UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
PROGRAMA DE NEUROCIÊNCIAS E COMPORTAMENTO
INSTITUTO DE PSICOLOGIA

Marcelo Muniz

Implicações dos mecanismos de recompensa e cognição implícita na formação de expectativas e manutenção do caráter funcional da música tonal.
(corrigido)

São Paulo
2012

Marcelo Muniz

Implicações dos mecanismos de recompensa e cognição implícita na formação de expectativas e manutenção do caráter funcional da música tonal.

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Neurociências e Comportamento

Área de Concentração: Neurociências e Comportamento

Orientador: Profa. Dra. Maria Inês Nogueira

São Paulo
2012

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Catalogação da publicação
Biblioteca Dante Moreira Leite
Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo

Muniz, Marcelo.

Implicações dos mecanismos de recompensa e cognição implícita na formação de expectativas e manutenção do caráter funcional da música tonal. / Marcelo Muniz; orientador Maria Inês Nogueira. -- São Paulo, 2012. 125 f.

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Psicologia. Área de Concentração: Neurociências e Comportamento) – Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo.

1.Cognição musical 2. Cognição implícita 3. Mecanismos de recompensa 4. Música 5. Música Tonal I. Título.

BF321

FOLHA DE APROVAÇÃO

Marcelo Muniz

Implicações dos mecanismos de recompensa e cognição implícita na formação de expectativas e manutenção do caráter funcional da música tonal.

Dissertação apresentada ao Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Mestre em Neurociências e Comportamento.

Área de Concentração: Neurociências e Comportamento

Aprovado em: ____/____/_____

BANCA EXAMINADORA

Prof[a.] Dr[a.]_____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____ Assinatura:_____

Prof. Dr._____

Instituição:_____ Assinatura:_____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Eno Carlos Muniz e
Aurea Gaglioti Muniz e a
Tania Gonzaga de Moraes

AGRADECIMENTOS

À Prof[a.] Maria Inês Nogueira, pela acolhida, pela orientação e pelo apoio durante todo o percurso desse trabalho.

Ao Prof. Hamilton Haddad à Prof[a.] Adriana Lopes da Cunha Moreira pelas valorosas sugestões oferecidas no Exame Geral de Qualificação.

À Prof[a.] Renata Mota Mamede Carvallo pela generosidade e confiança durante o período de Programa de Aperfeiçoamento de Ensino.

Ao Prof. Fernando Iazzetta pela solicitude e presteza sempre dispensadas e ao grupo Mobile que me permitiu alargar os horizontes conceituais do presente trabalho.

Ao programa de Neurociências e Comportamento que abrigou e tornou possível o presente trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

RESUMO

MUNIZ, M. (2012) Implicações dos mecanismos de recompensa e cognição implícita na formação de expectativas e manutenção do caráter funcional da música tonal. Dissertação de Mestrado. Instituto de Psicologia. Universidade de São Paulo. São Paulo.

Estudos com a utilização de técnicas de imageamento realizados na última década revelaram modulação da atividade de estruturas mesolímbicas envolvidas em processamento de recompensa, durante a audição passiva de música tonal. O achado trouxe à tona antigas especulações envolvendo, principalmente, formação de expectativas e respostas emocionais à música, permitindo a revisita a importantes trabalhos publicados no campo da musicologia e psicologia da música sob a luz do conhecimento hodierno. O presente trabalho tem por objetivo investigar de forma mais ampla o papel dos mecanismo de recompensa em relação à música, bem como identificar processos cognitivos envolvidos na apreensão de elementos da música tonal e na formação de expectativas e, assim, identificar possíveis influências de tais mecanismos em aspectos específicos da escuta da música tonal, assim como na manutenção da utilização de música tonal em seu caráter funcional e de entretenimento. O vetor principal do trabalho foi estabelecido na interpretação de questões relativas ao campo da musicologia sob a ótica da neurociência. Foram estabelecidas três frentes de pesquisa documental sendo: (1) Musicologia, (2) Estudos de imageamento e neurofisiologia; (3) cognição musical e cognição implícita. O levantamento bibliográfico foi feito via Banco de dados bibliográficos e Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da Universidade de São Paulo além da utilização das bases de dados: PsycInfo, PubMed, SCOPUS, SciELO entre outras. A descoberta da participação do sistema de recompensa na escuta musical trouxe sustentação experimental à conceituações, antes somente teóricas, no campo da musicologia. A música tonal é construída sob a égide de relações bem definidas que atuam sobre unidades sonoras discretas (notas musicais) assemelhando-se à linguagem verbal, sem, no entanto, incorporar significado designativo, o que a torna objeto peculiar de estudo no campo da cognição. O material bibliográfico analisado permitiu demonstrar que a base sintática do idioma tonal pode ser adquirida sem mobilização voluntária de mecanismos atencionais, pela oferta estatística do material musical, permitindo que sujeitos, mesmo sem qualquer formação musical, sejam capazes de inferir regras e formar expectativas dentro do contexto tonal de forma a alimentar um ciclo que envolve apreensão, formação de expectativa e resposta hedônica, pela ação protagonista dos mecanismos de recompensa, mediados por dopamina (motivação e aprendizado) e μ-opióide (resposta hedônica). Tais características, concomitantes à presença ubíqua da música na sociedade atual favorecem a realimentação contínua do ciclo, sobretudo na utilização do sistema em caráter funcional e de entretenimento.

Palavras-chave: Música. Cognição musical. Cognição implícita. Mecanismos de recompensa.

SUMÁRIO

1 Introdução 7

2 Objetivos do estudo..... 9

2.1 Considerações metodológicas e objeto de estudo..... 9

3 Música, emoção e significado..... 12

3.1 Do belo musical..... 12

3.2 Teoria da informação..... 24

4 Teoria “ITPRA” – Um modelo de formação de expectativas..... 32

4.1 Expectativas- raízes evolutivas e seu papel na música tonal..... 32

4.2 Revisita a Leonard Meyer..... 34

5 Mecanismos de recompensa..... 40

5.1 Aprendizado, predição e hedonismo..... 40

5.2 Aprendizado..... 42

5.3 Codificações hedônicas e motivacionais..... 51

5.4 Comentários..... 54

6 Música, linguagem e cognição implícita..... 56

6.1 Processos estocásticos e expectativa..... 56

6.2 Linguagens artificiais e aprendizado implícito..... 59

6.3 Potenciais relacionados a eventos – detectores de incongruência..... 66

7 Expectativas melódicas..... 70

7.1 Considerações..... 79

8 Música e Emoção – evidências objetivas..... 82

9 Discussão..... 90

9.1 Sobre o sistema tonal..... 93

9.2 Notação..... 96

9.3 Fonógrafo..... 103

9.4 Escutas..... 107

9.5 Comentários finais..... 113

10 Conclusão..... 117

11 Referências..... 119

1. Introdução

O processamento da música pelo sistema nervosos humano é alvo crescente de interesse entre músicos e cientistas. O recente desenvolvimento das técnicas de imageamento proporcionou grandes avanços em relação à identificação das estruturas cerebrais envolvidas no processamento musical. A partir do final do século XX, diversos estudos apontaram para a participação de estruturas conhecidas pelo envolvimento em sistemas de gratificação, normalmente associados a comportamentos motivados como alimentar, sexual ou consumo de drogas, na audição musical. Com a utilização de ressonância magnética funcional (fMRI) associada a métodos matemáticos de conectividade funcional e efetiva[1] Menon e Levitin (2005) mostraram, pela primeira vez, a modulação, durante a audição musical, da atividade de estruturas mesolímbicas envolvidas em processamento de recompensa, incluindo núcleo acumbente e área tegmental ventral, além de hipotálamo e ínsula, regiões geralmente associadas à regulação autonômica e respostas fisiológicas a recompensas e estímulos emocionais. O estudo evidenciou também a correlação entre liberação de dopamina e núcleo acumbente em resposta à música (Menon e Levitin, 2005).

A revelação da participação efetiva de estruturas ligadas a centros de recompensa cerebrais, proporcionou a possibilidade de revisita à teorias de expectativa musical e da relação entre música e emoção sob a luz do conhecimento hodierno, possibilitando análises mais profundas sobre o tema.

O presente trabalho teve como ponto de partida a indagação acerca do motivo pelo qual nenhum outro sistema musical tenha se estabelecido, na sociedade moderna, com a mesma força que o sistema tonal. Haveria, nesse panorama, influência direta do modo de funcionamento de sistema nervoso central? Qual o peso de tais influências e que elementos específicos do sistema tonal seriam responsáveis pela força da interação?

Visto a complexidade do tema, foram impostas delimitações no sentido de viabilização da pesquisa. Assim, optou-se por centrar atenção na questão da formação de expectativas melódicas, especificamente, nas relações entre os elementos internos do material musical, dispensando assim, qualquer tipo de referencialidade e, analisando o sistema tonal, exclusivamente em sua utilização funcional e de entretenimento.

---

[1]O método de análise de neuroimagem chamado de conectividade funcional é definido por Friston (1994) como *as correlações temporais entre eventos neurofisiológicos espacialmente remotos*, enquanto que a conectividade efetiva, como as *influências que um determinado sistema neuronal exerce sobre o outro*.

Estruturalmente, buscou-se, inicialmente, apresentar o problema da fruição musical e sua relação com a emergência de significados e respostas afetivas por um viés musicológico para, posteriormente, proceder-se a análise de mecanismos neurofisiológicos envolvidos na fruição da música tonal e a relação entre os problemas abordados e resultados de diversos tipos de estudos comportamentais obtidos a partir de levantamento bibliográfico. A parte final do trabalho retoma e amplia a discussão musicológica, relacionando toda a gama de aspectos neurocientíficos abordados, com elementos do universo musical que incluem, além da própria constituição do material musical, a inserção do indivíduo em uma sociedade onde a música, especialmente a música funcional e de entretenimento, geralmente construídas com base no sistema tonal, é onipresente.

2. Objetivos do estudo

Visto as peculiaridades próprias do sistema e do material musical tonal, que permitem o tratamento da música segundo modelos probabilísticos, bem como as evidências da atuação de mecanismos de recompensa na audição da música tonal, o presente estudo tem por objetivo:

1. Investigar o funcionamento dos mecanismos de recompensa, bem como seu papel na fruição da música tonal;
2. Confrontar as características de ação dos mecanismos neurais com a possibilidade de formação de expectativas na música tonal;
3. Investigar processos de percepção da música tonal e avaliar a possibilidade de apreensão implícita e formação de expectativas na música tonal;
4. A partir do material estudado, formular hipótese acerca da influência dos mecanismos abordados, na fruição da música tonal, e, mais especificamente, em sua utilização funcional.

2.1 Considerações metodológicas e delimitações do objeto de estudo

A música, do ponto de vista do ouvinte apresenta-se, não como unidade, mas como um conjunto multifacetado de representações mentais, de forma que sua fruição envolve a ação orquestrada de uma série de mecanismos nervosos que compreendem diferentes modalidades de memória, mecanismos atencionais, percepções diversas, respostas afetivas entre outros.

Propõe-se no presente trabalho a análise dos mecanismos de recompensa, em suas funções relacionadas a aprendizado, motivação e respostas afetivas, e sua influência em aspectos específicos da fruição musical, dentre as quais, a formação de expectativas e significado musical. Partindo dos estudos de Meyer (1956) e, tal qual sua proposta, será analisada, exclusivamente a formação de significados incorporados, ou seja, serão tratadas exclusivamente relações internas à música[2].

A emergência de significados em sua instância última é, até o momento, inacessível, representando um imenso desafio não só às ciências naturais como também à filosofia da mente e áreas afins, de forma que, ao fazer referência a significado, se estará referindo não a

[2] O termo “significado”, no entanto, será adotado nos moldes propostos por Meyer, como decorrência da formação e atendimento ou não de expectativas, de forma que, correntemente, se fará referência à expectativa ao invés de, diretamente, à significado.

causa última, mas a possíveis representações mentais subjacentes que, segundo os modelos atuais, suportariam sua emergência.

