

ESCOLA DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA  
MESTRADO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA

MÁRCIO BITTENCOURT REGGIORI

**A DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO POR MEIO DA INTERVENÇÃO DE MÚSICA E SEU EFEITO NA  
MEMÓRIA DECLARATIVA: UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Porto Alegre  
2020

PÓS-GRADUAÇÃO - *STRICTO SENSU*



Pontifícia Universidade Católica  
do Rio Grande do Sul

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DO RIO GRANDE DO SUL  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESCOLA DE MEDICINA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GERONTOLOGIA BIOMÉDICA  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ASPECTOS BIOLÓGICOS DO  
ENVELHECIMENTO

MÁRCIO BITTENCOURT REGGIORI

**A DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO POR MEIO DA INTERVENÇÃO DE  
MÚSICA E SEU EFEITO NA MEMÓRIA DECLARATIVA:  
UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

PORTO ALEGRE

2020

MÁRCIO BITTENCOURT REGGIORI

**A DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO POR MEIO DA INTERVENÇÃO DE  
MÚSICA E SEU EFEITO NA MEMÓRIA DECLARATIVA:  
UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Dissertação apresentada como requisito para  
obtenção do grau de Mestre pelo Programa de  
Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da  
Escola de Medicina da Pontifícia Universidade  
Católica do Rio Grande do Sul.

Orientador: Prof. Dr. Iván Antônio Izquierdo  
Coorientadora: Profa. Dra. Jociane de Carvalho Myskiw

PORTO ALEGRE

2020

## Ficha Catalográfica

R334d Reggiori, Márcio Bittencourt

A dependência de contexto por meio da intervenção de música e seu efeito na memória declarativa : Um estudo exploratório / Márcio Bittencourt Reggiori . – 2020.

70 f.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica, PUCRS.

Orientador: Prof. Dr. Iván Antônio Izquierdo.

Co-orientadora: Profa. Dra. Jociane de carvalho Myskiw.

1. memória. 2. modulação. 3. dependência de contexto. 4. música. I. Izquierdo, Iván Antônio. II. Myskiw, Jociane de carvalho. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da PUCRS  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Bibliotecária responsável: Clarissa Jesinska Selbach CRB-10/2051

Márcio Bittencourt Reggiori

**A DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO POR MEIO DA INTERVENÇÃO DE  
MÚSICA E SEU EFEITO NA MEMÓRIA DECLARATIVA:  
UM ESTUDO EXPLORATÓRIO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do grau de Mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Gerontologia Biomédica da Escola de Medicina da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Aprovado em: \_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Denise Cantarelli Machado

Escola de Medicina da PUCRS

---

Profa. Dra. Renata Kochhann

Hospital Moinhos de Vento de Porto Alegre

---

Prof. Dr. Ângelo José Gonçalves Bós

Escola de Medicina da PUCRS

Porto Alegre

2020

Dedico esta dissertação aos meus filhos e a minha esposa.

Pois são as pessoas que mais amo na vida.

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Doutor Iván Antônio Izquierdo, querido Mestre, pela sua orientação e ensinamentos, que levarei por toda a vida, ou enquanto minha memória permitir.

A Professora Doutora Jociane de Carvalho Myskiw, pela sua orientação e dedicação, que juntamente ao Mestre, tornou possível a minha caminhada até aqui.

Aos colegas, professores e funcionários do Instituto de Geriatria e Gerontologia da PUCRS, que me acolheram de braços abertos, auxiliando sempre que foi preciso.

A Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, por me abrir suas portas e proporcionar o acesso ao conhecimento, algo imprescindível ao ser humano e cada vez mais difícil atualmente.

Aos amigos e professores da graduação, que de algum modo, se fizeram presente, neste período de dois anos.

Aos colegas e colaboradores do Colégio Anchieta de Porto Alegre, que ajudaram a tornar esse trabalho possível.

Aos meus pais e avós, pelo incentivo à música, com amor e alegria.

Aos meus amados filhos, por serem o motor que me impulsiona na busca de meus objetivos.

A minha esposa, amor da minha vida e meu porto seguro, que transforma meus dias e suaviza os desafios da vida.

“O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001”

“This study was financed in part by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Finance Code 001”

E a memória continua, implacável, atravessando fronteiras de tempo e de espaço, nos dizendo a cada momento quem somos, onde estamos, e muitas vezes por quê. Sempre, se soubermos interpretá-la. Eu creio que a memória persiste além da nossa morte; não sei se nossa alma persiste, sei que nosso corpo não persiste, mas não tenho muitas dúvidas quanto à memória, creio na memória depois da morte; e, portanto, creio de alguma forma na mortalidade de alguns sentimentos e ideias; talvez todas. Por algo, os sentimentos dos seres humanos mudaram tão pouco através dos séculos e dos mares. (IZQUIERDO, 1998, p. 100)



## RESUMO

A memória dependente de contexto engloba os sistemas neuro-humorais dopaminérgicos, serotoninérgicos, noradrenérgicos, beta endorfinicos e endócrino. A dependência de contexto é característica adaptativa, que nos possibilita respostas adequadas as situações corriqueiras da vida. A presente pesquisa buscou investigar o efeito da Sonata K-448 para dois Pianos em D maior de Mozart, na aquisição e evocação de memória declarativa. O estudo foi realizado com 74 participantes com idades entre 20 e 60 anos, todos colaboradores de uma escola da rede particular. Para a realização da pesquisa, os participantes foram distribuídos em 4 grupos, com base no tratamento da fase de aquisição e evocação. Foram submetidos a leitura de um texto, com informações factuais sobre a copa de Mundo de 1954, e após 24 horas, responderam um questionário com dez questões relacionadas ao texto. A primeira etapa chamada dia (1), estava direcionada para a aquisição de memória (aprendizado) e a segunda, dia (2) para a evocação de memória (recuperação). A variável música, Sonata K448 para dois pianos em D maior de Mozart, foi apresentada nas duas etapas em todos os quatro grupos, porém de forma distinta. Os participantes do grupo 1 (Mozart/Mozart), escutaram a música no dia (1) e (2), grupo 2 (Mozart/nada) somente no dia (1), grupo 3 (nada/Mozart) somente no dia (2) e o grupo 4 (nada/nada) em nenhum dos dias. Com o auxílio do GraphPad Prisma os dados foram analisados por meio da ANOVA de uma via seguido do teste de Bonferroni, as pontuações do grupo 1(Mozart/Mozart), foram superiores aos resultados alcançados pelos grupos 2,3 e 4, que não obtiveram diferenças significativas entre si. A memória dos participantes foi medida pelo número de acertos obtidos no questionário, realizado no segundo dia de experimento. Os resultados sugerem que a intervenção da variável música, foi capaz de gerar dependência de contexto neuro-humoral e hormonal na memória declarativa dos participantes do grupo 1 (Mozart/Mozart).

**Palavras-chave:** Memória. Modulação. Dependência de Contexto. Música.

## **ABSTRACT**

Context-dependent memory the dopaminergic, serotonergic, noradrenergic, beta endorphinic and endocrine neurohumor systems. Context-dependent memory is an adaptive characteristic, which enables us to respond appropriately to everyday situations in life. The present research sought to investigate the effect of the Sonata K-448 for two Pianos in D major by Mozart, in the acquisition and evocation of declarative memory. The study was carried out with 74 participants aged between 20 and 60 years, all employees of a private school. To carry out the research, the participants were divided into 4 groups, based on the treatment of the acquisition and evocation phase. They were submitted to reading a text, with factual information about the 1954 World Cup, and after 24 hours, they answered a questionnaire with ten questions related to the text. The first stage, called day (1), was aimed at memory acquisition (learning) and the second, day (2) at memory recall (recovery). The music variable, Sonata K448 for two pianos in D major by Mozart, was presented in both stages in all four groups, but in a different way. Participants in group 1 (Mozart / Mozart), listened to the music on day (1) and (2), group 2 (Mozart / nothing) only on day (1), group 3 (nothing / Mozart) only on day (2) and group 4 (nothing / nothing) on any of the days. With the aid of GraphPad Prisma the data were analyzed using one-way ANOVA followed by the Bonferroni test, the scores of group 1 (Mozart / Mozart), were higher than the results achieved by groups 2,3 and 4, which did not obtain significant differences between them. The participants' memory was measured by the number of correct answers obtained in the questionnaire, carried out on the second day of the experiment. The results suggest that the intervention of the music variable was able to generate context-dependent memory on neuro-humoral and hormonal status in the declarative memory of the participants in group 1 (Mozart / Mozart).

**Keywords:** Memory. Modulation. Context-dependent memory. Music.

## **LISTA DE FIGURAS**

**FIGURA 1 - PIRÂMIDE DE DISTRIBUIÇÃO DA POPULAÇÃO POR SEXO E GRUPO DE IDADE.....16**

**FIGURA 2 - ESQUEMA DE ORGANIZAÇÃO DE DISCURSO EM LINGUAGEM ESCRITA.....27**

**FIGURA 3 - FIGURA DE PARTITURA E ORGANIZAÇÃO DE DISCURSO MUSICAL EM FRASE MUSICAL.....27**

**FIGURA 4 - PARTES DO SISTEMA NERVOSO AUDITIVO: TRONCO ENCEFÁLICO, CÓCLEA E CORTES ENCEFÁLICOS.....31**

**FIGURA 5 - FIGURA DE PARTITURA: SONATA K 448 PARA DOIS PIANOS EM D MAIOR DE WOLFGANG AMADEUS MOZART.....70**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

### CIFRAS MUSICAIS

A - lá

B - sí

C - dó

D - ré

E - mí

F - fá

G - sol

# - sustenido

b - bemol

7 - sétima menor

### OUTRAS ABREVIATURAS

WM - memória de trabalho

STM - memória de curto prazo

LTM - memória de longo prazo

SSIRH - hipótese de recurso de integração sintática compartilhada

APM - audição passiva de música

FPE - escuta passiva de fala

MCRT - multiple choice reaction time test

OA - ouvido absoluto

NMDA - N - metil - D - Aspartato

FMRI - imagem por ressonância magnética funcional

MRI - imagem por ressonância magnética

PET - tomografia por emissão de Póstron

DTI - diffusion tensor imaging

CFDL - córtex frontal dorsolateral posterior esquerdo

EEG - Eletroencefalografia

MEG - Magnetoencefalografia

TCCAL - teste contrastivo de compreensão auditiva e escrita

## Sumário

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO	17
2.1 MEMÓRIA	17
2.2 DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO	18
2.3 MEMORIA E MÚSICA	20
2.4 PROCESSOS COGNITIVOS, MÚSICA E MEMÓRIA	22
3 OBJETIVOS	32
3.1 OBJETIVOS GERAL	32
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	32
4 MATERIAIS E MÉTODOS	33
4.1 ÉTICA	33
4.2 DELINEAMENTO	33
4.3 AMOSTRA	33
4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	34
4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	34
4.6 TAMANHO AMOSTRAL	34
4.7 FERRAMENTAS DE PESQUISA	35
4.8 VARIÁVEIS DO ESTUDO	35
4.9 DESENHO EXPERIMENTAL	35
4.9.1 TAREFA DIA 1	36
4.9.2 TAREFA DIA 2	36
4.10 ANÁLISES DOS DADOS	37
5.1 RESULTADOS DA ANOVA DE DOIS FATORES (TWO-WAY)	40
6 DISCUSSÃO	45
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
8 REFERÊNCIAS	54
9.1 Anexo I - Parecer de aprovação pelo Comitê de ética em Pesquisa-PUCRS	60
9.2 Anexo II- Declaração de autorização da escola envolvida na Pesquisa	62

9.3 Anexo III-Texto sobre a Copa do mundo de 1954	63
9.4 Anexo IV- Roteiro de entrevista e instrumentos de coleta	64
9.5 Anexo V-Termo de Consentimento	65
9.6 Anexo VI-Termo de Compromisso de uso de dados	66
9.7 Anexo VII- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	67
9.8 Anexo VIII- Partitura da Sonata K448 para dois pianos em D maior de Mozart	70

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o número de idosos aumentou 18% em 5 anos, ultrapassando 30 milhões em 2017. Desde 2012 houve um aumento de 4,8 milhões de idosos, mantendo a tendência do envelhecimento populacional no Brasil. Entre os estados brasileiros com maior índice de envelhecimento encontram-se o Rio de Janeiro e o Rio Grande Do Sul, ambos com 18,6% de suas populações dentro da faixa dos 60 anos ou mais (IBGE 2018). Dentre os aspectos epidemiológicos observados na velhice, estão as doenças neurodegenerativas, comuns à população com idade acima dos 60 anos (OPAS 2017). O aumento dessa população, aponta para maior incidência de problemas relacionados ao sistema nervoso. Nesse panorama, podemos encontrar dificuldades que vão desde o acesso a medicamentos até o seu grau de eficácia. Segundo Tedros Adhanom Ghebreyesus, diretor-geral da Organização Mundial da Saúde, alerta que são quase 10 milhões de pessoas a desenvolver demência ao ano, onde seis milhões em países de baixa e média renda, gerando um custo mundial de US\$ 818 bilhões, que equivale a mais de 1% do produto interno bruto global (OPAS 2017).

O declínio cognitivo prava a longo prazo, os indivíduos de envelhecer com dignidade, surgindo dificuldades de comunicação, praxia, gnosia, capacidade viso espacial, funções executivas e memória, aspectos que estão ligados aos mais de cem tipos de demências, destacando entre elas o Alzheimer e o Parkinson (SCHLINDWEIN-ZANINI, 2010). Doenças causadas por lesões ou disfunções no sistema nervoso central, têm como consequência importante, a perda significativa de memória. A memória significa aquisição, ou seja, adquirir conhecimento ou aprendizado, conservar e evocar ou recordar as informações. A evocação é também chamada de recall, lembrança, recuperação. Só pode ser lembrado aquilo que é gravado, aquilo que foi aprendido (IZQUIERDO, 2018). As memórias, ou aprendizado, que adquirimos ao longo da vida definem quem somos. O aprendizado refere-se a uma variação no comportamento que é o resultado da aquisição de conhecimento acerca do mundo (KANDEL, 2014). A memória é o processo que codifica os aprendizados e possibilita sua posterior evocação (KANDEL, 2014). A atividade diária, seja ela simples ou complexa, envolve o aprendizado associativo, dependente da eficácia dos processos de memória. Esta

depende da percepção, influenciada pela emoção e imaginação onde o armazenamento da informação se dá entre a ação e a percepção (CHAVES, 1993).

