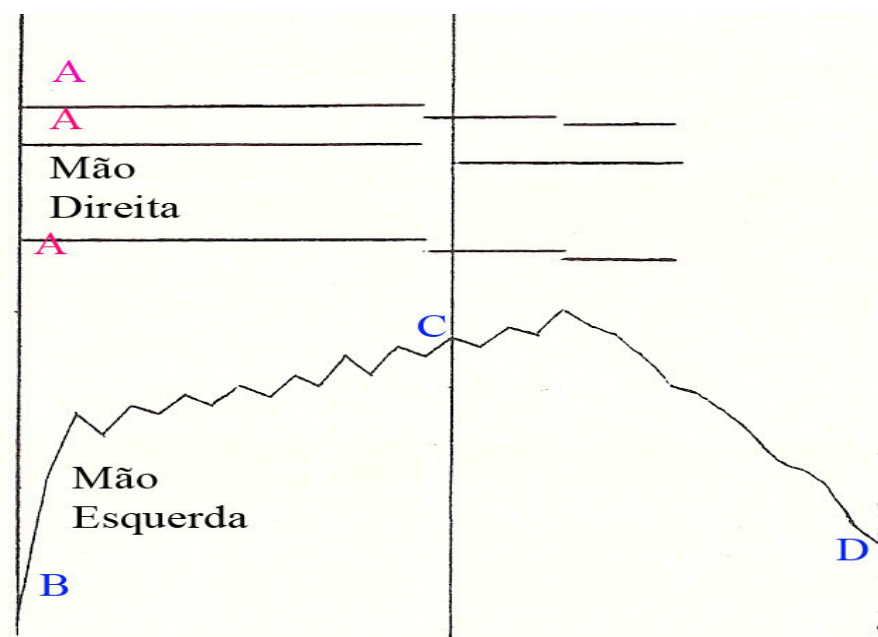


Figura D – Compassos 17 e 18 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento viso-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 9).

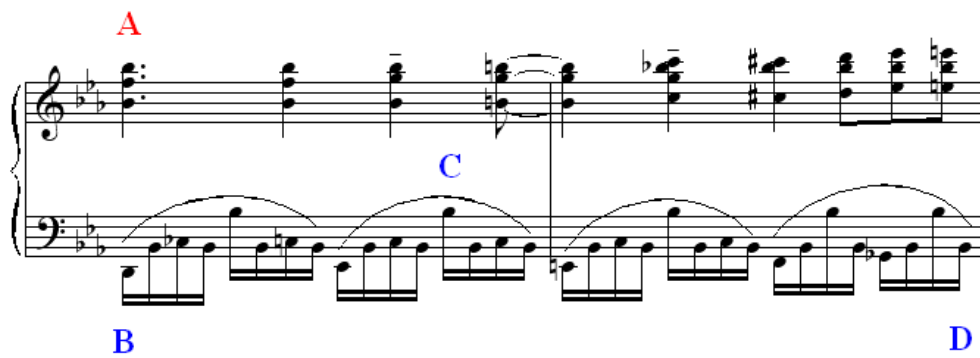
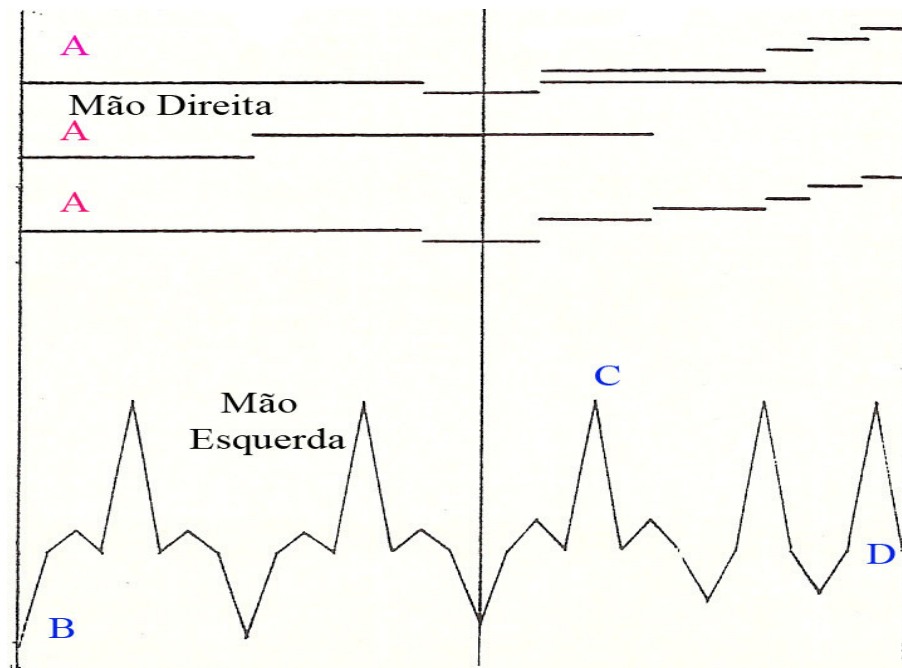


Figura E – Compassos 25 e 26 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento viso-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 10).