O que se entende por base da formação de significados, todavia, pode ser tomado em diversos níveis de representação mental (Shore, 1996), assim, será tomado como ponto de partida a representação no seu mais baixo nível, a dizer, neuronal, buscando-se assim uma conexão primeira entre percepto e codificação nervosa da informação. Posteriormente, serão abordados níveis mais elevados de codificação e representação mental, tomados por instâncias comportamentais, bem como reações específicas a particularidades do material musical.

A abordagem estatísitca da apreensão e, consequentemente, da fruição musical integra os diferentes níveis de representação apresentados no trabalho. O tratamento estatístico proposto por Meyer (1956) sugere quantificação por meio da teoria da informação. Meyer (1970), no entanto, aponta para uma série de cuidados a serem tomados nesse tipo de análise dos quais destacam-se: (1) Deve-se considerar a diferença entre probabilidades de origem sistêmica que conduzem à diminuição da incerteza com o desenvolvimento do fluxo musical e à introdução intencional de elementos desviantes. (2) As probabilidades tonais não existem somente no interior das frases ou em pequenas partes das estruturas musicais, mas também entre elas. Assim, os níveis hierárquicos de inferência probabilística devem ser considerados. Diferentes conjuntos probabilísticos devem ser adotados para diferentes níveis hierárquicos. (3) Probabilidades não permanecem constantes por toda obra musical. A seção “desenvolvimento” de uma sonata, por exemplo, está muito mais sujeita à desvios (em relação ao fluxo sistêmico) do que a exposição e reexposição. Assim, deve-se analisar sub-sistemas no interior dos grandes sistemas. A estimativa probabilística deve ainda levar em conta o fato de que probabilidades variam entre subsistemas, de estilo para estilo. (4) O desenvolvimento histórico dos estilos musicais deve ser considerado na discussão das probabilidades inerentes a uma amostra.

A formação de expectativas, bem como a abordagem estatística e exemplos apresentados no decorrer do trabalho, são baseados no sistema tonal. Vale, assim, esclarecer que, visto as delimitações de análise a que se propõe o trabalho, que tem como foco o envolvimento dos mecanismos de recompensa e processos cognitivos específicos, juntamente com os problemas metodológicos oriundos das tomadas de dados experimentais, cujo rigor faz com que se trate o material musical de forma extremamente fragmentada, há que se restringir o que chama-se de sistema tonal às suas características mais essenciais, atendo-se

aos elementos cuja invariância foi preservada durante o todo o período compreendido pela proeminência do sistema. Assim, a referência ao tonalismo, embora legítima, estará limitada a aspectos básicos como tensão e relaxamento e a relações internas fundamentais entre graus da escala.

A análise final se faz em torno da influência dos mecanismos descritos na utilização funcional da música, já que em sua forma não artística, reificada, estes ganham papel protagonista.

No capítulo seguinte serão introduzidos os problemas centrais à relação entre música e emoção no campo teórico, assim como serão delineadas primeiras hipóteses no campo da cognição musical.

3. Música e emoção e significado

O presente capítulo apresentará um delineamento do papel da emoção no contexto da fruição da música tonal. Partir-se-á das concepções de Hanslick e da importância atribuída na sua obra às relações interiores entre elementos do material musical apontando possíveis desdobramentos que influenciariam a obra de Leonard Meyer que, por sua vez, introduz importantes conceitos acerca da fruição musical com base na formação de expectativas, situando-a no universo probabilístico e alinhando-a a preceitos da teoria da informação.

3.1 Do Belo Musical

A discussão da relação entre música e emoção é, há tempos, matéria de calorosos debates. Durante os últimos séculos, teóricos discutiram o teor dessa ligação e, muitas vezes, a utilizaram para classificação da música em relação às outras formas de expressão artística.

Em 1854, Eduard Hanslick publicou o ensaio "Do belo musical", que se tornou um marco nessa relação. O objetivo da obra foi revisar a teoria estética da música de seu tempo, buscando, a partir da objetividade científica da época, negar o caráter referencialista da música e uma estética ligada a fatores subjetivos como os sentimentos[3], assim como estabelecer novos parâmetros estéticos visando o caráter autônomo da música.

Sua tese, de que os sentimentos não são objeto ou conteúdo da música, tinha como alvo, principalmente, Richard Wagner, que propunha a "obra de arte total" baseada no drama grego, defendendo a ideia da música submissa ao drama. Segundo esse ponto de vista, a música instrumental seria, e assim era tratada pelas teorias da arte do século XVIII, unicamente um elemento de ênfase ao texto com função de reforçar a ação dramática pela capacidade de deflagar emoções e sentimentos.

No século XIX, o caráter assemântico da música instrumental, responsável por situá-la em um patamar inferior perante as outras artes, pela "falta de conteúdo", será o esteio de sua elevação a um nível superior, justamente por ser "uma linguagem capaz de exprimir o que

[3] Hanslick enfatiza a diferença entre sensação e sentimento: " Sensação é a percepção de uma determinada qualidade sensível: de um som, de uma cor. Sentimento é tornar-se consciente de uma incitação ou impedimento do nosso estado anímico, portanto de um bem-estar ou desprazer. Quando simplesmente percepciono o cheiro ou o sabor de uma coisa, a sua forma, cor ou som com os meus sentidos, percepciono, pois, estas qualidades; quando a melancolia, a esperança, a alegria ou o ódio me elevam perceptivelmente acima do estado anímico habitual ou sob o mesmo me deprimem, tenho sentimento" (Hanslick, 1994 p. 15).

fica além das palavras (Videira, M., 2006 p. 77)", como se verifica em Dalhaus (1997, p. 16 apud Videira, M. 2006 p. 70):

> […] se no século XVIII, a música instrumental era, para o senso comum, um ruído agradável, *abaixo* da linguagem, a metafísica romântica da arte fez dela uma linguagem situada *acima* da linguagem […] A ideia da música absoluta – pouco a pouco vencendo toda sorte de resistência - tornou-se o paradigma estético da cultura alemã do século XIX.

O cerne do pensamento em relação à música instrumental continuaria, no entanto, atrelado a fatores subjetivos; à sua ação sobre os sentimentos humanos.

Acerca da "intuição musical" predominante a seu tempo, Hanslick (1994) afirma:

"Primeiramente propõe-se como *fim e missão* da música suscitar sentimentos ou "sentimentos belos". Em segundo lugar, apontam-se os sentimentos como o *conteúdo* que a arte sonora exibe nas suas obras" (Hanslick, 1994 p. 15).

Ambas assertivas são veementemente negadas por Hanslick. Sua argumentação, em primeiro lugar, estabelece um ambiente comum entre as artes, afirmando que todas as artes suscitam, em algum grau, respostas emocionais e ainda assim não lhes são os sentimentos imputados como fim último. Assim, a música, embora reconhecida sua potencialidade pronunciada de ação sobre os sentimentos, caracterizaria-se, nesse terreno, tal qual as outras artes pois, caso contrário, deveria se estabelecer o sentimento como instância última de *todas* as formas de expressão artísticas.

A finalidade da música, assim como de todas as outras artes, seria, em primeiro lugar *o belo*, que, como tal, tem em si mesmo seu significado. O belo, no entanto, percebido pelos sentidos humanos, os afeta da mesma forma que outros perceptos, sendo a primeira reação fisiológica experienciada como sensação. Segundo Hanslick, "a sensação, é o começo e a condição do deleite estético e constitui justamente a base do sentimento […] A provocação de *sensações* não necessita da arte, um único som, uma simples cor consegue tal" (Hanslick, 1994, p. 16). "O órgão que acolhe o belo não é o sentimento, mas a fantasia, enquanto actividade do puro intuir" (Vischer, Aesth. ¶ 384 apud Hanslick, 1994 p. 16).

A fruição do belo ocorreria pelo c*ontemplar com entendimento*, por meio do ouvir atento, sendo o sentimento processo secundário; uma consequência da origem perceptual comum atuando sobre a fisiologia humana.

Aparte do argumento filosófico, Hanslick *(*1994, p. 19) prossegue na fundamentação de que o princípio estético, foco central da investigação, não pode estar atrelado a ação da música sobre o sentimento:

> A conexão entre uma peça sonora com a moção emocional por ela causada não é *forçosamente causal.* A mesma música, em diferentes nacionalidades, idades e circunstâncias, mais ainda, na igualdade de todas essas condições em diferentes indivíduos terá efeito muito diverso […] Mesmo quando inspecionamos a impressão realmente *presente*, descortinamos nela, muitas vezes o *convencional* em vez do necessário.

E desta forma, conclui:

" O efeito da música sobre o sentimento não tem, portanto, nem a *necessidade*, nem a *constância* nem, por fim, a *exclusividade* que um fenómeno deveria apresentar para conseguir fundamentar um princípio estético" (Hanslick, 1994 p. 20).

Deriva do mesmo raciocínio a assertiva acerca do conteúdo musical. A música como representação de sentimentos atuaria unicamente como veículo. Uma vez inexistente a conexão causal entre material sonoro e sentimentos específicos, não há condições, visto a inconstância, para a construção de relações que levem a formação de ideias estruturadas. Assim, os sentimentos não podem atuar, nem como fim último, nem como conteúdo da música.

O potencial de suscitar sentimentos, inerente à música, não é negado, mas estaria, no entanto, ligado a a fatores fisiológicos; de segunda ordem. Hanslick exemplifica: "A rosa exala perfume, mas seu 'conteúdo' não é a 'representação do perfume'; a floresta oferece frescor sombroso, mas não representa 'o sentimento de frescor sombroso'" (Hanslick, 1989 p.9).

Assim, o material sonoro deve expressar, unicamente, *ideias musicais*, sendo conteúdo e objeto da música, exclusivamente, *formas sonoras em movimento*.

A contemplação pura e consciente da obra, única forma de "fruição artística", se daria pela apreensão das ideias musicais. " A exigência mais peremptória de uma percepção estética da música é que se escute uma peça musical *por mor dela mesma"* (Hanslick, 1994 p. 85).

> O fator mais importante no processo anímico que acompanha a apreensão de uma obra musical e a transforma em fruição é o que mais frequentemente se passa por alto. É a

> *satisfação espiritual* que o ouvinte encontra na *antecipação contínua das intenções do compositor*[4], ao encontrar seus palpites aqui, gratamente desenganados acolá" (Hanslick, 1994 p. 82).

Uma vez, que a matéria sonora age sobre a fisiologia, conteúdo e sentimento encontram-se, inexoravelmente, imbricados. Diz o autor então que: "O sentimento, que efectivamente se une mais ou menos à contemplação pura só pode passar por artístico quando permanece consciente de sua origem estética, isto é, da alegria encontrada numa beleza e, claro está, determinada" (Hanslick, 1994 p. 75).

Contraposta à "fruição artística", estaria um tipo de escuta ingênua, calcada exclusivamente no poder emocional suscitado pela música. A esta, estabelecida pela passividade e pela ação da matéria sobre o corpo, Hanslick denominou *patológica*; um comportamento não contemplativo; "um contínuo crepúsculo, sentir, entusiasmar-se, uma grande ansiedade do nada sonoro" (Hanslick, 1994 p. 76).

Hanslick (1994), no entanto, chama atenção para a necessidade de investigação acerca da "vertente corpórea" da fruição, assim como para as limitações de conhecimento científico da época.

> Vê-se que as nossas duas questões – a saber, que momento *específico* caracteriza a impressão da música sobre o sentimento, e se este momento é de natureza essencialmente estética – ficam resolvidas pelo reconhecimento de um só e mesmo factor: a influência intensiva no sistema nervoso. Nela se baseia a força peculiar e a imediatidade com que a música, em comparação com qualquer outra arte que não actua mediante sons, consegue despertar afectos (Hanslick, 1994 p. 74).