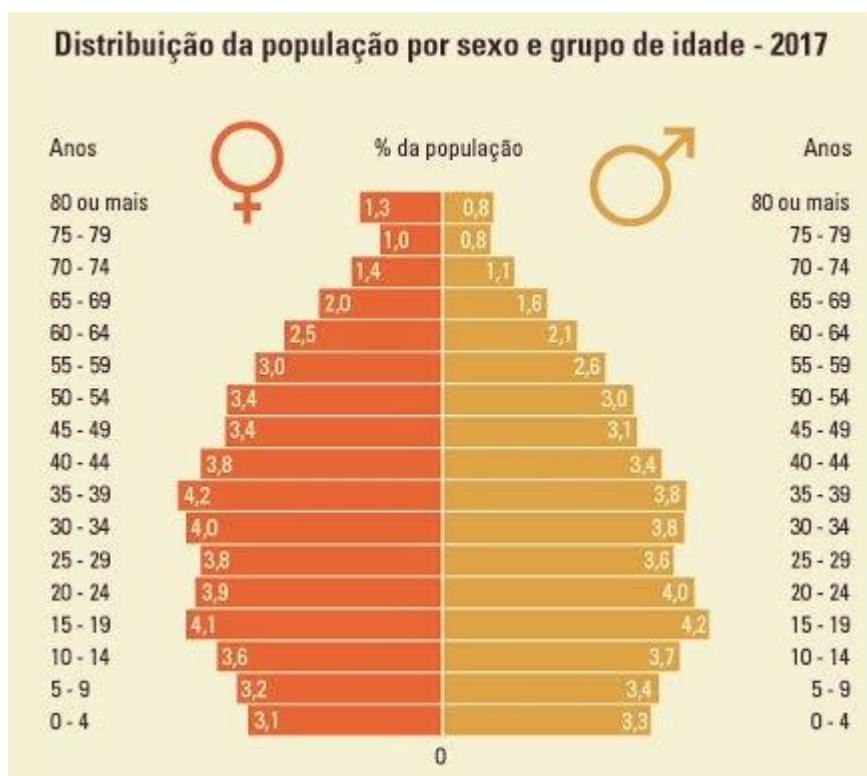
O presente estudo investigou a relação positiva entre a escuta musical e a atividade neuronal, mais especificamente na codificação da memória de longo prazo (LTM). Buscou verificar os efeitos da música como ferramenta recuperadora de memórias, avaliando a existência de memória dependente de contexto, induzida por música, durante a tarefa de leitura e o teste realizado por meio de questionário descritivo. As memórias no momento de sua aquisição estão sob determinado estado endógeno e tônus cerebral dopaminérgico, noradrenérgico, serotoninérgico e beta endorfinico, (IZQUIERDO; CHAVES, 1988). Quando esses níveis se reproduzem no momento da evocação obtêm-se uma evocação bem-sucedida De L'Etolie (2002), quando ocorre essa condição endógena e exógena na aquisição e na evocação de memória, configura-se uma memória dependente de contexto. Pessoas alegres e positivas tendem a possuir memórias de conteúdo mais favorável e o contrário é verdadeiro, pessoas deprimidas lembram mais dos fracassos (PINTO, 1998). Daí a importância de investigar a capacidade da música de interferir no estado humoral, melhorando o desempenho da memória. A música pode alterar o estado de ânimo, associando acontecimentos, fazendo o indivíduo reviver experiências significativas de sua vida (MIRANDA; GODELI, 2003).

Para manipular a variável de música no desenho experimental pretendido, foi utilizada a Sonata K-448 para dois pianos em D maior de Mozart. Conhecido na literatura científica como o Efeito Mozart, esse fenômeno aponta que a escuta sistemática da obra em questão, traz mudanças do ponto de vista neuronal, resultando em melhor capacidade de memória (XING *et al.*, 2016). A música de Mozart, pertencente ao universo tonal ocidental, isto é, possui um centro de tom, tonalidade com uma escala principal, que é a característica fundamental dentro da hierarquia estrutural da música (KOELSCH, 2015). Por ser amplamente utilizada, para avaliar os resultados científicos do Efeito Mozart, a Sonata K-448 em D maior para dois pianos de Mozart, foi escolhida como variável dependente, manipulada pelo experimentador. A música possui momentos de tensão e relaxamento, Koelsch (2015), sensações causadas pela harmonia musical (acordes), em consonância com a melodia (solo), podem



fornecer pistas de memória, os movimentos sonoros podem induzir a um estado neuro-humoral capaz de melhorar o desempenho da memória.

Com a realização da pesquisa foi investigado o impacto da música nos aspectos da aquisição e evocação referentes a memória humana, com avaliação de seus possíveis efeitos, com base nas respostas obtidas no questionário, na segunda etapa do estudo. Apontando para esse objetivo encontram-se no estudo as variáveis referentes à aquisição de memória, evocação, efeito de concomitância entre música e evocação, ausência de música e evocação, comparação dos scores entre todos os grupos, variáveis sócio demográficas e a área de atuação dos participantes. O estudo que seguirá apresentado nos próximos capítulos e sessões seguintes teve como objetivo norteador, investigar o efeito da Sonata K-448 para dois Pianos em D maior de Mozart, na aquisição e evocação de memória declarativa e sua capacidade de gerar memória dependente de contexto.



Fonte: adaptado do IBGE 2018

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

A presente dissertação aponta para o fenômeno da dependência de estado, como efeito da intervenção experimental de música, por meio da Sonata K-448 de Mozart, obra pertencente ao chamado "Efeito Mozart", na aquisição e evocação de memória declarativa. Para objetivar e facilitar a compreensão, serão apresentados os conceitos básicos que envolvem o estudo, a fim de conduzir o leitor e dar clareza às ideias defendidas pelo autor. A primeira sessão apresenta o conceito de memória, bem como suas classificações. A sessão seguinte aponta a definição da dependência de estado, a terceira sessão explica o efeito Mozart, a quarta aborda o sistema nervoso auditivo a quinta o conceito de tonalidade, a sexta sessão exhibe a definição musical de sonata, estilo de composição utilizada no estudo e segue com os autores utilizados como referencial bibliográfico, para o embasamento e desenvolvimento da presente investigação.

### 2.1 MEMÓRIA

Memória é a aquisição, o armazenamento e a evocação de informações (IZQUIERDO, 2018; KANDEL, 2014). A **aquisição** é a fase inicial da formação da memória, refere-se a aquisição de novas habilidades, informações ou experiências (SQUIRE, 1987; IZQUIERDO et al., 2016; FERREIRA et al., 2019). Importante destacar que não existe memória sem que ocorra, primeiramente, a aquisição da informação (IZQUIERDO, 2018). A fase de **consolidação** é um processo progressivo de estabilização pós-aquisição da memória, resultando em uma memória estável, duradoura e resistente a interferência. Esse processo envolve um conjunto complexo e altamente regulado de reações bioquímicas e moleculares, interdependentes, que culminam na expressão gênica e na síntese de novas proteínas (NADER et al., 2000; DUDAI, 2004; COSTA-MATTIOLI E SONENBERG, 2008; STERN e ALBERINI, 2013; MCGAUGH, 2000). Entretanto, enquanto estão sendo consolidadas, as memórias encontram-se lábeis e sensíveis a interferências, tanto positivas (por exp. exposição a novidade, suporte social) quanto negativas (por exp. inibidores de síntese proteica, distração; eventos traumáticos) (SQUIRE e KANDEL, 2003; MYSKIW et al., 2008; PASSANI et al., 2017; IZQUIERDO, 2011; FERREIRA et

al., 2019; FARIAS et al., 2019). Finalmente, a **evocação**, também chamada de recordação ou lembrança; é a fase que envolve o acesso à memória. A única maneira de se avaliar uma memória é através da evocação (MEI et al., 2011; IZQUIERDO, 2011; SQUIRE, 2009; FABBRI et al., 2016)

As memórias, segundo Izquierdo (2018), podem ser classificadas por conteúdo, declarativa e de procedimentos; duração, curta e longa duração e por função, memória de trabalho e *priming*. Kandel divide a memória em duas dimensões, curso temporal do armazenamento; e quanto a natureza da informação armazenada (KANDEL, 2014). Uma definição geral de memória é difícil, já que o processamento de informação não pode ser visto como um ato isolado, mas como dependente de percepção, influenciado pelas emoções e pela imaginação e situado em toda a sua sequência entre percepção e ação (CHAVES, 1993). Segundo Chaves (1993), do ponto de vista comportamental, memória é definida como uma modificação mais ou menos permanente das relações do organismo com o seu meio, que ocorre como resultado da prática, da experiência e/ou observação.

## 2.2 DEPENDÊNCIA DE CONTEXTO

A formação e a evocação das memórias podem ser moduladas, positivamente ou negativamente, por diversos fatores, incluindo, o nível de alerta, atenção, a ansiedade, o estado de ânimo e o estresse ou, ainda, pela utilização de estimulantes ou depressores do sistema nervoso central (CAHILL; MCGAUGH, 1995; FINSTERWALD; ALBERINI, 2014; MORGAN, 1999; RADULOVIC et al., 1999; REZAYOF et al., 2008).

Segundo IZQUIERDO (2010), o conjunto de alterações fisiológicas decorrentes da resposta do organismo frente a situações adversas, funciona como uma dica para posterior evocação. ZORNETZER, em 1978, propôs que um padrão de ativação de uma memória, possivelmente se torna um componente integral de seu armazenamento (ZORNETZER, 1978 *apud* ROSA, 2014). Por exemplo, um indivíduo que se encontra em um estado emocional alegre e eufórico recordará com mais facilidade memórias com um conteúdo positivo do que negativo. O contrário também ocorre, quando o indivíduo encontra-se triste e/ou deprimido recordará com mais facilidade memórias relacionadas a eventos negativos, como um fracasso e/ou humilhação (PINTO, 1998).

As memórias são adquiridas sob diferentes estados endógenos, que podem ser traduzidos em níveis ou concentrações de hormônios e neurotransmissoras como dopamina, a noradrenalina, a serotonina e a beta endorfina (IZQUIERDO; CHAVES, 1988; ORDOÑEZ, 2012). Segundo Pinto (1998) o estado emocional pode ter um efeito significativo na memória. Mantendo ou mudando o contexto em que a aprendizagem ocorre, a evocação pode ser melhor ou pior (PATEL *et al.*, 1998; KOELSCH, 2015).

A dependência de Contexto é um fenômeno que auxilia a compreender, de que forma os processos endógenos influenciam na qualidade da evocação de memória (DE L'ETOLIE, 2002). Condições específicas envolvidas durante a formação de uma memória, quando reproduzidas no momento da evocação permitem que a mesma ocorra de forma mais efetiva. Segundo De L'TOLIE (2002), em meados da década de 1970, os psicólogos começaram a reconhecer o profundo efeito dos estados emocionais nos processos cognitivos, especialmente no desempenho da memória (ELLIS; HUNT, 1988; SEARLEMAN; HERRMANN, 1994).

O processo denominado Dependência de Contexto, tem sido amplamente estudado em sistemas de neurotransmissão, tais como o glutamatérgico, dopaminérgico e opioide. Englobam os sistemas neuro-humoral dopaminérgicos, serotoninérgicos, noradrenérgicos, beta endorfínicos e hormonal (ORDOÑEZ, 2012). Permite o fortalecimento de memórias importantes e acionar os mecanismos de defesa necessários para a sobrevivência (IZQUIERDO *et al.*, 2002).

Alguns estudos sugerem que a música de fundo é um estímulo eficaz para induzir uma memória dependente de contexto (SMITH, 1985; EICH; METCALFE, 1989; WILLIAN *et al.* 1992). SMITH (1961) mostrou que a música de fundo pode facilitar a formação da memória, pelo que ele chamou de “memória dependente de contexto”. Ocorre quando traços do contexto são armazenados junto com o traço de memória que está sendo formado (GRANT *et al.*, 1998). Quando o mesmo contexto é mimetizado no momento da evocação, ele atua como uma dica de memória e facilita a evocação da mesma (ABERNETHY, 1940; GRANT *et al.*, 1998; SMITH, 1979).

### 2.3 MEMORIA E MÚSICA

A música é uma poderosa fonte de prazer para a maioria dos indivíduos e, muitas vezes, utilizada no cotidiano com o intuito de modular o humor e o estado de alerta (FERRERI e RODRIGUEZ-FORNELLS 2017; Ara e MARCO-PALLARÉS 2020). Além disso, também vem sendo muito utilizada no contexto clínico com o intuito de promover a saúde física e psicológica (XING et al., 2016). Estudos mostram que a música é capaz de reduzir a depressão em idosos (CHAN et al., 2011), melhorar a função cognitiva em pacientes com demência (CHANG et al., 2015), aliviar a ansiedade e a dor durante procedimentos médicos (HOLE et al., 2015; VETTER et al., 2015) e cirúrgicos (KUHLMANN et al., 2018), além de melhorar a função imune e modificar as respostas neuroendócrinas (FANCOURT et al., 2014).

Estudos com animais também mostram que a música melhora a formação (ANGELUCCI et al., 2007; MENG et al., 2009) e a extinção da memória de medo (XING et al., 2016; MUSUMECI e MINICHIELLO 2011; CHEN et al., 2019), da memória de esQUIVA inibitória (MENG et al., 2009) e da memória espacial (MENG et al., 2009; RAUSCHER et al., 1998; NAKAMURA et al., 2007; KIM et al., 2006).

Ainda, existem evidências de que o efeito positivo da música sobre a memória e o desempenho de tarefas é o resultado da sua influência sobre o estado de alerta e o humor, fenômeno conhecido como efeito **Mozart** (THOMPSON et al., 2001; CASSIDY e MACDONALD 2007). Esse efeito foi observado em vários estudos que investigaram a influência da música durante o desempenho de tarefas cognitivas. Por exemplo, ouvir música de fundo melhora a codificação da memória verbal (FERRERI et al., 2013), da memória autobiográfica em pacientes com Doença de Alzheimer (El HAJ et al., 2012), do aprendizado da memória espacial (JAUŠOVEC et al., 2006; RAUSCHER 1993; NANTAIS e SCHELLENBERG, 1999) e, do aprendizado de uma segunda língua (KANG e WILLIAMSON 2013). Resultados corroborados pelo trabalho de BOTTIROLI e colaboradores (2014) que mostraram que a música de fundo (em comparação com o silêncio e o ruído branco) melhora o desempenho de idosos nas tarefas de memória declarativa (BOTTIROLI et al. 2014).

Entretanto, alguns autores argumentam que a música de fundo pode atuar como uma distração durante a evocação e formação de memórias (KAMPFE et al., 2011; KONECNI, 1982; TREISMAN, 2006) resultando em um prejuízo no desempenho em tarefas de leitura e de memória (THOMPSON et al., 2001; KÄMPFE et al. 2010). Como pode ser observado na metanálise realizada por Kämpfe et al. (2010), na qual verificaram que a música de fundo pode ter um efeito negativo em tarefas relacionadas ao desempenho da memória, como memorizar anúncios, sílabas ou palavras sem sentido (especialmente na presença de música alta) (KÄMPFE et al., 2010; WOO et al., 2005; IWANAGA e ITO 2002), lembrar de textos que foram lidos previamente e, no desempenho da leitura (TREISMAN, 2006; FURNHAM e ALLASS, 1999). Estudos também verificaram que a música de fundo vs. silêncio interfere com vários outros processos cognitivos, inclusive na capacidade de realizar cálculos de aritmética (BLOOR 2009), na aprendizagem multimídia (MORENO e MAYER, 2000) e, de novos procedimentos (MISKOVIC et al. 2008).

Como pode ser observado, não existe um consenso sobre o efeito, positivo ou negativo, da música de fundo sobre a memória. Essa variabilidade pode ser decorrente do tipo de música utilizado (FELIX, 1993) e do estado de humor induzido pela música de fundo (KAMPFE et al., 2011; KONECNI, 1982; TREISMAN, 2006). De fato, o estado de humor e/ou alerta induzido pela música de fundo pode servir como uma **dica** contextual de memória, facilitando a sua evocação (BALCH e LEWIS, 1996; EICH, 1980, 1995). Efeito esse, observado nos estudos que apresentaram a mesma música de fundo no momento da aquisição e da evocação (ISARIDA et al., 2017; MEAD e BALL, 2007). O “contexto” geralmente se refere a estímulos ambientais, que são mantidos relativamente constantes no decorrer do experimento, e, portanto, é sinônimo de ambiente ou estímulos de fundo (LUBOW e GEWIRTZ 1995). Sugerindo que a música de fundo pode resultar em uma “memória dependência de estado” ou também chamada de “memória dependente do contexto” (ISARIDA et al., 2017; ECHAIDEA et al., 2019; MCGEOCH 1932; TULVING 1983; LUBOW e GEWIRTZ 1995).