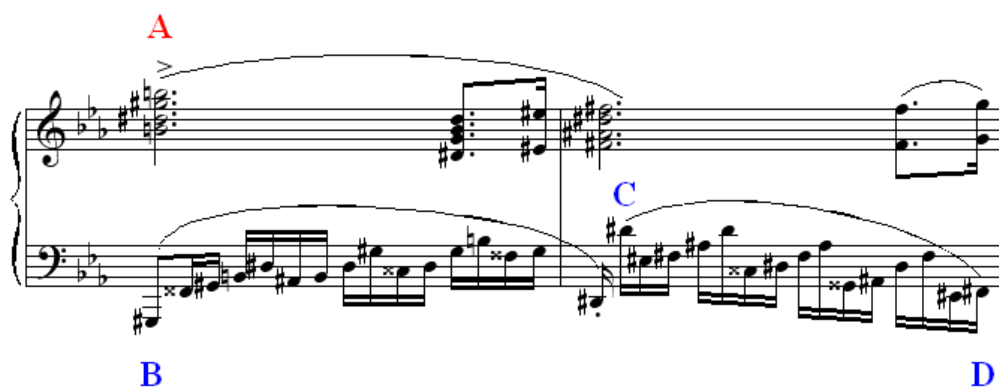
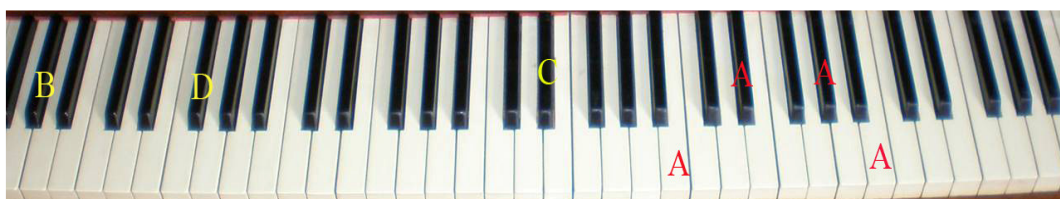
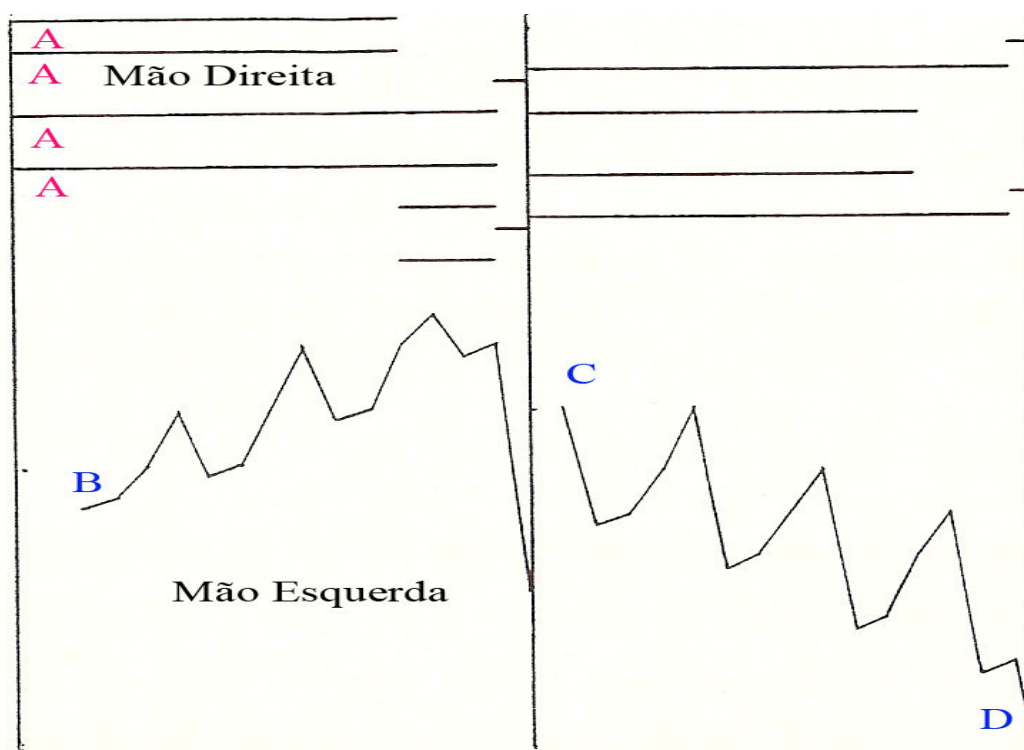


Figura F – Compassos 29 e 30 retirados do Estudo Revolucionário de F. Chopin, opus 10 nº 12 e seus respectivos gráficos de movimento viso-espacial e motor. Em: Tormin (1993, p. 11).