A conclusão do autor, não obstante, se sintetiza na reafirmação da *pura contemplação* como única forma genuína fruição, opondo-se a recepção patológica, fruto, unicamente, de excitação corpórea.

Observa-se certo grau de incongruência entre o reconhecimento das limitações científicas acerca das bases fisiológicas da percepção musical da época e a veemência na afirmação da dicotomia. Incongruência, todavia, que não obscurece a relevância da obra e, tampouco, a lucidez empregada na construção argumentativa como um todo.

---

[4] Grifo do autor

As questões abordadas por Hanslick serão, posteriormente, material de estudo da psicologia da música. Um dos trabalhos mais importantes publicados em relação à investigação da intersecção entre aspectos cognitivos e emocionais da fruição musical foi o livro "Emotion and meaning in music" de Leonard Meyer.

Meyer (1956) aborda a dicotomia entre referencialismo e absolutismo, apontando para duas linhas de posicionamentos estético: formalismo e expressionismo.

Ambos, segundo Meyer (1956,) podem ser absolutistas, entendendo significado da música como não-referencial. Formalistas entendem o significado em música como primordialmente intelectual. Expressionistas, no entanto, podem ser divididos em absolutistas e referencialistas. Os absolutistas entendem que os significados emocionais emergem em resposta à música e que existam sem referência extramusical, enquanto que os referencialistas entendem que os significados emocionais dependem do entendimento de um conteúdo referencial (externo) da música.

Tanto formalistas como expressionistas baseiam suas asserções no dipolo razão-emoção. As ciências cognitivas modernas, no entanto, já não mais entendem razão e emoção como entes opostos, mas, ao contrário, como indissociáveis, diluindo a suposta polaridade.

Curiosamente, em 1956, Meyer (1956, p. 39) argumenta:

> Once it is recognized that affective experience is just as dependent upon intelligent cognition as conscious intellection, that both involve perception, taking account of, envisaging, and so forth, then thinking and felling need not be viewed as polar opposites but as different manifestations of a single psychological process.

O tipo de escuta empregado, segundo Meyer (1956, p. 40), teria relação direta com a experiência musical:

> Se uma peça de música dá origem a experiência afetiva ou a experiência intelectual depende da disposição e da formação do ouvinte. [...] Aqueles ouvintes que aprenderam a entender a música em termos técnicos tenderão a tornar os processos musicais como objeto de consideração consciente. Isso provavelmente explica o fato de que os críticos mais treinados e estetas favoreçam a posição formalista. Assim, enquanto o músico treinado conscientemente aguarda a resolução esperada de um acorde de sétima da dominante, o inexperiente, mas prático ouvinte, sente o atraso como afeto.[5]

[5] Whether a piece of music gives rise to affective experience or to intellectual experience depends upon the disposition and training of the listener. […]Those listener who have learned to understand music in technical terms will tend to make musical processes an object of conscious consideration. This probably accounts for the fact that most trained critics and aestheticians favor formalist position. Thus while the trained musician consciously waits for the expected resolution of a dominant seventh cord the untrained, but practiced, listener feels the delay as affect.

O ponto central em relação a absolutismo e referencialismo, abriga-se no interior do próprio conceito de significado.

"...algo adquire significado se conectado com, ou indica, ou se refere a, alguma coisa para além de si mesmo, de modo que sua natureza completa aponta e é revelada nessa conexão." (Cohen, M. R., 1944[6] apud Meyer, 1956 p. 34). Assim, o significado não é propriedade do objeto e, tampouco, pode localizar-se no estímulo isolado (Meyer, 1956).

Cohen e Mead[7] propõem que o significado emerge de uma relação triádica entre o objeto (ou estímulo), a "coisa" a qual se refere (consequente) e a consciência do observador.

Dois diferentes tipos de significado podem ser classificados, segundo seu "consequente". No primeiro tipo, o antecedente aponta para um consequente de natureza diferente dele próprio, como no caso de uma palavra que aponta para um objeto ou conceito que não ela própria. Esse tipo de significado é classificado como "designativo". O segundo tipo de significado é aquele no qual o antecedente aponta para algo de mesma natureza, como quando uma luz no horizonte (antecedente; evento natural) indica o início de um novo dia (consequente; evento natural), sendo classificado como "incorporado" (Meyer, 1956).

A música pode, segundo Meyer (1956), deflagrar ambos os tipos de significado. O significado designativo, no entanto, é de natureza subjetiva, emergindo segundo associações oriundas do universo mental do ouvinte, com referência a fatores exteriores à música, sendo, portanto, imprecisos do ponto de vista da comunicação.

Hanslick (1994) alertou para a ineficácia da música para representação de fenômenos alheios ao seu próprio âmbito, argumentando ser possível somente imitar aparências externas como "a queda de flocos de neve, o esvoaçar das aves, o nascer dor sol, produzindo impressões auditivas *análogas pelo seu dinamismo*[8] a esses fenómenos" (Hanslick, 1994. p. 33), o mesmo sendo válido para com os sentimentos.

A música, tomada do ponto de vista da percepção, comporta-se e relaciona-se com o sujeito cognitivo tal qual qualquer outro estímulo, sendo, portanto, passível dos mesmos tipos de associações mentais. O perfume de uma flor pode associar-se à própria flor, à uma lembrança de infância, ou a qualquer outro tipo de associação secundária oriunda da memória do sujeito a que se apresenta, tal qual uma associação do tipo Hebbiana. Assim também ocorre com os estímulos musicais e, uma vez não estabelecida univocidade entre estímulo e

---

[6] COHEN, R. M. A preface to logic. New York: Henry Holt & Co., 1944, p. 47
[7] Ibid., p.29 e MEAD, G. H., Mead, Mind, Self, and Society. Chicago: University of Chicago Press, 1934, p. 76.
[8] Grifo do autor.

resposta, entre significante e significado, não há como se estabelecer comunicação do ponto de vista tradicional [9].

Há que se considerar que "o material de que se serve o compositor, e cuja riqueza nunca se poderá supor assaz sumptuosa, são os sons no seu conjunto, com a possibilidade, neles ínsita, para distintas combinações de melodia, harmonia e ritmo" (Hanslick, 1994 p. 41). Assim, sendo o material sonoro o meio de expressão disponível ao compositor, cujas ideias representadas são, "sobretudo, e em primeiro lugar, puramente musicais" (Hanslick, 1994 p. 25), é razoável que se busque no interior do próprio material musical relações objetivas que apontem para algum tipo de significado. O significado oriundo das relações internas ao material musical é o que Meyer (1956) denomina *incorporado.*

A proposição de um sistema em que significado e significante apontam para a estrutura interna, geraria, a princípio, um problema de caráter semiótico, estabelecido, segundo Souza (1983) na relevância dada, pela semiologia, ao *referente*[10]. Segundo Souza (1983), no entanto, "o recurso ao referente só é importante quando se objetiva compreender o próprio referente e não o processo de siginificações. Portanto, quando se quer discutir o significado de um signo pode-se perfeitamente prescindir do referente" (Souza, 1983 p. 11).

Assim, o significado de um signo seria um outro signo. Zampronha (2000) mostra, segundo uma série de diferentes instâncias entre compositor e ouvinte, que a própria obra musical inexiste como objeto (referente):

> Só o que há são representações que se remetem umas às outras infinitamente. O significado é simplesmente um efeito dos significantes. Não há um significado no sentido absoluto do termo. Não há um significado como algo distinto dos significantes nem que passe através deles. Não só nada passa na comunicação, nada é transmitido, como só o que há são representações. O que pode variar é a forma de representar, e a forma de representação altera o resultado, o efeito. Não porque ela seja imperfeita para representar um objeto que não pertença ao universo das representações, um objeto transcendente e verdadeiro do qual todas as representações partam, mas porque ela é uma representação sem origem, sem um objeto que não seja ele mesmo uma outra representação. As representações se remetem. Cada forma de representação coloca outras representações na posição de significado" (Zampronha, 2000 p. 150 – 1).

Souza (1983, p. 10) apresenta, acerca da relação auto-referencial do significado musical, uma anedota exemplar:

---

[9] Entende-se por comunicação tradicional, um sistema no qual uma mensagem é codificada na fonte emissora e , uma vez conhecido o código, pode, o receptor, restituí-la fielmente, como antes da codificação.

[10] O termo refere-se ao "triângulo de Ogden e Richards", uma síntese da relação triádica estabelecida por Pierce para signos em geral (Pignatari, 1982), cujos vértices contêm signo, referência e referente, sendo o último, na linguagem verbal, o objeto nomeado pelo símbolo. (Souza, 1983).

> Em uma audição, num salão da corte vienense, Beethoven acabara de executar ao piano uma de suas sonatas. Uma senhora aproxima-se dele e lhe diz: Que linda sonata! O senhor poderia dizer qual o significado dela? Beethoven, admirado de que ela não tivesse compreendido o significado da obra, sem dizer mais nada, senta-se ao piano e começa a tocar a sonata inteira de novo...

A instância última a qual se teria acesso com relação ao significado dos signos musicais seria:

> *A imagem mental que é associada à percepção do signo acústico, (*note-se ela mesma uma representação*)*[11], imagem esta que está relacionada por oposições e analogias com todos os demais signos musicais reais e virtuais dentro do nosso sistema cultural e em particular com os outros do discurso de onde ele é extraído (Souza, 1983 p. 12-3)

O significado musical, desta forma, se estabelece como uma relação entre signos pertencentes a um mesmo universo e dependentes de um interpretante. A ideia de universo comum e da interdependência entre signos dentro do discurso da música tonal, coloca o sistema tonal, no ato da escuta, em um território de probabilidades, e, por conseguinte, em processo contínuo de *formação de expectativas.* Meyer (1956) imputará ao *estilo*, universo comum do discurso, o papel de palco de emergência de expectativas e significados.

A construção de significado, assim como as respostas afetivas, por esse ponto de vista, operam no universo da comunicação, dependendo, coletivamente, de experiência prévia e da similaridade, ao menos em certo grau, das respostas aos estímulos sonoros, pois, "sem um conjunto de gestos comuns a um grupo social e sem um conjunto de respostas comuns a esses gestos, nenhuma comunicação seria possível. Comunicação depende, pressupõe e surge do universo do discurso que na estética da música é chamada de estilo" (Meyer, 1956 p. 42).

Em primeira instância o sistema tonal se apresenta como um conjunto de relações bem definidas, que ordena as relações interiores do discurso musical, independentemente do estilo a que se faça referência. "Isso implica em que o campo da música de alguma maneira seja estruturado" (Souza, 1983 p. 25). O campo estruturado segundo classes, determina o universo possível para a construção do discurso. A escala cromática, por exemplo, é uma classe estruturada, visto que uma nota pode ser deduzida de qualquer outra por meio de uma operação matemática[12]. Depreendem-se das classes estruturadas, as chamadas semi-

---

[11] Comentário do autor.

[12] A relação entre as notas de uma escala cromática são definidas segundo a equação $f_n = (\sqrt[12]{2})^n \cdot f_0$.
O sentido de classe estruturada é atribuído ao conceito pela lógica operatória (Souza, 1983).

estruturadas, como por exemplo, as escalas diatônicas, construídas pela escolha de elementos oriundos da escala cromática, arbitrariamente, por opção cultural (Souza, 1983).

A despeito do teor dos processos formais sob os quais está circunscrito o material musical, importa, no momento, caracterizar a ocorrência de delimitações do campo sonoro que o constituem e que formam o ambiente de probabilidades de escolhas na qual opera o ato composicional e a formação de hábitos de escuta. Assim, a composição tonal (e por conseguinte, a escuta), é construída pela relação entre notas (elementos discretos) geradas a partir de uma lei matemática[13], não sendo possível, a não ser como exceção, referenciada, a introdução de qualquer outra altura sonora intermediária, da mesma forma ocorrendo com a métrica, que, uma vez estabelecida, admitirá unicamente um tipo de subdivisão, excluindo quaisquer outras, e assim por diante. A constituição do *estilo* se faz por processos de escolha, dentro de um ambiente de possibilidades previamente constituído.