As dicas apresentadas no momento da evocação são eficazes na medida em que ajudam a reestabelecer ou recriar os processos envolvidos durante a aquisição da memória original (MCGEOCH 1932; TULVING 1983). O

mecanismo pelo qual a música exerce esse efeito positivo sobre a memória ainda não foi completamente elucidado, entretanto, estudos mostram que música leva a ativação de regiões cerebrais que estão diretamente envolvidas com a formação e a evocação de memórias, tais como o núcleo accumbens, a amígdala e o hipocampo (BLOOD e ZATORRE, 2001; MENON e LEVITIN, 2005; BERRIDGE e KRINGELBACH, 2015; MAVRIDIS, 2015). Em nível molecular, a música aumenta a expressão do fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF; sigla o inglês *brain-derived neurotrophic factor*), contribuindo assim, para a neurogênese e a plasticidade sináptica (CHIKAHISA et al., 2006; ANGELUCCI et al., 2007; CHEN et al., 2019). Ainda, estudos tem demonstrado que a música aumenta na liberação de dopamina, em várias regiões cerebrais (SALIMPOOR *et al.*, 2011; PANKSEPP e BERNATZKY 2002; SUTOO e AKIYAMA, 2004; TASSET et al., 2012; MORAES et al., 2018), incluindo no núcleo accumbens (FEDUCCIA e DUVAUCHELLE, 2008), córtex pré-frontal, mesencéfalo e estriado (TASSET et al., 2012). Importante destacar que a dopamina é um dos mais um importante neuromoduladores da memória de medo e da ansiedade (LEDOUX 2000).

#### 2.4 PROCESSOS COGNITIVOS, MÚSICA E MEMÓRIA

Os processos cognitivos trabalham por meio de um sistema de preenchimento de expectativa (MALLIK; CHANDA; LEVITIN, 2017). No córtex temporal, as funções de música e linguagem são compartilhadas pelos mesmos grupos de neurônios, e simultaneamente distribuídas, pelo cerebelo, corpo caloso, hemisfério direito, córtex frontal, amígdala, núcleo de accumbens e hipocampo (MUSZKAT; CORREIA; CAMPOS, 2000). SLEVC e OKADA (2015) sugerem por SSIRH (hipótese de recurso de interação sintática compartilhada), influente recurso compartilhado na região cortical pré-frontal, mecanismos de controles cognitivos para resolver conflitos de violação de expectativas, e revisão de interpretação.

ALTEMÜLLER *et al.* (2012) apontam através de testes com N400, vantagem na segmentação de fluxo, armazenamento lexical ou ambos em músicos. Segundo RODRIGUES, LOUREIRO e CARAMELLI (2010) são possíveis efeitos positivos do treinamento musical em atividades cognitivas não musicais. Em seu estudo sugerem que a capacidade de aprender uma peça musical

assemelha-se em decorar um poema. Adultos com aprendizagem musical antes dos 12 anos possuem melhor capacidade de memória para palavras faladas. Apresentam melhor memória verbal indivíduos que já tinham começado ou continuado um aprendizado musical, do que aqueles que descontinuaram ou não tinham. Os resultados foram obtidos por lista de aprendizagem e por teste MCRT (multiple choice reaction time test) observando também efeitos positivos no sistema oculomotor desenvolvido em músicos (RODRIGUES; LOUREIRO; CARAMELLI, 2010).

Para Benz *et al.* (2016) dois anos de formação musical melhoram a discriminação neurofisiológica de semelhantes sons da fala em crianças com alto risco para o aprendizado, habilidades musicais foram positivamente correlacionadas com melhores habilidades de leitura e consciência fonêmica sugerindo o compartilhamento de mecanismos estruturais subjacentes musicais, sobre capacidades cognitivas não-musicais, podendo refletir alterações plásticas no cérebro. Estudos sugerem que a música atua no sistema opioide do cérebro, portanto tem influência semelhante a determinados tipos de fármacos (MALLIK; CHANDA; LEVITIN, 2017).

Novas descobertas apontam para o envolvimento de múltiplas áreas corticais durante a atividade musical. Na atividade sináptica do cérebro encontra-se correlações entre neurônios, ALTEMÜLLER *et al.* (2012) falam sobre a dependência compartilhada de domínio cognitivo entre linguagem e música. Para (SMITH, 1985; EICH; METCALFE, 1989; WILLIAM; KELLY, 1992) a música é um estímulo eficaz para induzir a memória dependente do contexto. Pesquisas realizadas por William e Kelly (1992), apontam para os mesmos resultados de Smith(1985), de que música de fundo pode ser usada para induzir dependência de memória de contexto.

A Hipótese de Recurso de Integração Sintática e o modelo neurocognitivo de Koelsch sugerem alto grau de sobreposição, particularmente no lobo frontal, mas também representações distintas no lobo temporal com assimetrias hemisféricas (ARIANNA *et al.*, 2015). Aponta que estudos realizados com músicos treinados e indivíduos com ouvido absoluto também sugerem uma sobreposição entre fala e música (LACROIX; DIAZ; ROGALSKY, 2015).

A percepção da fala e da música depende do processamento rápido de sinais ricos em detalhes acústicos e organização estrutural. Para ambos os



domínios, a mente converte um fluxo dinâmico de som e um sistema de unidades discretas que possuem estrutura hierárquica e regras ou padrões de combinação (PATEL *et al.*, 1998). A música tonal ocidental possui leis estruturais suficientes para ser chamada de "gramática da música" envolvendo a regulação das principais mudanças, progressão de acordes, etc (PISTÃO, 1978; PATEL *et al.*, 1998). Segundo Patel (2008), os recursos compartilhados entre música e linguagem residem no lobo frontal inferior, área de Broca, e os processos diferentes são localizados nos lobos temporais. Para LACROIX, DIAZ, ROGALSKY (2015), ouvir música ou fala, envolvem redes corticais, tempoparietais, porém o processamento de fala e música e o recrutamento de regiões frontais são modulados por tarefa. Em sua pesquisa identificou grandes trechos de voxels bilateralmente, abrangendo os giros temporais superiores, giro frontal inferior bilateral, ínsula bilateral, lobo parietal inferior esquerdo, giro frontal medial esquerdo para audição passiva de música (APM), a fala passiva de escuta (FPE), também identificou regiões temporais superiores bilaterais, pré-centrais e frontal inferior. É importante considerar, os efeitos relacionados à tarefa nas interações entre fala e música. A área de Broca, é o substrato para funções e recursos da fala e da música, como memória de trabalho, reparo, codificação e análise de estrutura (LACROIX; DIAZ; ROGALSKY, 2015).

PERLOVSKY argumentou que os seres humanos têm como característica natural, a necessidade de compreender os fenômenos, refere-se a essa necessidade de instinto de conhecimento (KOELSCH, 2015). O preenchimento dessa necessidade é chamado de "eureka moment", e está relacionado com a atividade dopaminérgica (KOELSCH, 2015). A escuta musical pode auxiliar nos processos envolvidos na memória. Experimentos utilizando a música para induzir o estado de humor positivo, apontam para melhora no desempenho de recordação de lista de palavras, (DE L'ETOLIE, 2002). De acordo com De L'ETOILE, os resultados obtidos em sua pesquisa fornecem suporte preliminar para o uso de procedimentos musicais de indução de humor em laboratório, podendo generalizar para ambientes clínicos. Indivíduos que participam da condição de indução de humor, com auxílio de música, na codificação e recordação, lembram significativamente mais informações do que aqueles na condição sem música e a condição com música apenas durante a codificação (THAUT; De L'ETOLIE, 1993). A música é uma atividade que

envolve várias funções sociais, entre os efeitos emocionais do envolvimento nessas funções, incluem-se as experiências de recompensa, diversão, alegria e felicidade (KOELSCH, 2015). Segundo Koelsch (2015), fazer música também envolve ações coordenadas. Isso requer que os indivíduos sincronizem com uma batida e mantenham o andamento. Koelsch (2015) sugere que efeitos emocionais também surgem da compreensão. No que diz respeito à música, o indivíduo compreende aquilo que é extramusical (emoção) e intramusical (estrutura). Aponta para a importância social da música, e sua capacidade de provocar estados de humor, embora, existem diversos aspectos para que se interprete a música, como alegre ou triste. Compreender a resolução de uma sequência musical leva a sentimentos de recompensa e diversão (KOELSCH, 2015). Koelsch explica que em uma escala maior, a análise musical trata da compreensão da estrutura de peças inteiras com relação a motivos, temas, variações, desenvolvimentos, estrutura harmônica e melódica, estrutura rítmica, relações entre motivos e temas e outros assuntos. Segundo Koelsch (2015) essa busca pela compreensão da estrutura musical, se assemelha a resolução de um quebra cabeça, e sua conclusão traz prazer e satisfação.

Resultados encontrados por HAUSEN *et al.* 2013, dão suporte à hipótese de que o processamento de música e fala é, em certa medida, baseado em recursos neurais compartilhados. O que influenciou a percepção musical como variável de fundo mais poderoso foi a educação musical (HAUSEN *et al.*, 2013).

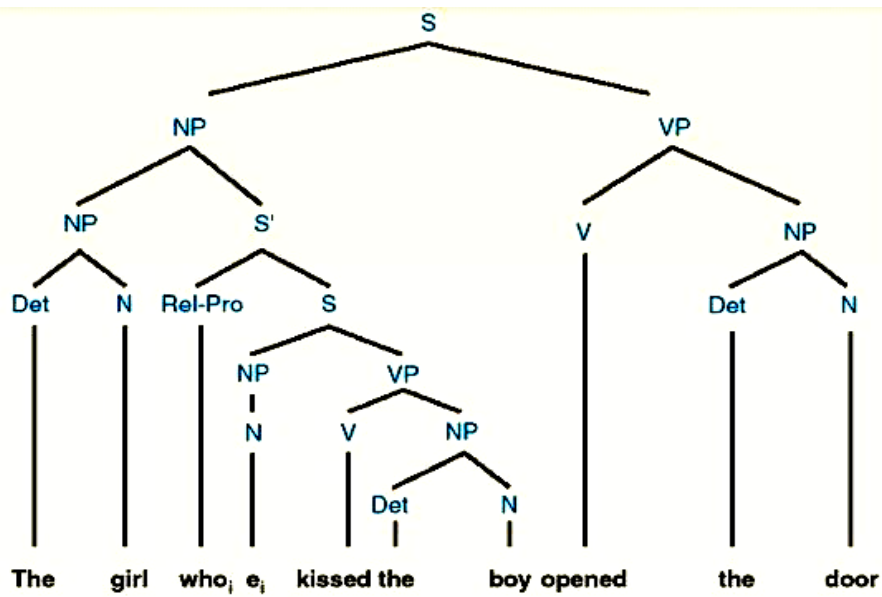
As linguagens tonais fornecem um espectro particularmente importante para compreender a interação entre esses processos, a chave para reconciliar esses fenômenos provavelmente está no entendimento das interações, entre as vias aferentes que transportam informações de estímulo, com mecanismos de processamento de cima para baixo que modulam esses processos (ZATORRE; GANDOUR, 2008). Para ZATORRE, BELIN e PENHUNE (2002), tanto música quanto a fala são caracterizadas por sua natureza gerativa: isto é, a complexidade é construída por relações de troca, baseadas em regras de um número limitado de elementos discretos (fonemas ou tons) para produzir estruturas significativas (palavras ou melodias), que por sua vez estão sujeitos a uma organização hierárquica adicional produzindo assim entidades mais complexas (como sentenças ou músicas). Desse modo, o papel predominante do hemisfério esquerdo em muitas funções linguísticas complexas, pode ter aparecido de uma

sutil vantagem inicial na decodificação dos sons da fala (ZATORRE; BELIN; PENHUNE, 2002).

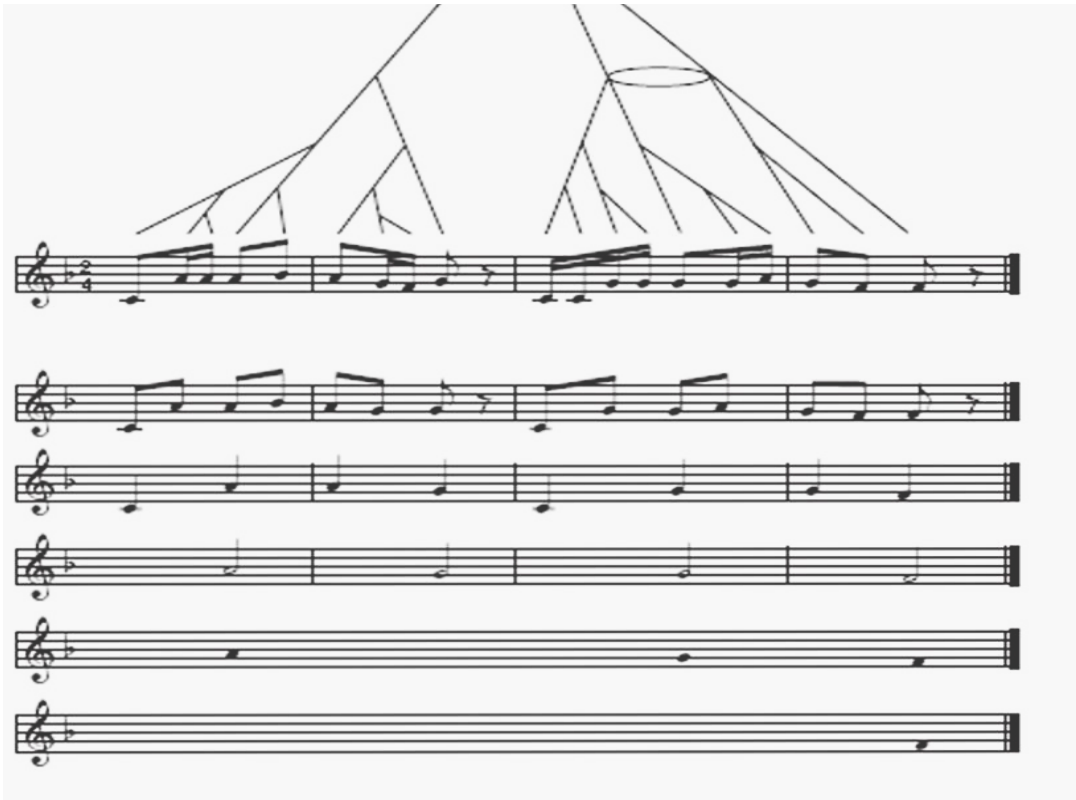
O importante papel do hemisfério direito em aspectos da percepção musical, particularmente aqueles que envolvem o processamento do tom tonal (centro tonal), pode ter sido, em algum sentido, complementaridade e consequência dessa especialização da linguagem (ZATORRE; BELIN; PENHUNE, 2002). Zatorre aponta que fala e música são aspectos notáveis da cognição humana e do processamento sensorio-motor. A neurociência cognitiva concentrou-se neles para entender como a função e a estrutura do cérebro são modificadas pelo aprendizado (ZATORRE, 2013). Para ZATORRE, BELIN e PENHUNE (2012), achados de neuroimagem reiteram evidências de plasticidade cerebral dependente da experiência, em relação à nova aprendizagem nos domínios da fala e da música. A percepção das propriedades temporais dos estímulos externos é uma condição natural e suficiente para o arrastamento de oscilações cerebrais, sem qualquer componente emocional aparente (KOELSCH, 2015).