## ÍNDICE

### CAPÍTULOS

#### I – INTRODUÇÃO

1- APRESENTAÇÃO-----	01
1.1 - Justificativa-----	01
1.2 - Estrutura do desenvolvimento do trabalho-----	03

#### II - MEMÓRIA E REPRESENTAÇÃO MENTAL EM MÚSICOS

1 - ÁREAS CEREBRAIS-----	07
1.1 – Hemisférios Cerebrais-----	11
1.1.1 - Hemisfério Esquerdo-----	12
1.1.2 - Hemisfério Direito-----	13
1.1.3.- Características inter-hemisféricas-----	14
1.2 - Hemisférios cerebrais nos musicistas-----	15
2.- MEMÓRIA	
2.1 – Introdução-----	19
2.2 - Definições da psicologia cognitiva e das neurociências-----	20
2.3 - Tipos e subtipos da Memória-----	22
2.3.1- Memória de Curta Duração-----	22
2.3.2 - Memória de Longa Duração-----	25
2.3.2.1 - Memória Declarativa (Explícita)-----	26
2.3.2.2 - Memória não Declarativa (Implícita)-----	30
2.3.2.3 – Memória Semântica e Episódica-----	31
2.4 - Memória em musicistas-----	32
2.4.1 – Processo de memorização nos músicos-----	34
2.4.2 – Organização de elementos musicais no cérebro-----	35
2.4.3 – Engramas nos músicos-----	37
3 - REPRESENTAÇÃO MENTAL	
3.1 - Códigos Visual e Verbal-----	39
3.1.1 – Códigos musicais-----	43
3.1.1.1 - Decodificação na música e memória de trabalho para códigos musicais-----	44
3.1.1.2 - Tipos de habilidades de domínio dos musicistas -----	48
3.1.1.3 - Efeitos dos códigos musicais no desenvolvimento de habilidades e da aprendizagem-----	51

### III- MEMÓRIA DE TRABALHO EM MUSICISTAS E NÃO MUSICISTAS

<b>1- MEMÓRIA DE TRABALHO (working memory)-----</b>	<b>55</b>
1.1- Os componentes da Memória de Trabalho-----	58
1.1.1 - Central Executiva-----	59
1.1.1.1- As bases biológicas do Rascunho visuo-espacial-----	60
1.1.2- O rascunho visuo-espacial-----	61
1.1.2.1- As bases biológicas do Rascunho visuo-espacial-----	62
1.1.3- Alça Fonológica-----	63
1.1.3.1- As bases biológicas da Alça Fonológica-----	66
1.1.4- O Retentor Episódico-----	66
1.2 - Pesquisas de Memória de trabalho entre musicistas e não musicistas-----	69
1.2.1 - Introdução-----	69
1.2.2 - Pesquisas de Memória de trabalho envolvendo música e linguagem-----	70
1.2.3 - Pesquisas envolvendo memória verbal e visua-espacial-----	72

### IV – DELINEAMENTO DO ESTUDO

1- OBJETIVOS-----	75
2- HIPÓTESE-----	75
3- MÉTODO -----	76
3.1- Participantes-----	76
3.2 – Materiais-----	77
3.3 - Procedimentos-----	77
3.3.1 - Instrumental utilizado e suas variantes-----	77
3.3.2 - Procedimento de aplicação-----	80
3.3.3 - Procedimento da coleta de dados -----	82
3.4 - Procedimentos de correção -----	83

### V – ANÁLISE DOS RESULTADOS

1- RESULTADOS-----	89
1.1 - Descrição da amostra-----	89
1.1.1- Descrição das amostras estudadas-----	91
1.1.2- Descrição das amostras por estímulos e por níveis de exigência da tarefa visuo-espacial-----	91
1.2 - As duas exigências da Tarefa visuo-espacial (sem e com localização)-----	94
1.2.1- Dados dos dois níveis de exigência da tarefa visuo-espacial para a lâmina DESENHOS-----	95
1.2.2- Dados dos dois níveis exigência da tarefa visuo-espacial para lâmina PALAVRAS-----	97
1.3 - Evocação livre de PALAVRAS apresentadas auditivamente-----	99
1.4 - Comparação entre os dois níveis de exigências da tarefa Visuo-espacial----	99
1.5 - Comparação entre os estímulos-----	102
1.6 - Comparação envolvendo sexo, grupo, estímulo e tarefa -----	104

**VI – DISCUSSÃO**

1- Introdução -----	107
2 – Grupos-----	107
2.1- Letras-----	107
2.2- Engenharia-----	109
2.3- Música-----	111
2.3.1 - Discussão dos resultados dos musicistas-----	112
3- Memória de Trabalho-----	116
3.1- Memória Verbal-----	117
3.2- Memória Visuo-espacial-----	119
3.2.1- Memória Visuo-espacial entre os grupos-----	122
4 - Códigos visuais e verbais-----	124
4.1 – O processo de codificação nos testes de memória desta pesquisa utilizados nesta pesquisa-----	125
4.2- Transformação dos códigos verbais e visuais-----	128
<b>VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS-----</b>	<b>131</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----</b>	<b>133</b>