O estilo, por outro lado, "constitui o universo de discurso no qual emergem os significados" (Meyer, 1970 p. 7).

> Eles [os estilos], variam de cultura para cultura, de época para época, dentro da mesma cultura e, igualmente, dentro da mesma época e cultura. Essa pluralidade de estilos musicais existe porque estilos existem não como processos físicos imutáveis no reino natural, mas como processos psicológicos arraigados como hábitos nas percepções, disposições e respostas daqueles que aprenderam, pela prática e experiência, a entender um estilo particular. O que permanece constante de estilo para estilo não são escalas, modos, harmonias ou modos de performance, mas a psicologia dos processos mentais humanos – os caminhos nos quais a mente, operando no contexto de normas culturalmente estabelecidas, seleciona e organiza os estímulos a que são apresentados. Por exemplo, a mente humana, buscando estabilidade e completitude espera por lacunas estruturais a serem preenchidas. Mas o que constitui uma lacuna estrutural irá variar de estilo para estilo. Então, um salto melódico de terça que é uma lacuna estrutural no sistema diatônico-cromático ocidental não será uma lacuna no sistema pentatônico tonal no qual tal salto é tido como norma. Uma vez que o estilo musical torna-se parte das respostas por hábito de compositores, executantes, e ouvintes experientes, pode ser relacionado a um complexo sistema de probabilidades. Que os estilos musicais são sistemas de probabilidade internalizados é demonstrado pelas regras de sintaxe e gramática musical encontrada em livros de harmonia, contraponto e teoria em geral. As regras dadas em tais livros são, quase sempre, estabelecidas em termos de probabilidade.

Meyer (1970) refere-se a regras estabelecidas no campo da probabilidade tais como a "tendência a mudança de direção melódica após grandes saltos intervalares" ou a informação encontrada nos livros de harmonia, por exemplo, de que o acorde de tônica é "frequentemente" seguido de um acorde dominante e "menos frequentemente" pelo acorde subdominante.

[13] Vide nota anterior

A internalização dos sistemas de probabilidades, estabelecida pelo estilo, formado, por sua vez, pela escolha de materiais sonoros de um campo estruturado, e em íntima relação com formação dos hábitos e seleção de escuta, funda os alicerces da formação de expectativas do interpretante. Assim, o material musical internalizado age como referência para a escuta, determinando situações mais ou menos prováveis no decorrer do desenvolvimento musical.

A formação de expectativas, de modo geral, é um mecanismo biológico que baliza novas ações segundo o sucesso já experienciado em ações anteriores. Eventos regulares, desta forma, tornam-se altamente previsíveis e, em consequência, tendem a tornarem-se automatizados. Pode-se, por exemplo, caminhar por um terreno com algum grau de irregularidades, sem que haja consciência estrita do ato de caminhar e das escolhas contínuas necessárias para a boa execução do percurso. O surgimento de um fato novo no terreno, uma grande poça d'água que impeça o livre caminhar, por exemplo, trás a ação de caminhar para um nível consciente, ativando mecanismos atencionais de forma a favorecer a mobilização de recursos que torne possível a transposição do obstáculo inesperado. Pode-se dizer, grosso modo, que um evento menos provável "desliga" o modo automático de ação característico dos eventos altamente prováveis. Assim observa-se a correlação entre magnitude de expectativa e informação.

Chion (2011, p. 127) apresenta uma situação que exemplifica belamente a questão:

> No drama do ténis, qualquer momento significativo é pontuado por um som particular e cada troca de bola é um drama acústico que se organiza em redor de uma falta sonora: a ausência do <<plonque>> que marca a bola apanhada e devolvida – quer por ter sido atirada para a rede, quer por o oponente ter falhado na recepção. Mas esta falta sonora, este vazio, este suspiro, *esse ponto de sincronização evitado* na partitura alternada dos jogadores é logo preenchido, como um recipiente, pela onda de alvoroço, de matizes infinitos, peripércias inesgotáveis e de decréscimo imprevisível vindo do público: aplausos, <<Oohhs...>> de desilusão, assovios. É reagindo à ausência de um som que todo o público joga sua partida sonora e rítmica.

O exemplo apresenta uma partida de tênis tal qual uma obra musical. O curso "natural", esperado, dos eventos sonoros são sucessões regulares de estampidos gerados pela ação da raquete sobre a bola. O vetor temporal, nesse caso, alinha-se com o incremento de expectativa, uma vez que, a medida que em o tempo passa, a probabilidade de uma falha por parte de um dos jogadores aumenta. A "falta sonora", aqui, carrega o "fato novo", ou seja, informação. Uma disputa muito longa é, paulatinamente, carregada de *tensão*, pois, uma vez que a probabilidade de falha aumenta com o passar do tempo, cada bola rebatida,

sucessivamente, frustra uma expectativa da falha, tornando-se ela própria um fato novo e carregado de algum grau de informação.

Assim, na música tonal, ao, por exemplo, se retardar o movimento dominante-tônica pela interposição de um ou mais acordes entre as duas funções, interrompe-se o fluxo "natural" esperado, gerando um fato novo que, ao mesmo tempo, trás o evento sonoro para nível consciente e incrementa a expectativa acerca do próximo evento. Dos desvios ou bloqueios impostos aos hábitos adquiridos do ouvinte – portanto, da frustração de expectativas construídas – emergem, segundo Meyer (1956, 1970), os significados musicais incorporados.

A acepção de significado musical empregada por Meyer, vale lembrar, alinha-se à proposta de fruição estética de Hanslick, construída, como já referido, "na antecipação contínua das intenções do compositor, ao encontrar os seus palpites confirmados aqui, *gratamente desenganados acolá*[14]" (Hanslick, 1994 p. 82). Nesse sentido, a fruição musical proposta dor Hanslick, bem como a ideia de conteúdo da música como fruto de relações entre eventos sonoros, já se encontram no território das probabilidades e expectativas.

Assim Meyer (1970) define significado musical: "Significado musical surge quando uma situação antecedente, exigindo uma estimativa dos modos prováveis de continuação padrão, produz incerteza sobre a natureza temporal-tonal do consequente esperado (Meyer, 1970 p. 11). Uma vez, então, que desvios no curso natural da perceção-ação, trazem o evento para nível consciente, pode-se afirmar que significado e consciência encontram-se imbricados. Meyer (1956) identifica o significado segundo três diferentes estágios: hipotético, evidente e deteminado.

O *significado hipotético* surge no ato da expectativa. Encontra-se, portanto, no reino das probabilidades. No momento em que se experiencia o antecedente, vislumbra-se, probabilisticamente, um consequente de acordo com contexto musical, ou, *estilo*. Como expectaivas, podem ou não ser atendidas quando da chegada do evento real (consequente).

O *significado evidente* é gerado em função do significado hipotético, situa-se na relação entre a expectativa formada e o evento real. Uma vez que o consequente de um estímulo torna-se, no fluxo do discurso, antecedente do próximo estímulo, cada significado evidente emergente, relaciona-se com o acúmulo do desenvolvimento passado, sendo produto de toda a cadeia causal precedente. Assim, significados evidentes estão relacionados à "reavaliação do significado hipotético do estímulo inicial e da função da progressão

[14] Grifo do autor

completada em grandes contextos de frase, período ou seção. Tal avaliação torna-se a base para futuras estimativas de probabilidade e, consequentemente, para futuras expectativas (Meyer, 1970 p. 13). Nota-se nessa categoria de significado a existência de um processo de retroalimentação que molda a formação de expectativas futuras segundo erros e acertos passados, ou seja, que promove *aprendizado*.

O *significado determinado* surge fora da relação entre significado hipotético e evidente, quando a experiência musical já habita a memória, em caráter atemporal, quando todas as relações possíveis já foram estabelecidas.

A argumentação de Meyer (1956) acerca da construção de significados, aponta, em pelo menos duas vias para uma relação com a informação. Em primeiro lugar pela vinculação do significado com a incerteza. À ocorrência de um evento pouco provável é atribuída maior teor de informação do que à ocorrências mais prováveis. Um evento que ocorre exatamente como o esperado tem informação nula[15]. O segundo ponto, relaciona-se ao fato das probabilidades emergirem segundo níveis hierárquicos, em função da experiência acumulada durante o desenvolvimento musical. O significado determinado emerge da totalidade apreendida, enquanto que significados hipotéticos e evidentes formam-se no decorrer da escuta. Os significados, no entanto, não são redutíveis entre si, mas, sim, são determinados segundo diferentes hierarquias dentro do mesmo processo. A audição de um simples intervalo, por exemplo, não diz muito sobre a tonalidade da obra, mas ao desenrolar da obra, vão se estabelecendo relações que permitem a identificação de determinadas tonalidades ou modulações. Meyer (1956) oferece uma interessante analogia para exemplificação da questão. Tomando-se a sequência numérica [*2, 3, 5*], não há como aferir com precisão qual o próximo número da sequência. A sequência pode ser constituída segundo a regra onde cada último algarismo é determinado pela soma de todos os seus precedentes, de forma que, assim sendo, o próximo número seria “10”. Entretanto, cada algarismo pode ser determinado pela soma dos dois últimos, assim, o próximo número da sequência seria “8”. Tomando-se agora a sequência [*2, 3, 5, 8*], significa que a primeira hipótese (“10”) foi descartada, mas, a sequência pode ainda seguir por dois caminhos distintos. O número “8” pode ter sido determinado pelo incremento progressivo entre números sucessivos (2+1= 3; 3+2= 5; 5+3= 8). Nesse caso, o próximo número da sequência seria “12” (8+4), mas, caso a regra de determinação fosse a da

[15]Refere-se aqui a alça de retroalimentação citada na construção de “significados evidentes”. Pode-se entender esse tipo de construção como a diferença entre a expectativa formada (significado hipotético) e a ocorrência do evento real. Assim, só há aprendizado (informação) quando há incerteza e a magnitude da diferença determina a magnitude da informação (desvio em relação à expectativa, portanto, “quantidade” de aprendizado).

soma dos dois últimos números, o próximo número da sequência seria 13 (5+8). Assim, “a medida que a série se desenvolve, nossas expectativas para com os termos subsequentes tornam-se mais e mais específicas. Isso é exatamente o que acontece quando do desenvolvimento de um gesto musical” (Meyer, 1956 p. 50). Pode-se, em síntese, afirmar que, a medida em que desenvolve o processo é possível se estabelecer previsões mais acuradas entre antecedente e consequente, visto, como exemplificado, a diluição paulatina de ambiguidades.

Esse tipo de comportamento, observado na música tonal, na linguagem verbal e em outro sistemas construídos por símbolos discretos e “guiados” por probabilidades, alinha-se a preceitos da teoria da informação, sendo chamados de cadeia de Markov.

3.2 Teoria da informação

A teoria da informação nasceu como uma teoria estatística e matemática voltada para a resolução de problemas de comunicação nas áreas de telegrafia e telefonia, visando exclusivamente o *canal de comunicação;* os “sinais em sua realidade física, e ao nível puramente sintático, descartando os níveis semântico e pragmático (Pignatari, 1982 p. 17). Assim, as aproximações a partir da teoria devem ser entendidas, a princípio, unicamente pela manipulação de signos, sendo qualquer atribuição semântica construída a posteriori.

O conceito de informação pressupõe escolha. A construção de uma mensagem implica, assim, a seleção de sinais de uma fonte dispostos em determinada sequência.