O desenvolvimento de técnicas de mensuração anatômica baseadas em ressonância magnética total, como morfometria baseada em voxels, espessura cortical e imagens de difusão, tem estimulado pesquisas que mostram que a anatomia cerebral pode mudar visivelmente em função da aprendizagem (ZATORRE, 2013).

No que diz respeito às relações entre música e linguagem e o processamento sintático, Patel (2008) aponta para uma conciliação, partindo do princípio da neuropsicologia que indica independência e o da neuroimagem que mostra sobreposição. A linguagem é um sistema sintático: tem elementos estruturais discretos (por exemplo, palavras) que são combinadas baseadas em conceitos básicos e têm uma relação rica entre sua estrutura e o significado que elas transmitem (PATEL, 2008). Como a linguagem, a música também tem elementos estruturais discretos (por exemplo, tons ou acordes) que são combinados de maneira baseada em princípios em sequências estruturadas hierarquicamente (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983; PATEL, 2008). Os sons das notas e harmonias musicais não são aleatórios e caóticos, mas encontram-se estruturados no tempo, espaço e intensidade (KOELSCH, 2015).



S= sentence (frase), NP= noun phrase (frase substantiva), VP= verb phrase (frase verbal), V= main verb (verbo principal), Det= determiner phrase (frase determinante), Rel-pro= relative pronoun (pronome relativo), N= noun (substantivo). Fonte: Adaptado de Patel, 2008.



Fonte: adaptado de Patel, 2008.

Dados de neuroimagem e na teoria cognitiva, Patel (2008) sugere, que algum aspecto desse processo de integração estrutural, é compartilhado pela linguagem e pela música. Propõe que a integração estrutural, baseado na ativação rápida e de itens em redes associativas, e que a linguagem e a música compartilham os recursos neurais que fornecem essa ativação para as redes onde reside a representação específica de domínios. Essa ideia é denominada “hipótese do recurso de integração sintática compartilhada” (SSIRH). As representações sintáticas linguísticas e musicais são armazenadas em diferentes redes cerebrais, porém há sobreposição nas redes que fornecem recursos neurais para a ativação de representações sintáticas armazenadas (PATEL, 2008).

HOCH, POULIN-CHARRONAT e TILLMANN (2011) conduziu um estudo comportamental medindo tempos de leitura, em um paradigma de leitura individualizado e salientou influências intermodais, interativas de violações música-sintáticas no processamento de complexidade sintática em sentenças. SLEVC e OKADA (2015) mostraram tempos de leitura mais longos, para palavras sintaticamente inesperadas, quando as sentenças foram apresentadas simultaneamente com acordes fora de tonalidade, em comparação com os acordes esperados pertencentes ao tom (HOCH; POULIN-CHARRONAT; TILLMANN, 2011). Experimentos utilizando violações de expectativa musical e acordes do campo harmônico ou acordes inesperados e fora de tom, com notas fora de escala (tom). Produziam violações acústicas com o contexto anterior, proporcionando assim, um confundimento com a violação sintática da música (HOCH; POULIN-CHARRONAT; TILLMANN, 2011). Segundo HOCH, POULIN-CHARRONAT e TILLMANN (2011), interação entre música e processamento sintático e entre música e processamento semântico (pelo menos em alguns dos estudos), propõe que os recursos de integração estrutural, poderiam ser o conceito-chave de recursos compartilhados no processamento de música, sintaxe e semântica.

Resultados obtidos em exames de Neuroimagem demonstram as áreas do cérebro envolvidas nos processos musicais para músicos e não-músicos, onde ocorrem em locais diferentes em cada caso, podendo sofrer modificações conforme aumento de exposição à atividade musical (MUSZKAT; CORREIA; CAMPOS, 2000). Muszkat interpreta isto, como possibilidade de neogênese no

córtex frontal, mais especificamente na área que compreende os neurônios espelho, aos quais se atribuem papéis de empatia e de aprendizado.

Os resultados das avaliações dos processos neurais envolvidos nas atividades musicais e não musicais, são obtidos com o auxílio de exames de EEG, MEG, ERP, TCCAL (teste contrastivo de compreensão auditiva e escrita) e o teste de técnica Cloze.

Experimentos recentes sugerem que os mecanismos envolvidos na retenção de curto prazo da informação podem ser compartilhados entre os domínios da memória de curto prazo (STM), verbal e viso espacial (GORIN; MENGAL; MAJERUS, 2018), por meio da organização sequencial que existe no conteúdo musical. O estudo de GORIN, MENGAL e MAJERUS (2018) analisou a STM verbal de indivíduos com e sem experiência musical. Para GORIN, MENGAL e MAJERUS (2018) os dados suportam efeitos de STM de ordem serial de domínio geral, mas também sugerem a existência de efeitos adicionais específicos de domínio. Segundo GORIN, MENGAL e MAJERUS (2018) sistemas musicais e verbais de STM possivelmente dependem de processos sequenciais comuns (GORIN; MENGAL; MAJERUS, 2018; WILKINSON et al., 2010).

Pesquisas apontam para descobertas de redes neurais parcialmente diferentes subjacentes à WM work memory verbal e tonal em músicos (SCHUZLE; KOELSCH, 2012). Esses achados sugerem que a plasticidade funcional é estimulada pelo treinamento musical. Os dados mostram que as estruturas centrais de WM estão envolvidas na WM tonal e verbal (SCHUZLE et al., 2011). De acordo com SCHULZE et al. (2011), as estruturas cerebrais envolvidas são: Área de Broca, córtex pré-motor, pré-SMA Supplementary motor área, lobo parietal inferior e córtex insular esquerdo.

A atividade neural durante a percepção auditiva pode ser, de alguma forma, o que potencialize os processos de memória. Devido seu papel na produção da fala, a percepção auditiva é uma importante modalidade sensorial para o homem (KANDEL, 2014). Para possibilitar a audição, existem os mecanorreceptores, localizados no ouvido interno. Os mecanorreceptores do equilíbrio e da audição são células de origem epitelial, capazes de gerar potenciais receptores quando estimulados (LENT, 2012). Na maior parte dos animais, a audição é fundamental para localização e identificação de sons (KANDEL, 2014).

Componentes do sistema nervoso auditivo estão presentes em todos os níveis do SNC (LENT, 2012). Figura (4). Uma vez que os sons são transformados em respostas elétricas, circuitos auditivos hierarquicamente organizados dão conta da percepção auditiva (KANDEL, 2014).

Nos núcleos cocleares a informação sonora inicia, distribuindo a informação acústica em vias paralelas (KANDEL, 2014). O som que entra pelo ouvido externo (orelha externa), é amplificado 20 vezes no ouvido médio, a fim de compensar as perdas de áudio que chegam à Cóclea (LENT, 2012). A Cóclea é dividida em três canais, escala timpânica, vestibular e medial, e é nessa última que ocorre a transdução audioneural, nela estão a endolinfa e os receptores auditivos, a endolinfa é um líquido rico em K<sup>-</sup>. Nas duas escalas anteriores, existem concentrações de Na<sup>+</sup> e baixa de K<sup>-</sup>, em um líquido semelhante ao líquido, chamado perilinfa (LENT, 2014).

A audição ajuda a alertar os animais para presença de oportunidades não visíveis ou perigos, e também serve como base para a comunicação (KANDEL, 2014). Receptores NMDA, permitem o disparo das células estreladas, e este representa a intensidade dos sons para os quais estão sintonizadas (KANDEL, 2014). O monitoramento pelas células estreladas, em escalas de décimos de milissegundos é importante na comunicação, pelo entendimento da fala (KANDEL, 2014). As células receptoras do sistema auditivo possuem os estereocílios, que formam um feixe chamado feixe ciliar (LENT, 2012). A despolarização da membrana basilar dos receptores propicia o disparo de transmissão sináptica química, conduzido pelo nervo auditivo ao tronco encefálico e córtex (LENT, 2014).

VANZELLA e RANVAUD (2014) por meio de exames de Neuroimagem FMRI, MRI e PET, apresentam estudos sobre ouvido absoluto (OA). Abordam as 4 hipóteses a respeito da formação do OA. Adquirido por genética, treino a qualquer tempo, treino em tenra idade e por últimos todos nascem, porém perdem ao longo do tempo. Descreve três tipos de OA, o genuíno, o quase absoluto e pseudoabsoluto. Indivíduos com OA apresentam segundo o estudo assimetria hemisférica no planum temporale esquerdo e poda neural (direito). Por exames de DTI (Difusion Tensor Imaging) foi observada a ativação de CFDL (córtex frontal dorsolateral posterior esquerdo), quanto mais baixo o

desempenho na tarefa de identificação de alturas mais envolvimento do hemisfério direito e memória operacional (VANZELLA; RANVAUD, 2014).

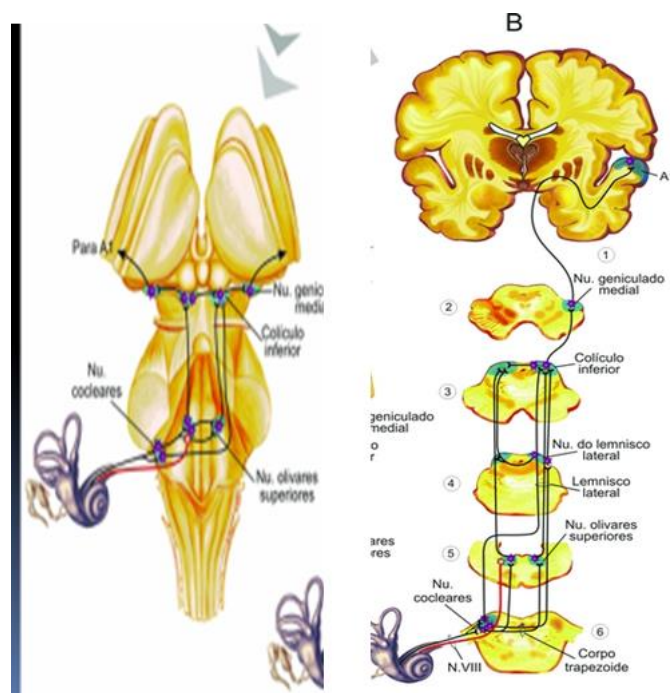


Figura 4. Estruturado ouvido e sua relação com o SNC. Lent, 2012.

Observando a complexidade dos processos que envolvem a percepção auditiva, bem como sua associação com a aquisição e conservação de memórias, o presente estudo investigou a interferência da música sobre a dependência de contexto na memória declarativa. Procurando encontrar respostas para práticas alternativas no auxílio de indivíduos com problemas de memória relacionados às demências.



### 3 OBJETIVOS

#### 3.1 OBJETIVOS GERAL

Investigar o efeito da Sonata K-448 para dois Pianos em D maior de Mozart, na aquisição e evocação de memória declarativa.

#### 3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar o efeito da exposição a sonata K-448 de Mozart na aquisição da memória.

Avaliar o efeito da exposição a sonata K-448 de Mozart na evocação da memória.

Verificar se a sonata K-448 de Mozart causa dependência de contexto na memória declarativa

Verificar a interação das variáveis sócio demográfica ao efeito experimental.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 ÉTICA

A pesquisa obteve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa CEP em 2018, nº 3.082.638 (ANEXO I) e após aprovação no CEP, os participantes assinaram o termo de consentimento de livre e esclarecido TCLE, documentando seu consentimento em participar da pesquisa, bem como a optar em desistir, a qualquer tempo da mesma. O responsável pelo local da realização da pesquisa, também assinou a carta de consentimento (ANEXO 2).

### 4.2 DELINEAMENTO

A presente pesquisa trata-se de estudo transversal com grupos caso/controle que envolve seres humanos.

O estudo se dividiu em duas etapas, onde na primeira os participantes foram submetidos a leitura de um texto, contendo informações sobre a Copa do Mundo de Futebol de 1954, etapa de aquisição e consolidação de memória = Dia (1). Na segunda etapa, realizada vinte e quatro horas após a leitura e memorização das informações do texto, os participantes receberam um questionário com dez questões, referentes ao texto lido no dia (1), configurando a segunda etapa, referente a evocação de memória = Dia (2)

### 4.3 AMOSTRA

A amostra de 74 indivíduos, foi composta por colaboradores de uma escola da rede particular de educação infantil, ensino fundamental e ensino médio, da cidade de Porto Alegre, RS, Brasil. Os participantes pertenciam as áreas, pedagógica, administrativa, secretaria e monitoria de pátio. O recrutamento dos participantes foi realizado pelos coordenadores de cada setor envolvido: secretaria pedagógica da educação infantil, do ensino fundamental e médio, administrativo, secretaria de relacionamento e segurança. Os participantes tinham idade entre 20 a 45 anos e dois participantes com idade de 60 e 61 anos, totalizando 36 participantes do sexo masculino e 38 do sexo feminino.

#### 4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

Colaboradores da escola com disponibilidade para participar nas duas etapas da pesquisa, separadas pelo intervalo de vinte e quatro horas, dia 1 (aquisição) e dia 2 (evocação).

#### 4.5 CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO

Colaboradores da escola, com necessidades especiais, com autorrelato de dificuldade auditiva.

#### 4.6 TAMANHO AMOSTRAL

Para o cálculo de amostra, foi considerado nível de significância de 5%, poder de 80%, desvio padrão do número de acertos de 0,4 conforme o estudo (CHAVES ML<sup>1</sup>, PEZZIN S, JARDIM CP, IZQUIERDO I, 1990) apontando para desvio padrão de 1,13 e diferença esperada de 1 acerto em média entre os campos. Obtendo uma amostra de 20 indivíduos por grupo o que totaliza 80 participantes. O cálculo de tamanho de amostra foi realizado no Software WIN PEPI versão 11,65 pela assessoria estatística da PUCRS.

Os participantes foram randomicamente distribuídos em quatro grupos, onde o Grupo 1=Mozart/Mozart com dezenove (19) participantes, Grupo 2=Mozart/nada com dezoito (18) participantes, Grupo 3 = nada/Mozart com dezoito (18) participantes e Grupo 4=nada/nada com dezenove (19) participantes, totalizando o n=74. Os participantes do estudo eram do sexo masculino n=36 e feminino n=38 com as idades entre 20 a 60 anos, dois participantes foram excluídos da pesquisa, pois não puderam comparecer ao dia 2 e um terceiro indivíduo realizou a atividade do dia 2 antes de completar as 24 h, então seus resultados não foram acrescentados à amostra. A redução do número previsto do n=80 para n=74, se justifica primeiramente pela perda de 3 amostras, indivíduos que foram impossibilitados de participar do dia 2 (tarefa 2/questionário) e também pela dificuldade de recrutamento, pois o n máximo alcançado sem as perdas, ainda sim seria de n=77. Para essa amostra de 74 indivíduos não foi realizado teste de poder.