Shannon (1948) em seu seminal artigo “Teoria matemática da comunicação[16]” fornece um exemplo ilustrativo do processo de geração de sequência, segundo manipulação estatística dos símbolos, descrito a seguir:

(A) Suponha-se que tenhamos cinco letras “A,B,C,D,E”, as quais são escolhidas com probabilidade 0.2, sendo as sucessivas escolhas independentes. Isso levará a uma sequência como a que segue[17]:

B D C B C E C C C A D C B D D A A E C E E A
A B B D A E E C A C E E B A E E C B C E A D

[16]“A Mathematical theory of commnication”
[17] A sequência foi construída com o uso de uma tabela de números randômicos. (indicado no texto original)

(B) Utilizando as mesmas cinco letras, alteremos as probabilidades para 0.4, 0.1, 0.2, 0.2 e 0.1, respectivamente, com escolhas sucessivas independentes. Uma mensagem típica dessa fonte é:

A A A C D C B D C E A A D A D A C E D A
E A D C A B E D A D D C E C A A A A A D

(C) Uma estrutura mais complicada é obtida se símbolos sucessivos não são escolhidos independentemente, mas com suas probabilidades dependentes das letras precedentes. Como exemplo específico, suponhamos três letras com as tabelas de probabilidade[18]:

$p_i(j)$		j A	j B	j C
i	A	0	$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{5}$
	B	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	0
	C	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{10}$

i	$p(i)$
A	$\frac{9}{27}$
B	$\frac{16}{27}$
C	$\frac{2}{27}$

$p(i, j)$		j A	j B	j C
i	A	0	$\frac{4}{15}$	$\frac{1}{15}$
	B	$\frac{8}{27}$	$\frac{8}{27}$	0
	C	$\frac{1}{27}$	$\frac{4}{135}$	$\frac{1}{135}$

A mensagem típica dessa fonte é a seguinte:

A B B A B A B A B A B A B A B B B A B B B B B A B
A B A B A B A B B B A C A C A B B A B B B B A B B
A B A C B B B A B A

(D) Processos estocásticos também podem ser definidos para produzir um texto consistindo em uma sequência de “palavras”. Suponhamos haver 5 letras A,B,C,D,E e 16 “palavras” em uma linguagem com probabilidades associadas:

0.10 A	0.16 BEBE	0.11 CABED	0.04 DEB
0.04 ADEB	0.04 BED	0.05 CEED	0.15 DEED
0.05 ADEE	0.02 BEED	0.08 DAB	0.01 EAB
0.01 BADD	0.05 CA	0.04 DAD	0.05 EE

Suponha-se sucessivas “palavras” escolhidas independentemente e separadas por espaço. Uma mensagem típica pode ser:

DAB EE A BEBE DEED DEB ADEE ADEE EE DEB BEBE

[18] *p_i – probabilidade de ocorrência de “i”*
$p_i(j)$ – probabilidade de i ser seguido de j (transicional)
P (i,j) – probabilidade de ocorrência do digrama ij

BEBE BEBE ADEE BED DEED DEED CEED ADEE A DEDD

DEED BEBE CABED BEBE BED DAB DEED ADEB

Se todas as palavras são de tamanho finito, esse processo é equivalente ao do tipo precedente, mas a descrição pode ser mais simples em termos de estrutura de palavra e probabilidades. Podemos também generalizar aqui e introduzir probabilidade transicional entre palavras, etc (Shannon, 1948).

Os casos exemplificados foram construídos tal qual linguagens artificiais, com a probabilidade de ocorrência de signos ou palavras de acordo com a conveniência a que se presta a construção. Na linguagem real, assim como na música, as probabilidades de ocorrência são determinadas segundo a língua e estilo, respectivamente. Há ainda que se considerar as probabilidades transicionais nas diferentes hierarquias dos sistemas. Assim, na língua inglesa, por exemplo, a letra “t”, tem maior probabilidade de ser seguida pela letra “h”, do que por outra letra “t”. Na língua portuguesa, a letra “q”, tem maior probabilidade de ser seguida pela letra “u”, do que por outra vogal qualquer. O correlato na música tonal seria, por exemplo, a maior probabilidade de grandes saltos intervalares serem seguidos por pequenos intervalos em direção oposta, do que por grandes intervalos na mesma direção. A relação entre os componentes internos do sistema deve ser observada em diversos níveis hierárquicos, assim, na linguagem, entre palavras, sentenças, etc, e, na música tonal, entre frases, períodos e seções, por exemplo.

Shannon (1948) fornece um segundo exemplo em que utiliza o alfabeto e as probabilidades transicionais da língua inglesa em diferentes níveis hierárquicos. A medida que são tomados níveis hierárquicos mais elevados, pode-se, observar, paulatinamente, o surgimento de aspectos da linguagem. No exemplo, são utilizados 27 símbolos do alfabeto, sendo as 26 letras e o espaço:

1. Aproximação de ordem zero (símbolos independentes e equiprováveis)

XFOML RXKHRJFFJUJ ZLPWCFWKCYJ

FFJEYVKCQSGXYD QPAAMKBZAACIBZLHJQD

2. Aproximação de primeira ordem (símbolos independentes mas com frequências de ocorrência da língua inglesa)

OCRO HLI RGWR NMIELWIS EU LL NBNESEBYA TH EEI

ALHENHTTPA OOBTTVA NAH BRL

3. Aproximação de segunda ordem (digrama, como na língua inglesa)

ON IE ANTSOUTINYS ARE T INCTORE ST BE S DEAMY
ACHIN D ILONASIVE TUCOOWE AT TEASONARE FUSO
TIZIN ANDY TOBE SEACE CTISBE

4. Aproximação de terceira ordem (trigrama, como na língua inglesa)

IN NO IST LAT WHEY CRATICI FROURE BIRS GROCID
PONDENOME OF DEMONSTURES OF THE REPTAGIN IS
REGOACTIONA OF CRE

5. Aproximação de primeira ordem de palavras. Mais do que continuar com tetragrama, … , n-grama, é mais fácil e melhor saltar neste ponto para unidades de palavras. Aqui, palavras são escolhidas independentemente, mas com as frequências de ocorrência apropriadas.

REPRESENTING AND SPEEDILY IS AN GOOD APT OR
COME CAN DIFFERENT NATURAL HERE HE THE A IN
CAME THE TO OF TO EXPERT GRAY COME TO FURNISHES
THE LINE MESSAGE HAD BE THESE.

6. Aproximação de segunda ordem de palavra. As probabilidades transicionais das palavras são corretas, mas nenhuma estrutura adicional foi incluída.

THE HEAD AND IN FRONTAL ATTACK ON AN ENGLISH
WRITER THAT THE CHARACTER OF THIS POINT IS
THEREFORE ANOTHER METHOD FOR THE LETTERS
THAT THE TIME OF WHO EVER TOLD THE PROBLEM
FOR AN UNEXPECTED

A elevação da ordem, ou seja, da relação entre o símbolo presente e os precedentes, implica elevação da organização do sistema, que, posto em outros termos, significa redução

de entropia[19]. Assim, a medida em que se reduz a entropia vão surgindo diferenciações, entes distinguíveis, ou seja, informação. Daí o gradativo aumento de semelhanças com a língua inglesa quando do aumento da interdependência entre símbolos utilizados.

A diminuição da entropia, então, leva o sistema de um estado menos provável à um estado mais provável, aumentando assim, a previsibilidade durante o desenvolvimento do processo de comunicação, o que implica, na música, na perda paulatina de significações, segundo os conceitos de Meyer (1956). Depreende, portanto, daí, o fato dos *desvios* causarem diferentes influências quando introduzidos em diferentes pontos do desenrolar do discurso musical e, portanto, a preferência dos compositores na introdução de *desvios* e *retardos*, em finais de frase ou em pontos onde, por exemplo, o desenho melódico já tenha sido estabelecido (Meyer, 1956) de forma a se obter a magnificação do efeito do desvio (portanto, incremento de significado evidente).

A organização que permita comunicação pressupõe a dependência de regras, como, por exemplo as regras de sintaxe. Tais regras, entretanto, introduzem redundância na mensagem.

> "A redundância pode ser entendida simplesmente como repetição; é causada por um excesso de regras que confere à comunicação um certo coeficiente de segurança, ou seja, comunica a mesma informação mais do que uma única vez e, eventualmente, de modos diferentes. De outro lado, quanto maior a redundância, maior a previsibilidade, isto é, sinal redundante é sinal previsível. A redundância introduz no sistema uma certa capacidade de absorção de ruído e de prevenção do erro: por exemplo, quando queremos certificar-nos do acerto de uma operação aritmética, nós a repetimos" (Pignatari, 1982 p. 49).

Grant (2001) exemplifica, redundância, informação e entropia:

(1) Tomando-se a sequência:

blablablablablablablablablablablablabla

Espera-se que o sistema acima, caso continue, desenvolva-se do mesmo modo, de forma que, a partir de um certo ponto, não há mais informação. Este exemplo, então, representa redundância.

(2) Em contraste, na sequência:

[19] O conceito de entropia é oriundo da termodinâmica, e surgiu para indicar a medida estatística de perda de energia em certos processos físicos irreversíveis, sendo generalizado por Norbert Wiener para a relação com a informação (Pignatari, 1982).

bla urg mm há oo err eek um aah tsch huh oh ng shh

não há regularidade que permita inferência de significado. Este é um caso onde a entropia é máxima e, portanto, a redundância é zero.

(3) Entretanto, na sequência:

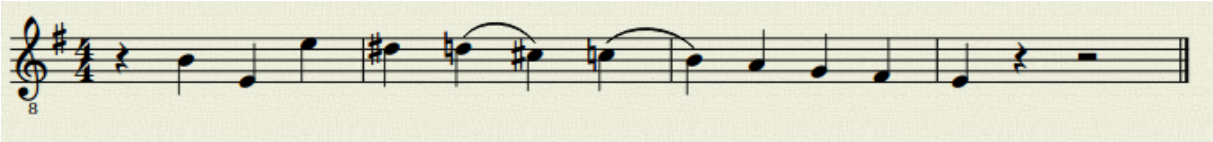
blablablablablablaeekblablablablablabla

o “eek” carrega grande quantidade de informação, uma vez que quebra o padrão estabelecido pelos “blas” que estabelecem um teor de redundância que cria um nível ótimo de informação quando do surgimento do “eek”.

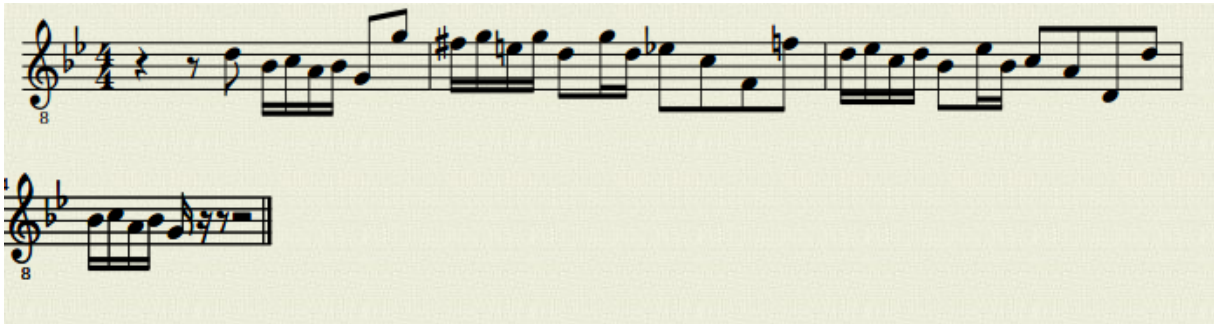
A redundância, segundo Meyer (1970) é importante na comunicação musical por permitir a emergência dos hábitos perceptuais do ouvinte, ainda que por curtos períodos de tempo, e a partir destes, a avaliação do material musical no decorrer da escuta. Sua ação na absorção de ruídos é também destacada, sendo os ruídos presentes na comunicação musical classificados segundo dois tipos distintos: ruídos acústicos e culturais. O ruídos acústicos são de ordem física, como os ecos ou distorções acústicas causadas pela difusão sonora. Os ruídos culturais, estes, de especial interesse, podem ser encarados como a disparidade entre os hábitos de escuta incorporados pelo ouvinte os os necessários para a fruição de determinado estilo.

Pensar a música no âmbito da comunicação, implica, implicitamente, pensar o que e como a música comunica; preceitos intimamente correlacionados a sistemas de valor atribuídos à música (Meyer, 1970). Embora o julgamento de valor musical seja prática constante[20] (passando, em geral, despercebido), estabelecer um método objetivo, capaz de dar conta de tais julgamentos, não é tarefa fácil.

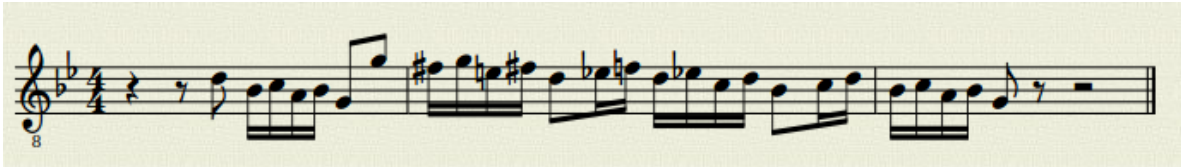
Meyer (1970), no entanto, fornece um exemplo musical que aponta nesse sentido. São utilizados dois trechos musicais, sujeitos de fugas. O primeiro, do “Concerto Grosso Op. 3 No. 3 de Geminiani e o segundo, do Prelúdio e Fuga em G menor para órgão, de Bach.



[20] Meyer (1970) observa que, individualmente, escolhemos nosso repertório de escuta, assim como professores de música utilizam determinadas obras em detrimento de outras. Em ambos os casos há implicação direta de julgamento de valor.



Observa-se que ambos os temas possuem estruturas melódicas similares. Ambos iniciam-se no quinto grau da escala, movem-se para a tônica[21] e saltam uma oitava, criando então, segundo Meyer (1967), um sentido de incompletitude melódica que é reafirmado pela instabilidade rítmica do trecho, já que a oitava da tônica, em ambos os casos, situa-se no tempo fraco, desta forma, tendendo à estabilidade do tempo forte. Assim, espera-se pelo movimento descendente que alcance a estabilidade na tônica, o que é realizado em ambos os casos, com, no entanto, significativas diferenças: " O tema de Bach, move-se em direção descendente lentamente, com atrasos e diversões temporárias através de regiões harmonicamente relacionadas (Meyer, 1970 p. 25)", enquanto que o tema de Geminiani, move-se quase que diretamente ao consequente esperado, como um clichê musical. Meyer (1970) então reescreve o tema de Bach eliminado os elementos de criatividade, evidenciando assim, o papel dos atrasos e diversões empregadas no julgamento de valor e aproximando o tema de Bach ao de Geminiani:



A partir da análise dos trechos acima, Meyer (1970) afirma que (1) uma melodia ou trabalho que não estabeleça tendências, não é provido de valor. (2) Se o objetivo provável for alcançado da forma mais provável, este terá pouco ou nenhum valor. (3) Se o objetivo não é nunca alcançado, ou é dissipado por movimentos irrelevantes, o valor tende a ser mínimo.

A asserções encontram-se amparadas diretamente nos preceitos da teoria da informação, ligando valor à quantidade de informação e, assim, indiretamente, à inventividade compositiva no que diz respeito ao estabelecimento de desvios e obstáculos ao fluxo estatísitco natural de um sistema governado por cadeias de Markov. Nesse sentido, e, segundo

[21]No trecho de Bach, através do terceiro grau da escala.

a proposta formalista de escuta, fruição estaria diretamente ligada à formação de expectativas e quantidade de informação.

No capítulo que segue, será apresentada a teoria da expectativa “ITPRA”, formulada por David Huron, ponto de partida para a análise de mecanismos neurais subjacentes à escuta musical.

4. Teoria “ITPRA” - Um modelo de formação de expectativas.

A possibilidade de formação de expectativas pode ser encarada como um vantajoso mecanismo evolutivo. A interação com o meio, paulatinamente, molda redes causais baseadas em regularidades, aprimorando constantemente as relações individuais de estímulo-resposta, melhorando a eficácia em determinadas tarefas, e favorecendo, na sua essência, a preservação e manutenção de espécies. O presente capítulo discutirá alguns aspectos da apropriação, pela música tonal, de tais mecanismos e apresentará a proposição de um modelo geral de expectativa de David Huron que servirá como base para as discussões posteriores.

4. 1 Expectativas - raízes evolutivas e seu papel na música tonal

A predição do acontecimento de um evento permite preparação para reação adequada a ele e, consequentemente, aumento da chance de obtenção de sucesso na tarefa solicitada. No curso da evolução, a linhagem humana vem adquirindo respostas estereotipadas a diversos tipos de estímulo. A audição de um estrondo inesperado, por exemplo, desencadeia uma série de respostas nervosas que têm como um dos resultados comportamentais, a reação motora. Num ambiente dotado de atmosfera, onde deslocamentos materiais provocam deslocamentos gasosos e, por conseguinte, sons, a resposta motora ao som é de grande utilidade, já que pode, por exemplo, promover o aumento das chances de fuga de um predador uma vez que a sua presença pode ser antecipada pela audição (Levitin, 2010).

Evolutivamente, foram desenvolvidos mecanismos que respondem a parâmetros adquiridos via aprendizado enquanto que outros fixaram-se como mecanismos inatos, provavelmente moldados no curso da evolução em função da constância de ocorrência de determinados eventos ambientais.

Shore (1996) chama atenção para o fato de que, dentre os primatas, somente o sistema nervoso humano continua a se desenvolver após o nascimento com as mesmas taxas uterinas, sendo que três quartos do cérebro se desenvolve em relação direta com o meio externo. A maturidade do sistema nervoso, no entanto, só se completa na puberdade. “Evolution has equipped our especies with an ecological brain, dependent throughout its life on environmental input (Shore, 1996 p. 3)”.

Os mecanismos inatos são pouco moldáveis e respondem de forma contínua, ainda que o estímulo indutor seja inócuo. Um som musical de alta intensidade não representa perigo,

mas, ainda assim, faz mobilizar os mesmos mecanismos que um som que de fato represente ameaça. Por outro lado, um som identificado como de fato ameaçador deflagra um processo de expectativa.

A expectativa, de modo geral, funciona no sentido de direcionar recursos. Como exemplo:

Um dos truques utilizados por um batedor de pênaltis no futebol, é o de olhar para um lado e chutar para o outro. O goleiro lida, nessa situação, com dois parâmetros: o local no espaço que a bola deverá atingir, e o momento em que o fará. Uma vez que o goleiro tem contato visual com o batedor, se beneficia do fator temporal, já que enxerga o momento em que o jogador chuta a bola. Por outro lado, se, ao chutar a bola, o batedor olhar para a direção que irá chutar, o goleiro receberá uma dica preciosa, pois poderá mobilizar toda a sua atenção para uma única região do espaço, aumentando sua chance de sucesso na defesa. A expectativa é caracterizada especialmente entre o momento em que o jogador bate na bola e o momento em que a bola de fato atinge seu alvo. O momento anterior ao bater na bola, também pode ser caracterizado como parte da expectativa, mas marcadamente por um período de tensão.

No caso exemplificado, a expectativa é construída sobre dois parâmetros: o espacial, que pode ser chamado de “onde”, e o temporal, que pode ser chamado de “quando”.

A expectativa em música, especialmente em música tonal, pode ser encarada de forma similar ao exemplo do pênalti, levando-se em conta alguns fatores. Na música, as expectativas são geradas em fluxo contínuo, podendo ser encaradas em diversas instâncias, como a relação entre as notas, entre as frases ou entre períodos inteiros, seções, etc. A expectativa da “próxima nota” enquadra-se em um terceiro parâmetro, este, discriminatório. Espera-se por uma altura musical qualquer (balizada, na música tonal, pelo contexto harmônico), podendo ser esse parâmetro chamado de “o quê”.

A expectativa da altura está, no entanto, condicionada a um determinado momento no tempo, definido pela rítmica.

Embora o aparelho auditivo humano possua capacidade acurada para o processamento de localização espacial, esse aspecto foi, de modo geral, pouco explorado pela música tonal. A própria notação musical[22] acaba por evidenciar a prioridade na utilização de tempo e alturas distintas sobre outros possíveis parâmetros. Analiticamente, pode-se pensar o pentagrama como um sistema cartesiano, onde alturas discretas são distribuídas ao longo do tempo.

[22]Refere-se, aqui, à notação tradicional.

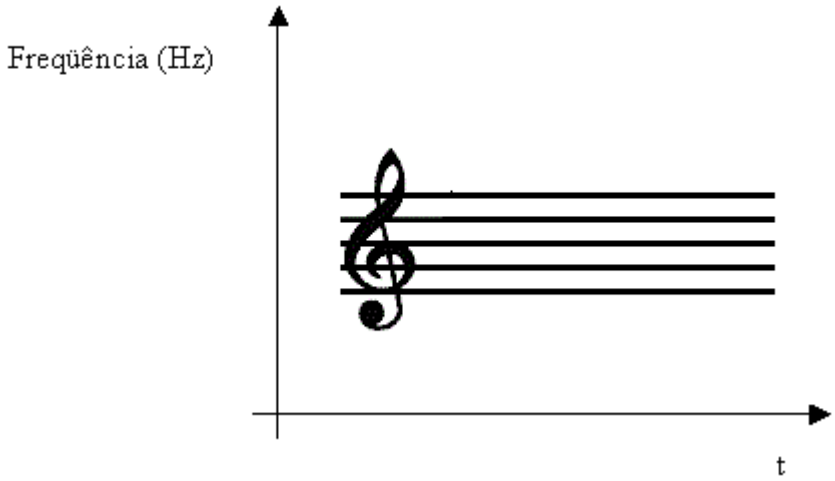


Figura 1 – pentagrama pensado como sistema cartesiano[23]

Tendo em vista a utilização exígua do parâmetro "onde" pela música tonal, as pesquisas em expectativa musical via de regra têm como foco expectativas relacionadas a "quando" e a "o quê".

4.2 Revisita a Leonard Meyer

As proposições de Meyer (1956) demonstram uma estrutura lógica convincente, mas sua argumentação, no entanto, foi construída sobre parâmetros pouco precisos, visto haver, na época de suas formulações, poucas evidências empíricas capazes sustentá-las.

Em 2005, Menon e Levitin, utilizando técnicas de imageamento, mostraram, pela primeira vez, que o ato de ouvir música, modula intensamente a atividade na rede de estruturas mesolímbicas envolvidas no processo de recompensa, incluindo o núcleo acumbente (NAc) e a área ventral tegmental (VTA), bem como o hipotálamo e ínsula que parecem estar envolvidos na regulação autonômica e nas respostas à recompensa e estímulos emocionais (Menon e Levitin, 2005). O resultado dessa pesquisa, juntamente com o desenvolvimento contínuo das ciências cognitivas possibilitaram a compreensão mais efetiva de diversos fatores ligados à apreensão e fruição musical.

David Huron (2007) propõe em "Sweet anticipation" a revisita aos tópicos apontados por Meyer (1956) sob a luz do conhecimento hodierno e, para tal, tem como ponto de partida

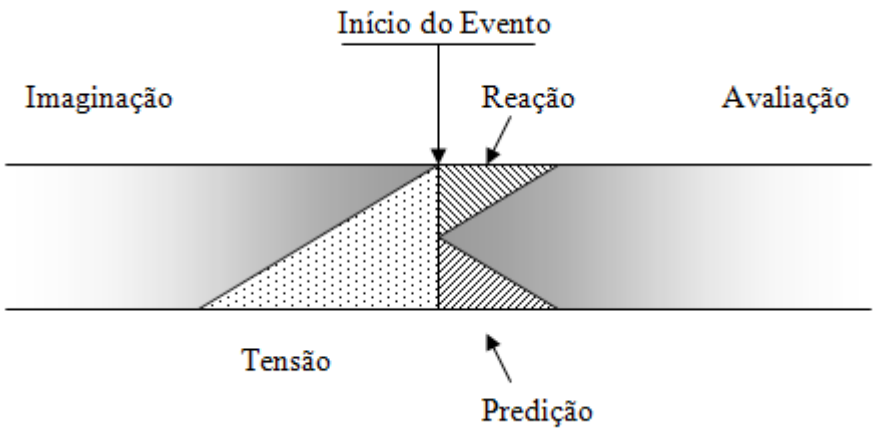
[23]Modificado de Cardoso (2007)

uma teoria de expectativas (ITPRA) envolvendo cinco processos fisiológicos funcionalmente distintos, cada qual servindo a uma diferente função biológica sendo as respostas causadas por: imaginação, tensão, predição, reação e avaliação. A sigla "ITPRA[24]" nasce do acrônimo dos cinco sistemas.