#### 4.7 FERRAMENTAS DE PESQUISA

Para a realização das duas tarefas, leitura (aquisição e consolidação de memória) e questionário (evocação de memória), foram utilizados os seguintes materiais:

- Questionário sociodemográfico;
- Texto sobre a Copa do Mundo de Futebol de 1954. Texto com informações e dados factuais relevantes, sobre o acontecimento esportivo (Anexo III);
- Questionário com dez perguntas, sobre o texto. Dez perguntas de carácter dissertativo com respostas simples (Anexo IV);
- Áudio da Sonata K448 em D maior para dois pianos de Mozart. Arquivo de áudio, contendo os primeiros oito minutos e trinta e dois segundos (8min: 32seg), da obra de Mozart. A partitura da música está no Anexo VIII.

#### 4.8 VARIÁVEIS DO ESTUDO

A variável principal foi a presença (Mozart) ou ausência (nada) de música. Sendo aplicada nas duas etapas, na aquisição e na evocação de memória. Desse modo, cada grupo teve um tipo de configuração distinta para cada etapa do estudo.

Assim a música esteve ou não presente, em momentos distintos durante a realização das tarefas, a fim de verificar quais os seus efeitos na memória em humanos.

A variável dependente foi o número de acertos nas dez perguntas sobre o texto proposto. As variáveis sociodemográficas analisadas foram idade (em anos), sexo (masculino e feminino) e anos formais de escolaridade.

#### 4.9 DESENHO EXPERIMENTAL

Com base no artigo de CHAVES, PEZZIN, JARDIM e IZQUIERDO (CHAVES et al., 1990), o estudo foi organizado em duas etapas, a primeira envolvendo uma tarefa de aquisição de memória, e a segunda uma tarefa de evocação de memória. O desenho metodológico para a organização da pesquisa foi: grupo 1 (Mozart/Mozart), grupo 2 (Mozart/Nada), grupo 3 (Nada/Mozart) e grupo 4 (Nada/Nada). Onde Mozart = presença de música e nada = ausência de

música. Para a realização das tarefas, dia 1 (leitura) e dia 2(questionário), foi estipulado o tempo de oito minutos e trinta e dois segundos (8 min: 32 segs.), para cada uma, a fim de homogeneizar a duração de todas as atividades entre os grupos. Esse tempo corresponde à duração do trecho de Mozart utilizado no experimento.

Os dois momentos, atividade de leitura dia 1, e preenchimento de questionário dia 2, foram realizados em uma sala da escola, onde os participantes utilizaram uma mesa de oito lugares, onde dispunham de canetas, um notebook conectado via cabo HDMI, à um televisor de tela plana de 40 polegadas, onde foi executado o áudio da Sonata de Mozart.

#### 4.9.1 TAREFA DIA 1

Ver no quadro 1 abaixo: texto sobre a Copa do mundo de 1954 de Izquierdo e Chaves (1988).

Grupos	Dia 1 (tarefa 1= leitura do texto)	Duração da tarefa
Mozart/Mozart	Áudio durante a tarefa. (Mozart)	8 min e 32 segundos
Mozart/nada	Áudio durante a tarefa. (Mozart)	8 min e 32 segundos
nada/Mozart	Ausência de áudio durante a tarefa. (nada)	8 min e 32 segundos
nada/nada	Ausência de áudio durante a tarefa. (nada)	8 min e 32 segundos

**QUADRO 1:** Desenho experimental da tarefa 1, realizada no dia 1 pelos participantes.

#### 4.9.2 TAREFA DIA 2

Ver no quadro 2.

Grupos	Dia 2 (tarefa 2= responder questionário)	Duração da tarefa
Mozart/Mozart	Áudio durante a tarefa. (Mozart)	8 min e 32 segundos
Mozart/nada	Ausência de áudio durante a tarefa. (nada)	8 min e 32 segundos
nada/Mozart	Áudio durante a tarefa. (Mozart)	8 min e 32 segundos
nada/nada	Ausência de áudio durante a tarefa. (nada)	8 min e 32 segundos

**QUADRO 2:** Desenho experimental da tarefa 2, realizada no dia 2 pelos participantes.

O segundo dia do experimento, dia 2, realizado 24 horas após o dia 1, consistia em responder 10 questões sobre o texto. Para mensurar os efeitos entre a intervenção ou a ausência de música, os grupos foram configurados da seguinte forma: Grupo 1, intervenção de música nos dias 1 e 2, música durante a aquisição de memória (leitura) e música durante a evocação de memória (questionário). Grupo 2, intervenção de música no dia 1, música durante a aquisição de memória (leitura) e ausência de música no dia 2 durante a evocação de memória (questionário). Grupo 3, ausência de música no dia 1, aquisição de memória (leitura), e intervenção de música no dia 2, evocação de memória (questionário). Grupo 4, ausência de música nos dias 1 e 2, ausência de música durante a aquisição de memória (leitura) e ausência de música durante a evocação de memória (questionário). A partir dos dados recolhidos na segunda etapa, foram avaliados os efeitos da Sonata K-448 de Mozart e sua possível participação no fenômeno da Dependência de contexto, a fim de apontar quais os resultados dessa obra na memória declarativa e seu envolvimento na Dependência de Estado por meio da música. O experimento sugere que a intervenção por meio de música tem capacidade de gerar dependência de estado neuro-humoral e hormonal na memória declarativa.

#### 4.10 ANÁLISES DOS DADOS

Com o auxílio do GraphPad Prisma os dados foram analisados. Os dados são apresentados como média mais ou menos ( $\pm$ ) desvio padrão (ou mediana e máximos e mínimos, quando não apresentassem distribuição normal) ou frequência absoluta e relativa (percentual sobre a variável independente). As variáveis demográficas contínuas foram submetidas à ANOVA de uma via, seguida de teste post hoc de Newman Keuls Q entre os grupos de pesquisa. Variáveis demográficas categóricas: sexo e educação foram avaliados com o teste qui quadrado. O desempenho na tarefa de memória foi medido pelo número de acertos no questionário e testado as diferenças nos grupos de pesquisa pela ANOVA de duas vias, no software SPSS, com as condições da fase de aquisição (com Mozart ou sem Mozart) e evocação (com Mozart ou sem Mozart) grupos.  $P < 0.05$  foi considerado estatisticamente significativo.

## 5 RESULTADOS

Para testar a evocação de memória dos indivíduos, foram comparados os resultados do questionário sobre o texto da copa do mundo de 1954. Avaliando a pontuação de todos os participantes dos 4 grupos experimentais. Homens e mulheres com idades e funções variadas, randomicamente distribuídas entre os quatro grupos. Na comparação entre os grupos nada-nada v.s. nada-Mozart observa-se média de 1,004 erro padrão de 0,656 e  $p=0,788$ . Para nada-nada v.s. Mozart-nada observa-se média de 0,045 erro padrão de 0,632 e  $p=1,000$ . Na comparação de nada-Mozart v.s. Mozart-nada obteve-se média de 1.049 erro padrão de 0,650 e  $p= 0,670$ .

Não foram encontradas diferenças significativas entre grupos na idade, escolaridade e sexo dos grupos experimentais ( $p>0.05$ ). As médias de desempenho no questionário ANOVA de duas vias indicou efeitos significativos da apresentação da música na fase de aquisição da memória [ $F(3,66) = 15,625$ ,  $p<0,001$ ], indicando que a música facilita o processo de aquisição de novas informações. Embora não tenha sido observado efeito significativo da apresentação da música na fase de evocação [ $F(3,66) = 2,631$ ,  $p=0,110$ ], a interação significativa dos efeitos da música na fase de aquisição e evocação [ $F(3,66) = 14,336$ ,  $p<0,001$ ] sugerem que a música é capaz de induzir dependência de estado, uma vez que indivíduos que foram expostos à Mozart na fase de aquisição e evocação apresentaram desempenho significativamente superior aos demais grupos experimentais. Este efeito se mantém mesmo com a introdução da idade e escolaridade como covariáveis.

A tabela 1 mostra os dados sociodemográficos de acordo com sua distribuição dentro dos grupos experimentais, apontando o perfil dos participantes.

Tabela- 1 Dados sociodemográficos

	Mozart/ Mozart	Mozart/nada	nada/Mozart	nada/nada
Idade*	35 (27-61)	33 (20-44)	43 (23-48)	35 (20-61)
Sexo				
Feminino	10	10	8	10
Masculino	9	8	10	9
Função				
Administrativo	5	6	7	6
Pedagógico	7	9	7	9
Monitoria	7	3	4	4
Escolaridade				
Ensino superior	18	18	18	19
Ensino médio	1	0	0	0

Fonte: Autor 2020

O grupo 1 (Mozart/Mozart) apresentou média de acertos no questionário de  $7,4 \pm 1,77$ . No grupo 2 (Mozart/nada) a média de acertos foi de  $4,9 \pm 2,15$ , no grupo 3 (nada/Mozart)  $3,9 \pm 1,81$  e no grupo 4 (nada/nada)  $4,8 \pm 1,60$ .

Quando comparado os resultados entre os grupos pelo Post Hoc, (nada/Mozart) v.s. (Mozart/nada) a diferença média nos q é respectivamente de -1,016 e 2,202, para (nada/nada) v.s. (Mozart/nada) diferença média de -0,1176 e (nada /Mozart) v.s. (nada/nada) diferença média de -0,8980, demonstrando que ambos não apresentaram diferença estatística significativa entre si (tabela 2). Os resultados encontrados na análise de desempenho do Grupo 1, onde  $p < 0,001$ , comparados aos resultados dos demais grupos, sugerem a indução de dependência de contexto, com intervenção de música, na memória declarativa de longa duração. Tabela (2).

Tabela 2 – Média dos acertos no questionário e análise Post hoc entre os grupos de pesquisa

Grupos	Acertos	Post hoc	p
1. Mozart/Mozart	$7,4 \pm 1,77$	nada/Mozart	$<0,001^*$
		Mozart/nada	$<0,001^*$
		nada/nada	$<0,001^*$
2. Mozart/nada	$4,9 \pm 2,15$	nada/Mozart	0,670 n.s.
		nada/nada	1,000 n.s.
		Mozart/Mozart	$<0,001^*$
3.nada/Mozart	$3,9 \pm 1,81$	Mozart/nada	0,670 n.s.
		nada/nada	0,788 n.s.
		Mozart/Mozart	$<0,001^*$
4.nada/nada	$4,8 \pm 1,60$	Mozart/nada	1,000 n.s.
		nada/Mozart	0,788 n.s.
		Mozart/Mozart	$<0,001^*$

Fonte: Autor 2019 \* significante n.s = não significativo



### 5.1 RESULTADOS DA ANOVA DE DOIS FATORES (TWO-WAY)

Para comparar os resultados entre os grupos, bem como a aquisição e evocação, foram realizados testes com ANOVA Bidirecional, comparando as covariáveis de sexo, idade e anos de escolaridade. Os resultados dessa segunda análise foram possíveis, com auxílio do software de análise estatística SPSS. Os dados são: escolaridade 14,9 anos de estudo, idade 33,9 anos e sexo 48% de mulheres.

Resultados positivos foram observados, nos grupos com música na fase de aquisição. Porém, grupos com música somente na fase de evocação, não apresentaram resultados positivos.

Os p-valor significativo foi observado, somente no grupo com música na aquisição e evocação. Tabela (3).

Tabela 3 - Comparação dos grupos quanto à intervenção de música por pares (somente por aquisição somente por evocação e somente aquisição/evocação)

Grupos	Quadrado médio	F	p
Grupo Aquisição	52,474	15,625	<0,001
Grupo Evocação	8,838	2,631	0,110
Grupo Aquisição/Evocação	48,150	14,336	<0,001

Fonte: Autor 2020

As diferenças de desempenho entre os grupos de Aquisição, Evocação e Aquisição/ Evocação, podem ser observadas pelos valores de p e a diferença média dos grupos.

Na comparação por pares o Gr aquisição/evocação (Mozart/Mozart), apresentou valores de  $p < 0,001$ . Tabela (4).

Tabela 4 - Comparação da significância e valores de p entre os grupos Gr aquisição/evocação.

Grupos	nada/nada		nada/Mozart		Mozart/nada	
	dif. (EP)	p	dif. ±EP	p	dif. ±EP	p
Mozart/Mozart	2,5(0,62)	0,001	3,5(0,65)	<0,001	2,5(0,63)	0,001
Mozart/nada	0,45(0,63)	1,000	1,0(0,65)	0,670		
nada/Mozart	-1,0(0,66)	0,788			-1,0(0,65)	0,670
nada/nada			1,0(0,66)	0,788	-0,05(0,63)	1,000

Fonte: Autor 2020, dif.(EP) =Diferença média Erro padrão.

As razões de **F** encontradas em idade **F** (2,149), educação **F** (0,357) e sexo **F** (1,153) com valores de **p** maiores que 0,05, significam que ao ignorarmos o efeito de intervenção de música, as covariáveis de idade, educação e sexo não influenciaram no desempenho de memória para as tarefas do dia 1 e dia 2, demonstrando que as covariáveis não estão significativamente relacionadas ao efeito experimental. Portanto o efeito não significativo reflete que homens e mulheres de diferentes idades, podem apresentar ganhos de memória por meio da intervenção de música. Todos os participantes, com exceção de um, possuíam o mesmo nível de escolaridade (Ensino Superior). Possivelmente essa homogeneidade fez com que a covariável educação não tenha apresentado interação ao efeito experimental.

Os grupos foram novamente comparados, os resultados de acordo com as covariáveis: sexo, idade e escolaridade, foram iguais aos obtidos na ANOVA de uma via. Os dados apontaram para significância de resultados, no Grupo 1 Mozart-Mozart. Acrescentando à análise: a idade, anos de escolaridade e o sexo dos participantes, foi possível observar, o mesmo score significativo, para o grupo Mozart-Mozart, que foi observado anteriormente, sem a presença dessas covariáveis.

A análise uni variada revelou que havia um efeito principal não significativo de idade entre os grupos, com **F** (2,149), **p** = 0,103, apresentando grau de liberdade 3 entre os grupos e grau de liberdade de 65, dentro dos grupos.

Havia, também, um efeito principal não significativo para (educação = anos de estudo formal) entre os grupos com  $F(0,357)$ ,  $p = 0,784$ , apresentando grau de liberdade entre os grupos de 3 e dentro dos grupos de 65. A análise revelou que as covariáveis de idade e educação não apresentaram valores significantes. Tabela (5).

Tabela 5 – Análise das covariáveis de idade e educação

	Diferença	P	Diferença	P	Diferença	P		
<b>Idade</b>	nada/nada		nada/Mozart		Mozart/nada			
Mozart/Mozart	-4,71471	0,635	6,48333	0,198	6,00882	0,243		
Mozart/nada	-1,29412	1,000	0,47451	1,000				
nada/Mozart	-1,76863	1,000			-4,7451	1,000		
nada/nada			1,76863	1,000	1,29412	1,000		
<b>Educação</b>			Mozart/nada		nada/Mozart		nada/nada	
Mozart/Mozart			0,08235	1,000	0,06667	1,000	0,20000	1,000
Mozart/nada			0,08235		0,01569	1,000	-0,11765	1,000
nada/Mozart				1,000			-0,13333	1,000
nada/nada			0,1569	1,000	0,13333	1,000		

Fonte: Autor 2020

No teste de efeitos entre sujeitos, se observou que os sexos masculino e feminino, foram afetados de forma igual pela intervenção de música, observando-se resultados não significativos. Apresentando  $F(1,153)$   $p = 0,287$  e grau de liberdade 1 e soma dos quadrados de 3,872.

A análise de covariância entre os grupos de aquisição, sem a intervenção de música juntamente com os grupos de aquisição com intervenção de música, apontou diferença menos significativa no ajuste de comparações múltiplas.

Os grupos de evocação sem intervenção de música, comparados aos grupos de evocação com intervenção de música, apontaram diferença menos significativa no ajuste de comparações múltiplas.

## 6 DISCUSSÃO

Com base nos resultados encontrados na pesquisa, se observou que a utilização da música como ferramenta de auxílio para aquisição, e evocação de memória, foi significativamente positiva. O score do grupo 1 que recebeu a intervenção de música, na primeira e segunda etapa, obteve maior pontuação em relação aos três outros grupos, 2, 3 e 4. Resultados semelhantes podem ser observados em estudos anteriores, de memorização imediata de fragmentos de textos, feitos em pacientes com Alzheimer (PECK *et al.*, 2016). A habilidade cognitiva musical é apontada, também em estudos que testam seus efeitos em domínios cognitivos não musicais. Demonstrando que o desenvolvimento cognitivo musical pode refletir ganhos cognitivos em outras áreas do processamento neurológico, aparentemente não associadas. A capacidade do cérebro, de aprender uma peça musical, assemelha-se a sua capacidade de decorar um poema (RODRIGUES; LOUREIRO; CARAMELLI, 2016), característica do processamento neurológico humano que provavelmente esteja associado ao desempenho de memória, e possivelmente facilitou a aquisição dos dados expostos no texto, no dial do experimento. Exames neurológicos obtidos por fMRI, EEG e PET, ilustram dependência compartilhada de domínios cognitivos (Altemüller *et al.* 2012), bem como indivíduos com experiência musical, apresentam grande capacidade lexical (ALTEMÜLLER *et al.*, 2012). O melhor desempenho de memória pode ser atribuído pela escuta musical, que aumenta o nível de atenção após um estressor (GROARKE, *et al.*, 2019). Segundo (XING *et al.*, 2016) a música de Mozart melhora a capacidade de memória, aumentando o nível de BDNF, de forma sistemática pelo chamado efeito Mozart. Porém, no experimento não é possível atribuir os resultados especificamente ao efeito Mozart, pois a audição de música ocorreu em apenas dois momentos, não havendo treinamento específico. Desse modo, é possível relacionar os ganhos de memória à dependência de estado, na qual, a condição de música foi apresentada no momento da aquisição e evocação de memória.

As atividades exercidas no dia-a-dia exigem o bom funcionamento cognitivo, memória viso espacial, gnosia, praxia, tomada de decisão, reflexo e domínio da linguagem escrita e oral. Todos esses elementos pertencem a um

cérebro sadio com bom funcionamento neuronal (SCHLINDWEIN-ZANINI, 2010). Talvez a música seja capaz de promover a manutenção dos processos cognitivos de memória, auxiliando na qualidade de vida.

A música de fundo, apresenta bons resultados em testes de memorização de palavras, a memória de contexto aponta para o auxílio que vem da música utilizada (ISARIDA et al., 2017). Segundo YANG et al (2016) a música tonal, está presente no cotidiano das pessoas e apontam diferenças na percepção de distração entre música tonal, música atonal e silêncio. Sugerem que a música tonal de fundo recruta mais recursos cognitivos, se comparado à música atonal ou silêncio, para tarefa de memória visual e de trabalho. É possível que o recrutamento superior de recursos cognitivos para música tonal esteja relacionado à Hipótese de recurso sintática compartilhada de PATEL (2008). Apontando para a existência de regiões corticais comuns entre o processamento lexical de linguagem e música. A música quando aplicada ao momento da codificação da memória verbal em idosos saudáveis, traz benefício para o aprendizado. (RATOVHERY et al., 2018). Estudos apoiam a noção de um sistema de memória especializada para música (KERER et al., 2013), pacientes com comprometimento cognitivo leve e indivíduos em estágio inicial de Alzheimer, apresentaram desempenho significativamente superior a indivíduos saudáveis, para discriminação de trechos musicais. Quanto aos mecanismos neurais recrutados no momento da tarefa de escuta musical, exames de ressonância magnética apontam para aumento bilateral do sinal dependente do nível de oxigênio no sangue (BOLD) envolvendo áreas do giro temporal superior, sulco intraparietal frontal, sulco paracentral inferior, giro e operáculo frontal (KERER et al., 2013).

A identificação do timbre de um único instrumento difere da polifonia (muitos instrumentos), segundo JANATA e colaboradores (2002) a escuta de música parece ser ativada por áreas que servem a funções gerais, de mecanismos subjacentes a diversas formas de memória de trabalho, atenção, processamento semântico detecção de alvos e respostas motoras. Com relação ao centro tonal, característica da música utilizada na pesquisa, estudos apontam que ouvintes compreendem implicitamente diferenças finas nas estabilidades tonais (TILMANN B, JANATA P, BIRK J, BARUCHA JJ, 2002) e que o acorde tônico é o mais esperado ao final no contexto tonal. Devido à exposição a obras musicais

no dia-a-dia, os ouvintes ocidentais adquirem sensibilidade às regularidades do sistema tonal e à dependência de contexto dos sons musicais. Essa experiência tonal implicitamente adquirida possibilita que indivíduos não músicos percebam relações entre trechos musicais e adquiram expectativas para eventos musicais futuros que influenciam o processamento desses eventos (TILLMANN B, JANATA P, BIRK J, BHARUCHA, JJ. 2008). Quando escutamos uma melodia, é possível antecipar os intervalos tonais que ocorrerão a seguir e também o tempo em que aparecerão (BOLTZ, MG 1993). Uma resposta cerebral chamada negatividade anterior direita anterior (ERAN) é acionada quando um acorde harmonicamente incongruente é inserido dentro ou no final de uma sequência harmônica musical (LEINO S, BRATTICO E, TERVANIEMI M, VUUST P, 2007). As respostas elétricas específicas e distintas no córtex cerebral (ERAN) são geradas por violações das regras de harmonia e afinação na música tonal ocidental.

Podemos associar a sensibilidade do processamento neural da memória musical à memória dependente de contexto. Estudos anteriores apontam que testar a memória nas mesmas condições de contexto em que a memória foi codificada torna possível uma retenção aprimorada em relação ao teste de memória em um contexto novo (ROBERTS, WA 2019). Porém a natureza do conteúdo a ser aprendido deve ser levado em conta, para compreender na totalidade o efeito da música de fundo na codificação e evocação de memória (ECHAIDE C, DEL RIO D, PACIOS J, 2019). É também importante lembrar, que o ritmo e a tonalidade, podem influenciar as dimensões correspondentes de humor, como excitação e prazer (ISARIDA et al., 2017). A música apresenta uma forma menos exigente de modular, tanto a codificação episódica quanto a recuperação, (FERRERI L, BIGAND E, BARD P, BUGGAISKA, 2015) com atividade pré-frontal geral diminuída sob a condição de música comparada ao silêncio. Os processos de memória que envolvem à música estão associados a mecanismos neurais específicos. Influenciando positivamente a consolidação episódica e a recuperação de informações verbais. Podendo haver diminuição bilateral dos níveis de oxihemoglobina, na condição de codificação da música em comparação com a condição de silêncio (FERRERI et al, 2014), sugerindo que a música modula, em uma direção menos exigente a atividade do Córtex pré-frontal dorso lateral (DLPFC). Na estrutura musical podemos agrupar palavras e frases. É possível



perceber linhas melódicas com tensão e repouso, acentuação e focar nas características da superfície. A estrutura musical pode auxiliar na aprendizagem, na recuperação e quando necessário, na reconstrução de um texto (WALLACE WT, 1994). A música desperta emoções profundas nos ouvintes. Experiência paradoxal, a música forma abstrata de arte, que aparenta estar removida e longe das preocupações do dia-a-dia, pode despertar emoções a partir de reações evoluídas biologicamente, e que estão relacionadas à sobrevivência humana (JUSLIN PN, 2013).

As notas de um teclado musical podem ser combinadas para formar acordes, que então são combinados em sequências para formar progressões de acordes. Tanto a organização “vertical” quanto a “horizontal” dos acordes obedecem a regras harmônicas as quais os ouvintes são sensíveis (SMITH; MELARA, 1990; LHOST; ASHLEY, 2006; PATEL, 2008). As teclas que compartilham mais tons e acordes são mais intimamente relacionadas, os chamados tons vizinhos, formando um “círculo de quintos”, desse modo o aumento do intervalo (distância) entre duas teclas ao longo do círculo corresponde a uma diminuição na percepção de parentesco entre essas teclas (THOMPSON; CUUDY, 1992). Um aspecto importante da sintaxe musical diz respeito à noção de “chave” musical. Na música tonal ocidental, a música em uma determinada tecla aciona um subconjunto de 7 de 12 tonalidades disponíveis (PATEL, 2008). Conforme Patel (2008), uma característica interessante da hierarquia tonal é o contraste entre as distâncias físicas e psicológicas entre as notas nas teclas. Esse contraste entre a proximidade física e psicológica dos intervalos provavelmente faz parte do que anima a música tonal.

Outros pitches variam em seu grau de estabilidade estrutural: por exemplo, o sétimo grau da escala (“sí”) é muito instável e transmite uma sensação de tensão (inquietação) que requer resolução (relaxamento). Afastar-se da tônica, primeiro grau de uma escala cria tensão, e retornar a ela provoca o relaxamento (KOELSH, 2016). Essa “hierarquia tonal”, em combinação com fatores rítmicos, desempenha um papel importante na determinação de quais os passos que são percebidos como estruturalmente mais proeminentes do que outros nas sequências musicais (PATEL, 2008). Na música tonal, a estabilidade de sua estrutura está diretamente relacionada à representação de um centro tonal (KOELSCH, 2015).

A música ocidental de caráter tonal é assim chamada pela forma como é organizada sua estrutura. Mais de 95% da música que ouvimos pertence a esse tipo de composição. É possível que muitas pessoas nunca venham a escutar em toda sua vida, alguma obra musical que não pertença ao universo tonal. No século XVIII, Jean-Philip-Rameau apontava que entre razão e sentimento, intelecto e sensibilidade, natureza e matemática, não havia contraste, mas sim concordância. Não bastando senti-la, mas torná-la inteligível nas leis que regem sua construção (FONTERRADA, 2003, p. 54). Música tonal é aquela que possui tom, ou tonalidade. O tom nasce de uma escala maior ou menor, determinando se a música é de tom maior ou menor. Algumas obras podem apresentar mais de uma tonalidade, ao longo de sua execução. A música tonal é organizada em graus que vão do primeiro até o sétimo, podendo seguir distâncias mais longas entre as notas (frequências altas), alcançando graus além do sétimo, passando pelo oitavo e indo até o décimo terceiro grau, que são os intervalos compostos (FRANK, 2008).

A escuta desses movimentos melódicos ou harmônicos entre as notas chegam até o cérebro por percepção sensorial auditiva, sensações de tensão ou repouso, característica fundamental em qualquer música de caráter tonal. Na música tonal, contamos com o campo harmônico, onde os acordes possuem uma função tonal (KOELLREUTTER, 1986). Segundo KOELLREUTER (1986), função tonal é a propriedade de um acorde, e essa depende da relação que o acorde possui com os demais acordes da tonalidade, ou seja, o sentido desta função resulta do contexto. A função tonal varia entre o repouso (tônica), movimento (subdominante, dominante), afastamento (subdominante) e aproximação (dominante) (WILDT, 2014). Combinações entre os graus de uma escala tonal trazem de forma natural ao cérebro pistas a respeito do que virá no discurso musical no compasso seguinte, ou se a música irá repetir (movimento) ou terminar (aproximação e repouso) (KOELLREUTTER, 1986). A obra de Mozart, por se tratar de uma música de caráter tonal, tem essas características citadas anteriormente. Possui em sua estrutura acordes e passagens melódicas que sugerem momentos de tensão (aproximação) e relaxamento (repouso). Essa característica harmônica pode observar no primeiro compasso, movimento de I(tônica) e V(dominante), e nos 12º e 13º movimentos de afastamento IV e V e aproximação V e I (ANEXO 9). Sua tonalidade é descrita no próprio nome da obra, aspecto comum a esse tipo de composição. Sonata K 448 para dois pianos

em **D maior** de Mozart. Onde D é a indicação do tom. Em música, essa indicação alerta que as notas de F e C serão acompanhadas de sustenidos: F# e C# (FRANK, 2008).

### Escala de D maior:

I II III IV V VI VII graus da escala

**D E F# G A B C#**

**D:** tônica (relaxamento)

**E:** super tônica

**F#:** mediante

**G:** subdominante (movimento/afastamento)

**A:** dominante (movimento/aproximação/tensão)

**B:** relativo

**C#:** sensível (tensão)

Exemplo de passagem harmônica: A7 D

No exemplo temos um acorde de lá maior com sétima menor que gera tensão (aproximação) e o relaxamento vem a seguir com a tônica no acorde de ré maior, repousando na tonalidade de D (ré maior). No acorde de lá maior com sétima menor A7, estão dispostas as seguintes notas (A, C#, E, G) e no acorde de ré maior estão as notas (D, F#, A). Na passagem entre lá maior com sétima menor A7 para ré maior D, temos tensão (aproximação) entre C# para D e entre G e F#, ambos intervalos de meio tom, que configura tensão por serem notas com a menor intervalo possível entre si (1/2 tom), para a música ocidental de caráter tonal.

Exemplo da passagem de forma vertical

**A7 (lá maior com sétima menor)      D (ré maior)**

notas do acorde

A

**C#**

E

**G**

notas do acorde

**D**

**F#**

A

Em negrito estão as notas que geram tensão e relaxamento entre si.

A obra de Mozart escolhida para o estudo era desconhecida para grande parte dos participantes, por outro lado, os elementos musicais, tais como: intervalos melódicos, rítmicos, cadências harmônicas e andamento, de certa forma, encontram-se na memória musical, por meio de várias outras melodias que expressam os mesmos conjuntos de estruturas, que são comuns às obras musicais compostas dentro do sistema tonal ocidental. O estilo de composição utilizado no experimento foi o de sonata, que significa música tocada (FRANK, 2008). Estilo europeu de 1500, no qual os músicos tocavam as danças como o Minueto e a Giga por exemplo, em uma única sequência, (FRANK, 2008, p. 130). A esse conjunto de danças tocadas uma após a outra se deu o nome de suíte, que significa sequência em francês. Para deixar claro que se tratava de uma peça instrumental, só tocada e não cantada, foi acrescentado uma introdução à qual se deu o nome de Sonata,

Os fenômenos sonoros, compreendidos a partir do contexto tonal, seguem de forma hierárquica a representação física e psicológica dos intervalos musicais. Segundo PATEL (2008), é o contraste entre a característica física e psicológica dos intervalos, que provavelmente traga ânimo à música. Podemos entender que, as diferentes frequências captadas de forma sensorial, pelo ouvido externo e interpretadas no sistema nervoso auditivo, posteriormente distribuídas pelo córtex cerebral, associam à memória sensações e emoções pontuais a cada uma delas, reforçando na consolidação dos conteúdos de memória.

Cada nota musical ao se relacionar com outra, pode gerar sensações de relaxamento, movimento, tensão ou repouso (KOELLREUTTER, 1986). Mesmo músicas de estilos diferentes, por pertencerem ao mesmo sistema tonal ocidental, produzem sensações semelhantes, o que confere homogeneidade ao fenômeno sonoro e seu efeito físico psicológico, podendo dessa forma auxiliar na capacidade de memória.