Resumidamente, a função biológica descrita para cada sistema de resposta é: (1) *imaginação*[25]: motivar o organismo a incrementar a probabilidade de futuros resultados positivos; (2) *tensão*: preparar o organismo, adequando atenção e excitação para relacionar o nível de incerteza e importância do evento iminente; (3) *predição*: prover reforços positivos e negativos que incentivem expectativas precisas. (4) *reação*: abordar o pior caso possível gerando uma resposta protetora imediata; (5) *avaliação*: prover reforço positivo e negativo relacionados ao valor de diferentes estados biológicos. "Todos esses objetivos são biologicamente adaptativos" (Huron, 2007).

Os sistemas de resposta propostos são organizados no tempo de acordo com o diagrama:

Figura 2 – Diagrama esquemático da teoria de expectativa "ITPRA"[26]



Segundo Huron (2007), o processo de *imaginação*, mostrado na extremidade aberta do lado esquerdo, pode, de um modo geral, durar longos períodos de tempo, uma vez que é responsável pelo planejamento, pela prospecção de uma ação, podendo moldar e avaliar

[24] A sigla ITPRA surge do acrônimo das respostas na língua inglesa: imagination, tension, prediction, reaction, appraisal.
[25] Os termos imaginação, tensão, predição, reação e avaliação serão grafados em itálico sempre que se referirem à teoria "ITPRA"
[26]Modificado de Huron (2007)

tantas quantas forem as hipóteses necessárias para obtenção de uma resposta positiva. Na vida cotidiana, o planejamento da própria carreira, por exemplo, está associado a esse processo, podendo durar meses ou até mesmo, anos. Da mesma forma o processo de avaliação, representado na outra extremidade aberta, pode também perdurar por longos períodos.

A tensão está relacionada diretamente à iminência do evento. À medida que o evento se aproxima temporalmente, o organismo é preparado para responder de forma adequada, por meio de uma resposta corporal condizente com a predição e também com o direcionamento atencional necessário.

Uma vez iniciado o evento, três respostas simultâneas são acionadas. A *reação* fornece resposta rápida para "o pior caso possível" (Huron, 2007), como a retirada de uma parte do corpo que toca uma superfície quente, por exemplo. A ação desencadeada poderá, por sua vez, ser readequada pelo mecanismo de *avaliação*, cuja resposta é mais lenta, porém, mais precisa. O mecanismo de predição atua no sentido de avaliar, "recompensando" as predições corretas e "punindo" as predições mal adaptativas.

O mecanismo de *predição*, é parte fundamental no processo de moldagem estatística das respostas. O processo de "recompensa" e "punição" tem como importante neuromodulador a dopamina. Estudos de condicionamento clássico, nos quais as células responsivas à dopamina foram monitoradas, mostraram respostas convincentes de sua atuação em situações de expectativa.

A característica das respostas sugere que a dopamina seja responsável pela alteração da força sináptica nos circuitos envolvidos. Salvas sincronizadas seriam responsáveis pelo aumento da força sináptica, enquanto que a depreciação do neuromodulador seria responsável pelo enfraquecimento da força sináptica, diminuindo a possibilidade de respostas mal sucedidas ocorrerem novamente.

Os processos de *reação* e *avaliação* encontram-se intimamente relacionados. Respostas rápidas são extremamente úteis em termos adaptativos, mas são bastante imprecisas, reagindo de forma estereotipada a quaisquer eventos que *pareçam* representar risco. Esse tipo de resposta se mostra bastante eficaz, uma vez que é preferível responder erroneamente (preventivamente) por diversas vezes, do que não responder no momento onde o risco existe de fato. A avaliação mais acurada exige tempo, e o fator tempo por muitas vezes é crucial para a proteção do organismo. Uma análise mais precisa é feita, no entanto, pelo mecanismo de *avaliação* podendo modular ou mesmo reverter a ação previamente

estabelecida pela *reação*. A razão para as características próprias das duas respostas em questão seria a existência de duas vias anatomicamente distintas de avaliação de respostas.

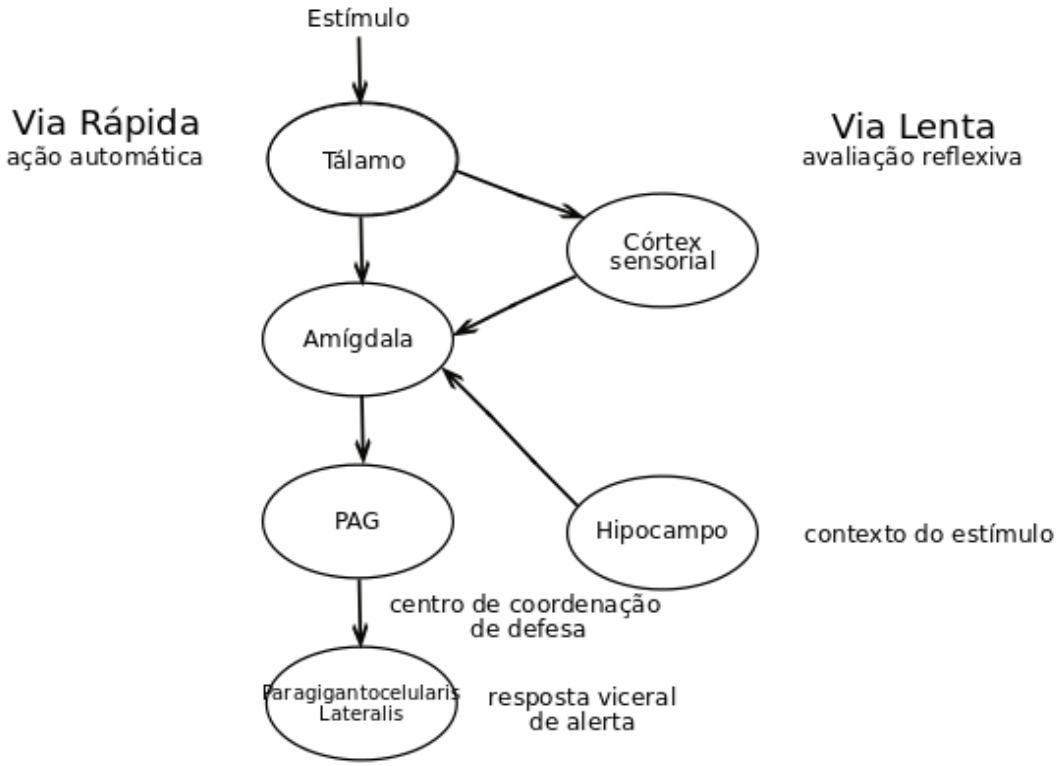


Figura 3 – Diagrama esquemático dos mecanismos cerebrais envolvidos na resposta ao medo. [27]

A ação paralela de ambas as vias seria responsável pelas reações comportamentais à surpresa. A audição de um estrondo inesperado, como citado no início do capítulo, faz disparar uma série de reações comportamentais como por exemplo, aumento da frequência cardíaca, sudorese e aumento do fluxo sanguíneo nos membros periféricos. Essas primeiras respostas seriam ocasionadas pelo processamento do estímulo (estrondo) pela "via rápida", ou seja, pelo processo de *reação* da ITPRA. A via tem como característica, respostas nos primeiros 150ms após o evento (Huron, 2007). O estímulo, entretanto, pode não ser nocivo, como no caso do som musical. O processo de *avaliação*, que foi disparado simultaneamente com a *reação* ao início do estímulo, entraria, então, em ação no intuito de corrigir a ação

[27]Modificado de Huron (2007)

automática deflagrada pela "via rápida". A *avaliação* é fruto de um maior processamento, utilizando hipocampo e córtices sensoriais, o que faz com que sua resposta seja mais lenta, mas, no entanto, mais precisa. No caso da *avaliação* contrariar a *reação*, a ação inibitória sobre a amígdala, bloqueia o prosseguimento da ação preparada pela *reação*.

A eminência de riscos provoca nos organismos três reações clássicas: luta, fuga, e congelamento. O início de cada uma dessas reações pela "via rápida" pode ser bloqueado, no entanto, pela "via lenta". Essa discrepância entre a reação automática e a avaliação mais acurada é o que caracteriza a "surpresa".

Huron (2007), curiosamente, relaciona, de forma especulativa, luta, fuga e congelamento à frisson, riso e reverência[28], respectivamente. A resposta de luta inicia-se com uma postura agressiva e ameaçadora. A piloereção característica, comum entre o estado de luta e o frisson, sugere a ligação entre ambos. A resposta de fuga tem como característica o incremento da excitação bem como mudanças respiratórias, compartilhadas também pelo riso. O congelamento caracteriza-se pela imobilização motora concomitante à retenção de ar nos pulmões, relacionando-se ao estado de reverência. Ao criar sons que evocam riso, reverência e frisson, os músicos estariam explorando a "biologia do pessimismo", uma vez que, inicialmente, um evento é interpretado pela "via rápida" como negativo (falha na previsão do evento) e, a avaliação posterior da "via lenta", bloqueando as reações iniciais de fuga, luta e congelamento, seria causadora dos estados de frisson, riso e reverência.

Em última instância, o medo seria elemento fundamental nesse processo, já que seria evocado, ainda que por curto espaço de tempo, entre o comportamento inicial e seu bloqueio pela "via lenta".

> Como a via rápida nunca baixa a guarda, músicos podem contar com os sons para evocar praticamente a mesma resposta a cada vez que a música é ouvida. Se a via rápida não fosse tão "cabeça dura" na interpretação pessimista da surpresa, músicas familiares deveriam , rapidamente, perder seu poder de evocar frisson, riso e reverência. Obviamente, a escuta muda com a exposição. Mas a via rápida responde primariamente baseada em expectativas esquemáticas, e esses esquemas mudam somente com exposição extensiva (Huron, 2007 p. 36)."[29]

[28] O termo utilizado pelo autor, em inglês, é "awe", descrito como uma mescla de admiração e medo.

[29] Because the fast-track brain never lowers it guard, musicians can rely on sounds to evoke pretty much to same response each time the music is heard. If the fast-track brain weren't so pig-headed in it pessimistic interpretation of surprise, then familiar musical works would rapidly lose their power to evoke the emotions of frisson, laughter, or awe. Of course, listening does change with exposure. But the fast-track brain respond primarily based on schematic expectations, and these schemas change only with extensive exposure.

Huron (2007) apresenta mecanismos gerais, inatos, de extrema importância do ponto de vista evolutivo, ao ponto de reivindicar o reconhecimento da expectativa como um dos sentidos humanos: o sentido de futuro.

Os mecanismos responsáveis por predição e respostas ao medo, no entanto, são mecanismos evolutivamente antigos, provavelmente anteriores até à formação da consciência, que, possivelmente, devido a eficácia de ação, foram mantidos. Assim, as novas funções derivadas do desenvolvimento posterior do sistema nervoso, desenvolveram-se assentadas sobre essas porções mais antigas do encéfalo.

Naturalmente, após o surgimento da cultura que, do ponto de vista biológico pode ser vista, dentro de certos limites, como uma forma de adaptação (Helene e Xavier, 2007), é razoável supor que novas funções, ainda que extremamente complexas como a comunicação intraespecífica e a música, viriam a compartilhar dos mesmos mecanismos utilizados, anteriormente, para funções basais de sobrevivência e conservação da espécie.