O estado neuro-humoral e hormonal, envolvido na memória dependente de contexto, é regulado por fatores endógenos e exógenos. Os resultados apresentados sugerem a influência da música sobre o estado neuro-humoral. Porém serão necessários testes futuros, que acrescentem algum tipo de variável humoral ao estudo. A capacidade de aquisição e evocação de memória, nos indivíduos que foram submetidos a condição de música, dia 1 e dia 2, foi

significativamente superior aos grupos 2, 3 e 4. O grupo 1 (Mozart/Mozart) obteve média 8, enquanto os grupos 2,3 e 4, apresentaram média 4. Esses dados apontam alto grau de significância nos achados. Contudo, um estudo que utilize diferentes testes de memória, níveis de atenção e avalie o declínio cognitivo, devem ser somados, buscando esclarecer esses resultados. Diversos estilos musicais devem ser futuramente aplicados, a fim de verificar se existe diferença na influência de cada um, bem como efeitos sonoros diversos, de alta e de baixa frequência.

A presente pesquisa demonstrou que o trabalho de Mozart, Sonata K 448 em ré maior para dois pianos, foi capaz de fortalecer a memória declarativa de longo prazo. Os participantes que receberam intervenção musical durante a aquisição e evocação tiveram melhor desempenho de memória em comparação com aqueles que receberam intervenção musical apenas na aquisição ou evocação ou em qualquer momento. As covariáveis de gênero, idade e escolaridade não apresentaram interação significativa com o efeito experimental. Esses resultados sugerem que a música de Mozart foi capaz de induzir dependência nos estados neuro-humoral e hormonal. Mais pesquisas são necessárias para entender melhor quais mecanismos do sistema nervoso beneficiam a música e usar essas descobertas para preservar memórias e recuperar ou retardar os problemas de declínio cognitivo que surgem da demência.

O presente trabalho apresenta como limitações de pesquisa o fato de não terem sido avaliados o nível de atenção, declínio cognitivo ou capacidade auditiva dos participantes. No tocante ao N amostral, é importante ressaltar, que a pesquisa contou com  $n= 74$ , com seis indivíduos a menos que o indicado pelo cálculo obtido na assessoria de análise estatística da PUCRS. Da mesma forma, não foi possível realizar o cálculo de poder para o N amostral da pesquisa. Tão pouco os participantes foram questionados quanto ao conhecimento prévio de música. Essas limitações foram minimizadas pela randomização dos participantes, que aleatoriamente foram alocados nos diferentes grupos.

## 7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

1. Os resultados do Grupo 1Mozart/Mozart sugerem a existência da dependência de estado, por intervenção da variável de música, na memória declarativa, de longa duração.

2. Foi possível verificar influência positiva significativa da variável de música, na aquisição e evocação de memória.

3. Foi possível observar influência positiva na aquisição de memória, com interferência de música, em participantes que escutaram a música no dia 1 (aquisição de memória).

4. O grupo que recebeu a intervenção de música somente no dia 1 não apresentou resultados significativos.

5. Apresentaram melhores resultados na evocação de memória, participantes que escutaram a música no momento da aquisição e da evocação, nos dias 1 e 2 respectivamente.

6. Os grupos que receberam intervenção de música somente no dia 2 não apresentaram resultados significativos.

7. Diferenças significativas entre os grupos 2,3 e 4, que não sofreram intervenção de música nos dois dias de experimento, não foram encontradas.

8. Não houve resultados significativos, comparando a covariável idade ao efeito experimental.

9. Não houve interação entre a covariável sexo com o efeito experimental: homens e mulheres foram afetados de forma igual pela intervenção de música.

10. A covariável educação não apresentou interação ao efeito experimental, os participantes do estudo possuíam homogeneidade nesse critério.

## 8 REFERÊNCIAS

- ALTEMÜLLER, E. *et al.* Introduction to the neurosciences and music IV: Learning and memory. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1252, n. 1, p. 1-16, 2012.
- Alberto ARA, A; PALLARÉS, J.M. Fronto-temporal theta phase-synchronization underlies music-evoked pleasantness. **Neuroimage**, v. 212 19 February 2020.
- BENZ, S. *et al.* Music makes the world go round: the impact of musical training on non-musical cognitive functions- a review. **Frontiers in Psychology Cognition**, v. 6, p. 2023, 2016.
- BOLTZ, MG. The generation of temporal and melodic expectancies during musical listening. **Percept Psychophy**, n. 53, v. 6, p. 585–600. 1993
- CHAVES, M. L. *et al.* Diazepam inhibits retroactive interference of memory in humans: pretreatment with naltrexone does not alter this effect. **Brazilian journal of medical and biological research**, v. 23, n. 5, p. 417-421, 1990.
- CHAVES, M. L. F. Memória humana: aspectos clínicos e modulação por estados afetivos. **Psicologia USP**, São Paulo, v. 4, n. 1-2, p. 139- 169, 1993.
- CHIKAHISA, S. *et al.* Exposure to music in the perinatal period enhances learning performance and alters BDNF/TrkB signaling in mice as adults. **Behav Brain Res**. 2006 May 15; 169(2):312-9.
- DALMAZ, C; NETTO, C. A: A memória. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 30-31, 2004.
- De L'ETOILE, S. K. The effect of a musical mood induction procedure on mood state-dependent word retrieval. **Journal of Music Therapy**, v. 39, n. 2, p. 145-160, 2002.
- ECHAID, C.; DEL RIO, D.; PACIOS, J. The differential effect of background music on memory for verbal and visuospatial information. **J Gen Psychol**, n. 146, v. 4, p. 443–458, 2019.
- EICH, E.; METCALFE, J. Mood dependent memory for internal versus external eventus. **Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition**, v. 15, n. 3, p. 443-455, 1989.
- ELLIS, H. C.; HUNT, R. R. **Fundamentals of cognitive psychology**. 5th ed. Dubuque, IA: William C. Brown Communications, Inc. 1988.
- FERRERI, L.; BIGAND, E.; BARD, P.; BUGAJSKA, A. The Influence of Music on Prefrontal Cortex during Episodic Encoding and Retrieval of Verbal Information: A Multichannel fNIRS Study. **Behav Neurol**, n. 70, v. 76, p. 25, 2015.

FRANK, I. M. **ABC da música**. O essencial da teoria musical e conhecimentos gerais. 1. ed. Porto Alegre: Editora AGE, 2008. 152p.

FONTEERRADA, M.T. de O. **De tramas e fios: um ensaio sobre música e educação**. 1. ed. São Paulo: Editora Unesp, 2005, p 54.

GORIN, S.; MENGAL, P.; MAJERUS, S. A comparison of serial order short-term memory effects across verbal and musical domains. **Memory & cognition**, v. 43, n. 3, p. 464-481, 2018.

GROARKE, J. M. *et al.* Does listening to music regulate negative affect in a stressful situation? Examining the effects of self-selected and researcher-selected music using both silent and active controls. **Applied psychology. Health and well-being**, 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31578781-does-listening-to-music-regulate-negative-affect-in-a-stressful-situation-examining-the-effects-of-self-selected-and-researcher-selected-music-using-both-silent-and-active-controls/>>. Acesso em: 7 mar. 2020. [Epub ahead of print.]

HAUSEN, M. *et al.* Music and Speech Prosody: a common rhythm. **Frontiers in Psychology**, v. 4, p. 566, 2013.

HOCH, L.; POULIN-CHARRONNAT, B.; TILLMANN, B. The influence of task-irrelevant music on language processing: syntactic and semantic structures. **Frontiers in Psychology**, v. 2, p. 112, 2011.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, IBGE. PNAD Contínua. **Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017**. 2018. Disponível em:<<https://agenciadenoticiasibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

IZQUIERDO, I. **MEMÓRIA**. 3. ed. Porto Alegre. Editora Artmed, 2018, 124p.

IZQUIERDO, I. *et al.* Memory retrieval and its lasting consequences. **Neurotoxicity Research**, v. 4, p. 573-593, 2002.

IZQUIERDO, I.; CHAVES, M. L. F. The effect of a non-factual post-training negative comment on the recall of verbal information. **Journal of Psychiatric Research**, v. 22, n. 3, p. 165-169, 1988.

JANATA, P.; TILLMANN, B.; BHARUCHA, JJ. Listening to polyphonic music recruits domain-general attention and working memory circuits. **Cogn Affect Behav Neurosci**, n. 2, v. 2, p. 121–140, 2002.

KANDEL, E. R. **Princípios de neurociências**. 5. ed. São Paulo: Editora Artmed, 2014.



KIM, E.K. *et al.* Maternal ethanol administration inhibits 5-hydroxytryptamine synthesis and tryptophan hydroxylase expression in the dorsal raphe of rat offspring. **Brain Dev.** 2005 Oct; 27(7):472-6.

KOELLREUTTER, H. J. **Harmonia funcional**: Introdução à teoria das funções harmônicas. 3. ed. São Paulo: Ricordi, 1986.

KOELSCH, S. Music-evoked emotions: principles, brain correlates, and implications for therapy. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1337, p.193-201, 2015.

LACROIX, A. N.; DIAZ, A. F.; ROGALSKY, C. The relationship between the neural computations for speech and music perception is context-dependent: an activation likelihood estimate study. **Frontiers in Psychology**, v. 6, p. 1138, 2015.

FERRERI L, BIGAND E, PERREY, S.; MUTHALIB, M.; BARD, P.; BUGAJSKA, A. Less Effort, Better Results: How Does Music Act on Prefrontal Cortex in Older Adults during Verbal Encoding? An fNIRS Study. **Front Hum Neurosci**, 8:30, may 12, 2014.

FERRERI, L; RODRIGUEZ, A. Music-related reward responses predict episodic memory performance-Fornells Experimental Brain Research volume 235, pages 3721–3731(2017)

ISARIDA *et al.*, Reexamination of mood-mediation hypothesis of background-music-dependent effects in free recall. **Q J Exp Psychol (Hove)** 2017; n 70 v (3) pag, 533–543.

JUSLIN, PN. From everyday emotions to aesthetic emotions: towards a unified theory of musical emotions. **Phys Life Rev**, n. 10, v. 3, p. 235–266, 2013.

KERER, M.; MARKSTEINER, J.; HINTERHUBER, H.; *et al.* Explicit (semantic) memory for music in patients with mild cognitive impairment and early-stage Alzheimer's disease. **Exp Aging Res**, n. 39, v. 5, p. 536–564, 2013.

LEINO, S.; BRATTICO, E.; TERVANIEMI, M.; VUUST, P. Representation of harmony rules in the human brain: further evidence from event-related potentials. **Brain Res**, n. 1142, p. 169–177, 2007.

LENT, R. **Cem bilhões de neurônios?** Conceitos fundamentais de neurociência. 2. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2012.

LERDAHL, F.; JACKENDOFF, R. **A generative theory of tonal music**. Cambridge, MA: MIT Press, 1983.

LHOST, E.; ASHLEY, R. Jazz, blues and the language of harmony: Flexibility in online harmonic processing. In: International Conference on Music Perception & Cognition, 9., 2006, Bologna/Italy. **Proceedings** [...]. Bologna/Italy: ICMPC9, 2006. [p. 1282-1288]. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.629.680&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 8 mar. 2020.

MALLIK, A.; CHANDA, M.; LEVITIN, D. Anhedonia to music and mu-opioids: Evidence from the administration of naltrexone. **Scientific Reports**, v. 7, p.41952, 2017.

MIRANDA, M. L. J.; GODELI, M. R. C. S. Música, atividade física e bem-estar em idosos. **Revista Brasileira de Ciência & Movimento**, Taguatinga, v. 11, n. 4, p. 87-94, 2003.

MUSZKAT, M.; CORREIA, C. M. F.; CAMPOS, S. M. Música e neurociências. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 8, n. 2, p. 70-75, 2000.

ORDOÑEZ, R. A. S. **Reconsolidação da memória e dependência de estado: mecanismos de atualização**. 2012. 133f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Ciências Básicas da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Neurociências. Porto Alegre, 2012.

Organização Pan-Americana da Saúde - OPAS; Organização Mundial da Saúde, OMS. **Demência: número de pessoas afetadas triplicará nos próximos 30 anos**. 2017. Disponível em: <[www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_content&view=article&id=5560:demencia-numero-de-pessoas-afetadas-triplicara-nos-proximos-30-anos&Itemid=839](http://www.paho.org/bra/index.php?option=com_content&view=article&id=5560:demencia-numero-de-pessoas-afetadas-triplicara-nos-proximos-30-anos&Itemid=839)>. Acesso em: 27 jan. 2020.

PATEL, A. D. *et al.* Processing syntactic relations in language and music: An event-related potential study. **Journal of cognitive neuroscience**, v. 10, p. 717-733, 1998.

PATEL, A. D. Music, language and the brain. **Oxford University Press**. New York, 2008. 513p.

PECK, K. J. *et al.* Music and memory in Alzheimer's disease and the potential underlying mechanisms. **Journal of Alzheimer's disease**, v. 51, n. 4, p. 949-959, 2016.

PINTO, A. C. O impacto das emoções na memória: Alguns temas em análise. **Psicologia, educação e cultura**, v. 2, n. 2, p.215-240, 1998.

RATOVOHERY, S.; BAUDOUIN, A.; GACHET, A.; PALISSON, J.; NARME, P. Is music a memory booster in normal aging? The influence of emotion. **Memory**. 2018. n. 26, v. 10, p. 1344–1354.

ROBERTS, WA. The role of context in animal memory. **Learn Behav**, n. 47, v. 2, p. 117–130, 2019.

RODRIGUES, A. C.; LOUREIRO, M. A.; CARAMELLI, P. Treinamento musical, neuroplasticidade e cognição. **Dementia & Neuropsychologia**, São Paulo, v. 4, n.4, p. 277-286, 2010.

ROSA, J. **A dependência de estado na extinção de memória aversiva: participação do núcleo do trato solitário, hipocampo e amígdala**. 2014. 97f. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Medicina. Programa de Pós-graduação em Medicina e Ciências da Saúde. Área de Concentração: Neurociências. Porto Alegre, 2014.

SCHLINDWEIN-ZANINI, R. Demência no Idoso: aspectos neuropsicológicos. **Revista Neurociências**, São Paulo, v. 18, n. 2, p. 220-226, 2010.

SCHULZE, K. *et al.* Neuroarchitecture of verbal and tonal working memory in nonmusicians and musicians. **Human Brain Mapping**, v. 32, n. 5, p. 771-83, 2011.

SCHULZE, K.; KOELSCH, S. Working memory for speech and music. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1252, p. 229-236, 2012.

SLEVC, L. R.; OKADA, B. M. Processing structure in language and music: a case for shared reliance on cognitive control. **Psychonomic bulletin & review**, v. 22, n. 3, p. 637-652, 2015.

SMITH, A. P. Noise, biased probability and serial reaction. **British Journal of Psychology**, v. 76, n. 1, p. 89-95, 1985.

SMITH, J. D.; MELARA, R. J. Aesthetic preference and syntactic prototypicality in music: Tis the gift to be simple. **Cognition**, v. 34, n. 3, p. 279–298, 1990.

THAUT, M. H.; De L'ETOILE, S. K. The effects of music on mood state-dependent recall. **Journal of Music Therapy**, v. 30, n. 2, p. 70-80, 1993.

THOMPSON, W. F; CUDDY, L. L. Perceived key movement in four-voice harmony and single voices. **Music Perception**, v. 9, n. 4, p. 427-438, 1992.

TILLMANN, B.; JANATA, P.; BIRK, J.; BHARUCHA, JJ. Tonal centers and expectancy: facilitation or inhibition of chords at the top of the harmonic hierarchy? **J Exp Psychol Hum Percept Perform**, n. 34, v. 4, p. 1031–1043.2008.

VANZELLA, P.; RANVAUD, R. Por dentro do ouvido absoluto: investigações por neuroimagem. **Percepta**, Curitiba, v. 1, n. 2, p. 51-72, 2014.

WALLACE, WT. Memória para música: efeito da melodia na recuperação de texto. **Jornal de Psicologia Experimental: Aprendizagem, Memória e Cognição**, n. 20, v. 6, p. 1471-1485, 1994.

WILDT, F. K. Primeira lei tonal: função harmônica nas óticas funcional e tradicional - um breve estudo comparativo. **InCantare: Revista do Núcleo de Estudos e Pesquisas Interdisciplinares em Musicoterapia**, Curitiba, v. 5. n. 2, p. 29-48, 2014.

WILKINSON, D.L. **Music and shape**. Oxford University Press. 2017, 413p.

WILLIAM, R. B.; KELLY, B. Music dependent memory in immediate and delayed word recall. **Memory & Cognition**, v. 20, n. 1 p. 21-28, 1992.

XING, Y. *et al.* Mozart, Mozart rhythm and retrograde Mozart effects: evidences from behaviours and neurobiology bases. **Scientific reports**, v. 6, n. 18744, 11p., 2016.

XING, Y. *et al.* Music exposure improves spatial cognition by enhancing the BDNF level of dorsal hippocampal subregions in the developing rats. **Brain Res Bull.** 2016 Mar; 121:131-7. doi: 10.1016/j.brainresbull.2016.01.009. Epub 2016 Jan 21.

Yang H, Lu J, Gong D, Yao D. How do musical tonality and experience affect visual working memory? **Neuroreport.** 2016; n. 27 v. 2, 94–98.

ZATORRE, R. J.; BELIN, P.; PENHUNE, V. B. Structure and function of auditory cortex: music and speech. **TRENDS in Cognitive Sciences**, v. 6, n. 1, 37–46, 2002.

ZATORRE, R. J.; GANDOUR, J. T. Neural specializations for speech and pitch: moving beyond the dichotomies. **Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences**, v. 363, n. 1493, p.1087–1104, 2008.

ZATORRE, R. J. Predispositions and plasticity in music and speech learning: neural correlates and implications. **Science**, v. 342, n. 6158, p. 585-589, 2013.

## 9 ANEXOS E APÊNDICES

### 9.1 Anexo I - Parecer de aprovação pelo Comitê de ética em Pesquisa-PUCRS

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



#### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

##### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCAÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA

**Pesquisador:** Iván Antônio Izquierdo

**Área Temática:**

**Versão:** 2

**CAAE:** 01863518.9.0000.5336

**Instituição Proponente:** UNIAO BRASILEIRA DE EDUCACAO E ASSISTENCIA

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

##### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.082.638

##### Apresentação do Projeto:

O estudo é um delineamento caso-controle que aponta para a necessidade de verificar a relação do Efeito Mozart na memória por dependência de estado. Atuante no sistema opioide, a dependência de estado engloba os sistemas neuro-humoral dopaminérgicos, serotoninérgicos, noradrenergicos, beta endorfinicos e hormonal. A dependência de estado é característica adaptativa sem a qual nossa convivência em sociedade seria fracassada. Durante a pesquisa os participantes serão divididos em 4 grupos: (Mozart/Mozart), (Mozart/nada), (nada/Mozart) e (nada/nada). Os participantes serão submetidos a leitura de um texto, sobre a copa de 1954 e posteriormente responderão a dez questões sobre o mesmo. A primeira etapa é de aquisição de memória e a segunda de evocação. Em cada uma estará presente ou não o áudio com a Sonata K448 para dois pianos em D maior de Mozart. O estudo será realizado com 40 participantes com idades entre 40 e 60 anos colaboradores e professores de uma escola da rede particular de ensino médio e fundamental na cidade de Porto Alegre, Rio Grande do Sul, Brasil. Este trabalho sugere um olhar atento para a utilização da música e seus possíveis impactos na formação de novas redes neurais, reorganização no córtex pré-frontal, neurogênese, prevenção, recuperação e ou desaceleração de declínio cognitivo em idosos ou pessoas que sofram de depressão ou vítimas de AVC.

Endereço: Av.Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703  
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@puccrs.br

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE  
CATÓLICA DO RIO GRANDE  
DO SUL - PUC/RS



Continuação do Parecer: 3.082.638

capacidade adaptativa da dependência de estado e da importância de sua relação com a atividade musical, bem como os processos neurais envolvidos nesse tipo de experiência.

**Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:**

Todos os termos foram apresentados.

**Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:**

Não há pendências.

**Considerações Finais a critério do CEP:**

O CEP-PUCRS, de acordo com as suas atribuições definidas nas Resoluções nº 466 de 2012 (e suas complementares), nº 510 de 2016 e Norma Operacional nº 001 de 2013 do Conselho Nacional de Saúde, manifesta-se pela aprovação do projeto de pesquisa proposto.

**Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:**

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1214643.pdf	06/12/2018 15:39:16		Aceito
Outros	carta_de_resposta_de_pendencias.docx	06/12/2018 15:37:52	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	termo_de_consentimento_de_livre_esclarecido.pdf	13/11/2018 16:04:23	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Folha de Rosto	folha_de_rosto.pdf	13/11/2018 11:48:42	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Outros	carta_de_encaminhamento.pdf	25/10/2018 15:48:16	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	25/10/2018 15:46:38	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Outros	roteiro_de_entrevista.docx	03/10/2018 17:45:15	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Outros	ferramenta_pesquisa.docx	03/10/2018 17:44:24	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Outros	tcud.pdf	03/10/2018 17:32:58	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Outros	curriculos.docx	03/10/2018 17:32:36	Iván Antônio Izquierdo	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	AUTORIZACAO.pdf	27/09/2018 23:48:41	Iván Antônio Izquierdo	Aceito

Endereço: Av.Ipiranga, 6681, prédio 50, sala 703  
Bairro: Partenon CEP: 90.619-900  
UF: RS Município: PORTO ALEGRE  
Telefone: (51)3320-3345 Fax: (51)3320-3345 E-mail: cep@pucrs.br

Página 03 de 04

## 9.2 Anexo II- Declaração de autorização da escola envolvida na Pesquisa

Porto Alegre, 5 de junho de 2018.

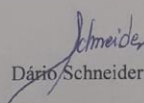
Ao Comitê de Ética e Pesquisa daPUCRS

Prezados Senhores:

Declaro que tenho conhecimento e autorizo a realização do projeto de Pesquisa intitulado "AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCAÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA " proposto pelo(s) pesquisador(es) Mestrando Márcio Bittencourt Reggiori e Prof.Dr. Ivan Antônio Izquierdo.

O referido projeto será realizado no(a) Colégio Anchieta, e só poderá ocorrer a partir da apresentação da carta de aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da PUCRS.

Atenciosamente,

  
Dario Schneider  
Diretor Acadêmico  
Colégio Anchieta  
Dário Schneider Diretor Acadêmico Colégio  
Anchieta

### 9.3 Anexo III-Texto sobre a Copa do mundo de 1954

#### A Copa do mundo de 1954

(M.L.F. CHAVES, S. PEZZIN, C.P. JARDIM e I. IZQUIERDO, 1990)

A Copa do mundo de futebol foi jogada Suíça. As 16 equipes foram divididas em 4 grupos para a rodada de qualificação. O Brasil conquistou o grupo 1 ao derrotar o México (5-0) e empatar com a Iugoslávia (1-1). A Hungria derrotou a Coreia (9-0) e Alemanha (8-3), e ganhou o grupo 2. A Alemanha teve de derrotar Turquia duas vezes, 4-1 e 7-2, a fim de colocar em segundo lugar no grupo 2 e se qualificar para as quartas de final. A Hungria eliminou o Brasil por 4-2 nas quartas, jogadores brasileiros foram expulsos do jogo. Em outros jogos nas quartas de final, a Alemanha derrotou a Iugoslávia por 2-0, e o Uruguai eliminou a Inglaterra por 3-1 em um jogo dramático em que o lendário capitão do Uruguai, Obdulio Varela, marcou um gol e em seguida, sofreu uma fratura, mas passou a jogar com uma perna quebrada no que era para ser seu último jogo. Nas semifinais, a Alemanha despachou a Áustria (6-1), e a Hungria derrotou o Uruguai 4-2 na prorrogação. Áustria então bateu Uruguai 3-1 para o terceiro lugar. O jogo final foi travado intensamente. A Hungria saiu para um início fácil (2-0), mas a Alemanha virou o jogo em 3-2, com um gol de Rahn aos 6 minutos do segundo tempo e assim conquistou sua primeira copa do mundo.



#### 9.4 Anexo IV- Roteiro de entrevista e instrumentos de coleta

##### ROTEIRO DE ENTREVISTA OU INSTRUMENTOS DE COLETA

O roteiro de entrevista será verbal, expressando a cada caso as variações em estudo. O instrumento de coleta será um questionário com dez questões referentes ao conteúdo do texto.

##### QUESTIONÁRIO

##### **Questionário sobre o texto da Copa do mundo de 1954**

1. Quem foi o primeiro no grupo 1?
2. Quem foi o primeiro no grupo 2?
3. Quantas vezes a Alemanha jogou contra a Turquia?
4. Quem ganhou o 3º lugar?
5. Quantas vezes Alemanha e Áustria se enfrentaram?
6. Quais foram as pontuações dos dois jogos da Hungria vs Alemanha?
7. Por que o jogo Hungria vs Brasil não era normal?
8. O que aconteceu com Obdulio Varela durante o jogo Uruguai x Inglaterra?
9. Que time marcou primeiro no jogo final?
10. Qual jogador marcou o último gol da Copa?

## 9.5 Anexo V-Termo de Consentimento

### TERMOS DE CONSENTIMENTO

#### Carta Encaminhamento Apresentação ao Comitê de Ética

Porto Alegre, de junho de 2018.

Ao

Comitê de Ética em Pesquisa

Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS

Ilma. Coordenadora do Comitê de Ética

Profa. Dra. Denise Cantarelli Machado

Encaminho para avaliação deste Comitê de Ética em Pesquisa, o projeto **“AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA**

” tendo como pesquisador principal o Mestrando Mário Bittencourt Reggiori a ser realizado no Colégio Anchieta. Trata-se de estudo Prospectivo tipo Projeto de pesquisa que envolve seres humanos.

Aguardando avaliação de parecer deste comitê, coloco-me à disposição para maiores esclarecimentos.

Atenciosamente,

Márcio Bittencourt Reggiori

## 9.6 Anexo VI-Termo de Compromisso de uso de dados



Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

---

 INSTITUTO DE GERITRIA E GERONTOLOGIA PUCRS
**TERMO DE COMPROMISSO PARA UTILIZAÇÃO DE DADOS**

**AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCAÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA**

Os autores do projeto de pesquisa/relato de caso se comprometem a manter o sigilo dos dados coletados em prontuários e/ou em bases de dados referentes aos participantes da pesquisa intitulada **\_\_\_ AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCAÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA**

---

Os pesquisadores concordam, igualmente, que tais informações serão utilizadas única e exclusivamente com finalidade científica, preservando-se integralmente o anonimato dos participantes.

Porto Alegre, \_\_\_\_\_ de \_junho\_\_\_\_\_ de  
20\_18\_\_

<b>Autores do Projeto/ Relato de Caso</b>	
<b>Nome</b>	<b>Assinatura</b>
Prof. Dr. Ivan Antônio Izquierdo	

## 9.7 Anexo VII- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

### **Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE)**

Eu Iván Antônio Izquierdo, responsável pela pesquisa, **AS RELAÇÕES ENTRE A DEPENDÊNCIA DE ESTADO E O EFEITO MOZART NA AQUISIÇÃO, CONSOLIDAÇÃO E EVOCAÇÃO DE MEMÓRIA DECLARATIVA**, estou fazendo um convite para você participar como voluntário nesse estudo.

Esta pesquisa pretende apresentar a dependência de estado por meio da música, mais especificamente pelo Efeito Mozart, na aquisição, consolidação e evocação de memória.

Acreditamos que ela seja importante porque o presente estudo sugere uma relação positiva entre a escuta musical e a atividade neuronal e busca verificar os efeitos da música como ferramenta recuperadora de memórias, avaliará a existência de memória por dependência de estado, relacionada a música.

Para sua realização será feito o seguinte: O estudo será organizado em duas etapas, a primeira envolve o período referente à aquisição de memória. Os indivíduos serão divididos em 4 grupos A B, C e D. Cada grupo receberá um arquivo de áudio juntamente com um texto, distribuídos individualmente a cada participante. Após o período de audição e leitura do texto se iniciará a segunda etapa. Nela os participantes irão responder dez perguntas referentes ao texto.

Sua participação constará em fazer parte em um dos quatro grupos, a fim de realizar as duas etapas da pesquisa: aquisição e evocação de memória. Lendo o texto e posteriormente respondendo a dez perguntas.

Para a realização da pesquisa é necessário informar que não há riscos em sua participação, porém você tem o direito de pedir uma indenização por qualquer dano que resulte da sua participação no estudo.

A partir dessa linha de investigação, talvez seja possível encontrar meios terapêuticos sem par efeitos e mais acessíveis à população. Talvez seja possível se

abrir um caminho novo, com novas possibilidades e estratégias de auxílio aos tratamentos já existentes que sejam capazes de tratar o declínio cognitivo de forma preventiva. Durante todo o período da pesquisa você tem o direito de esclarecer qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato, com Márcio Bittencourt Reggiori no telefone 51 992098344 a qualquer hora.

Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão.

As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos participantes, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação.

Caso você tenha qualquer dúvida quanto aos seus direitos como participante de pesquisa, entre em contato com Comitê de Ética em Pesquisa da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (CEP-PUCRS) em (51) 33203345, Av. Ipiranga, 6681/prédio 50 sala 703, CEP: 90619-900, Bairro Partenon, Porto Alegre – RS, e-mail: cep@pucrs.br, de segunda a sexta-feira das 8h às 12h e das 13h30 às 17h. O Comitê de Ética é um órgão independente constituído de profissionais das diferentes áreas do conhecimento e membros da comunidade. Sua responsabilidade é garantir a proteção dos direitos, a segurança e o bem-estar dos participantes por meio da revisão e da aprovação do estudo, entre outras ações.

Ao assinar este termo de consentimento, você não abre mão de nenhum direito legal que teria de outra forma.

Não assine este termo de consentimento a menos que tenha tido a oportunidade de fazer perguntas e tenha recebido respostas satisfatórias para todas as suas dúvidas.

Se você concordar em participar deste estudo, você rubricará todas as páginas e assinará e datará duas vias originais deste termo de consentimento. Você receberá uma das vias para seus registros e a outra será arquivada pelo responsável pelo estudo.

Eu, (nome completo do participante), após a leitura deste documento e de ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas

as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro para mim que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Diante do exposto expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

## 9.8 Anexo VIII- Partitura da Sonata K448 para dois pianos em D maior de Mozart

2 (126)

## SONATE

für zwei Pianoforte

von

W. A. MOZART.

Röch. Verz. N<sup>o</sup> 448.Serie 19 N<sup>o</sup> 8.

Mozarts Werke.

Componirt 1784 in Wien.

**Allegro con spirito.**

Pianoforte I.

Pianoforte II.