O próximo capítulo será dedicado à compreensão dos mecanismos de recompensa, responsáveis, entre outras coisas, pela predição, e que, no estudo Menon e Levitin (2005) apresentaram ativação durante a escuta passiva de música tonal.

5. Mecanismos de recompensa

O capítulo anterior apresentou um modelo geral de expectativa apontando para possíveis relações com aspectos específicos da fruição musical. A ideia de formação de expectativas pressupõe a existência de regularidade, já que expectativas são construídas com base na exposição ao meio, pela apreensão de invariâncias, podendo assim ser modeladas estatisticamente.

No primeiro capítulo foram apresentadas, da mesma forma, propostas de fruição e análise da música tonal balizadas por conceitos estatísticos.

Em ambos os casos está se tratando a relação de apreensão estatística segundo respostas comportamentais. Cabe então investigar sobre que base se constroem tais comportamentos.

O presente capítulo tem por objetivo investigar níveis elementares de constituição nervosa, buscando a compreensão do funcionamento dos mecanismos de recompensa, bem como a identificação, no mais baixo nível do sistema nervoso, por assim dizer, neuronal, algum tipo de comportamento estatístico capaz de suportar a construção de comportamentos complexos e, assim, se relacionar à proposições musicológicas baseadas em sistemas probabilísticos.

5.1- Aprendizado, predição e hedonismo

O fluxo de novas informações a respeito do sistema nervoso transforma, paulatinamente, a maneira de interpretá-lo. O cérebro já foi visto como um espelho da realidade exterior e também como um intérprete. Diversos campos das neurociências começam a enxergá-lo agora como um preditor (Nobre, Correa e Coull, 2007).

Os mecanismos de predição-recompensa estão intimamente ligados a aspectos motivacionais e hedônicos. Por outro lado, algumas correntes enxergam o aprendizado em humanos e não humanos como um tipo de predição envolvendo a diferença entre a predição e o evento real e o sistema de recompensa (Hollerman, J. R., Schultz, W., 1998).

O sistema de recompensa envolve múltiplos componentes psicológicos mediados por substratos neurais parcialmente dissociáveis, sendo os três principais: afeto (prazer), motivação e aprendizado. Sinteticamente tem-se: (1) o *afeto* como o componente hedônico do sistema de recompensa, podendo ser ou não revelado à consciência. (2) o processo

motivacional de recompensa pode também ser consciente, como para objetivos cognitivos, ou inconscientes. (3) O *aprendizado* inclui projeções e associações baseadas em experiências do passado, incluindo predições cognitivas explícitas e conhecimento implícito, assim como condicionamento associativo (Berridge, K.C., Kingelbach, M. L., 2008).

O córtex orbitofrontal é uma importante região responsável pelo processamento de recompensa e punição (Kringelbach, M. L., Rolls, E.T., 2004) sendo indicado como um importante centro de integração sensorial, processamento emocional e experiências hedônicas, além de estar envolvido em expectativa e procedimentos de tomada de decisão (Kringelbach, M. L., 2005).

Kringelbach (2005) propõe um modelo da neuroanatomia funcional do córtex orbitofrontal:

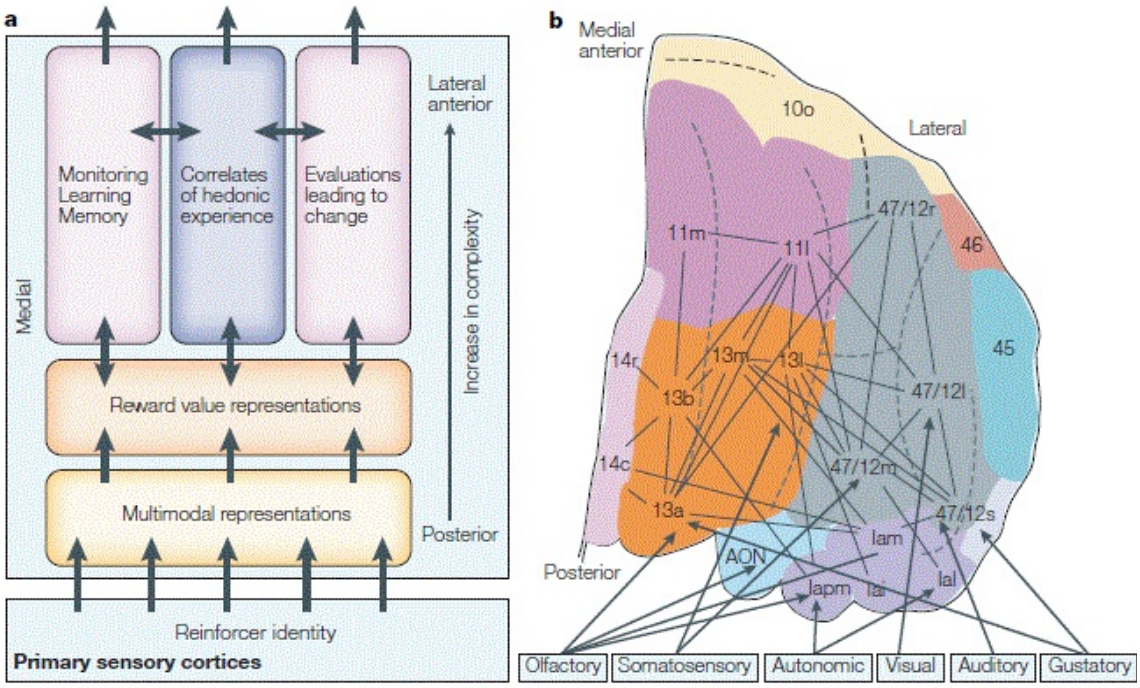


Figura 4 – modelo de função do córtex orbitofrontal (Kringelbach, 2005)

Como pode ser observado na figura, intenso fluxo de informações trafega entre as várias regiões do córtex orbitofrontal. Fluxo recíproco também ocorre entre esta e outras regiões do cérebro, incluindo córtex insular, cingulado anterior, núcleo acumbente, ventral pallidum e amígdala (Berridge, K. C., 2008).

Diversas informações sobre recompensa são “canalizadas” pela via núcleo acumbente – ventral pallidum. Dados recentes evidenciam uma multiplicidade de sistemas de controle incluindo “loops” que levam ponto a ponto sinais recíprocos através de sub-regiões do córtex pré frontal – núcleo acumbente – ventral pallidum – tálamo (Smith, K. S., Berridge, K. C. e Aldridge, W. 2011).

Smith et al. (2011) mostraram ainda que sinais relativos a comportamentos hedônicos e motivacionais para uma recompensa doce são modulados e percorrem vias distintas dos sinais das predições Pavlovianas (aprendizado) no circuito núcleo acumbente – ventral pallidum.

Efeitos de lesões, bloqueamento de receptores, auto-estimulação elétrica e drogas recreativas sugerem que os sistemas dopaminérgicos mesoencefálicos estão envolvidos no processamento de recompensa e comportamento de aprendizado (Schultz, W. 1998).

5.2 Aprendizado

A possibilidade de armazenar características do ambiente externo, bem como traços de invariância no decorrer do tempo, capacita o organismo a efetuar previsões. Manter informações do meio permite ao organismo a leitura do ambiente de forma, ao mesmo tempo, eficaz e pouco custosa energeticamente, já que a percepção total do meio pode ser feita simplesmente pela atualização dos dados armazenados e a análise paulatina das pequenas mudanças permite a aferição probabilística de invariâncias, permitindo predição de futuros eventos.

“Essa fundamental propriedade de previsões leva ao visível fenômeno do aprendizado definido como mudanças comportamentais baseadas na atualização das predições" (Schultz, 2010 p. 2). Os erros de predição, discrepância entre o evento real e o predito, são fundamentais no condicionamento operante e Pavloviano (Schultz W., 2010).

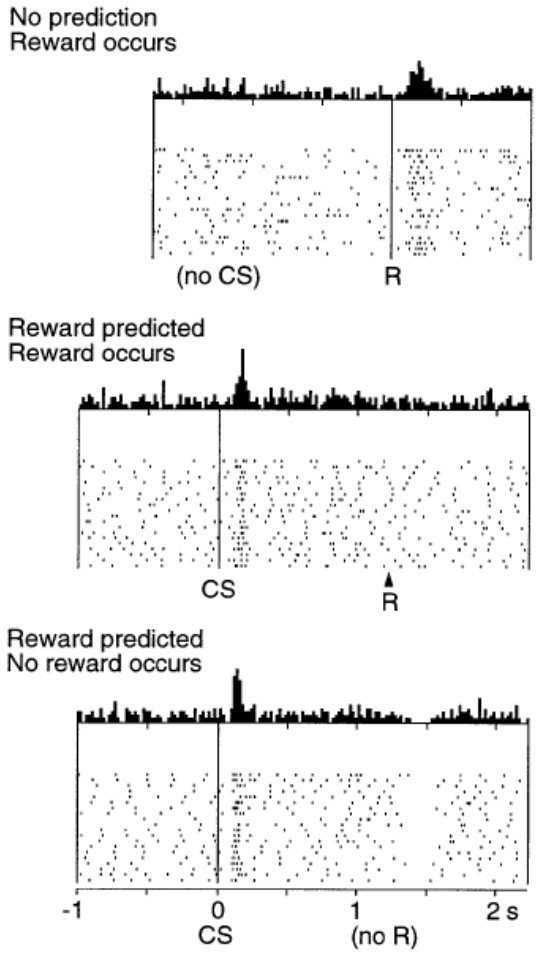
Acredita-se que a estimativa de erro, entre o evento presente e o evento previsto, em sua magnitude, seja codificada pela atividade fásica de neurônios dopaminérgicos mesoencefálicos, utilizados para guiar o aprendizado. Acredita-se, que esse tipo de combinação de sinais ajuste, quantitativamente, as forças sinápticas até que os eventos passem a ser previstos com acurácia (Glimcher, P. W. 2011).

Cerca de 75% dos neurônios dopaminérgicos mostram ativação fásica em animais quando líquido é levado a sua boca (sem ligação específica com nenhuma tarefa), quando

tocam uma porção de alimento em atividade exploratória, ou, durante fase de aprendizado de tarefas Pavlovianas ou instrumentais. Neurônios dopaminérgicos parecem não distinguir entre recompensa por meio de alimento ou líquido, por exemplo, mas distinguem entre recompensa e não recompensa (Schultz W., 2002).

A atividade neuronal baseia-se no movimento de íons para dentro e para fora da célula. Assim, são estabelecidos pequenos fluxos de corrente elétrica que podem ser medidos pela introdução de microeletrodos no interior ou adjacências da célula, permitindo a monitoração e registro da atividade de células individualmente.

Pode-se observar, na figura abaixo, o comportamento de neurônios dopaminérgicos mesoencefálicos de macacos sinalizando erro de predição de recompensa:



A. Gota de líquido ocorre sem predição de recompensa. Ocorrência de recompensa representa um 'erro positivo" de predição de recompensa.

B. Estímulo condicionado prediz recompensa e a recompensa ocorre de acordo com a previsão, de forma a não haver erro na predição. O neurônio não é ativado pela predição de recompensa

C. Estímulo condicionado prediz recompensa mas a recompensa não ocorre devido a erro de reação do animal. Há depressão da atividade neuronal no exato momento em que a recompensa deveria ocorrer. Nota-se que a depressão ocorre mais de 1s. após o estímulo condicionado sem nenhum estímulo interveniente, revelando processo intencional de expectativa de recompensa.

Figura 5 – Respostas de neurônios dopaminérgicos a erros de predição[30].

[30]Modificado de Schultz, 1997 – Para o registro das respostas, a atividade neuronal foi alinhada a um pulso eletrônico que ativava a válvula que liberava recompensa líquida (fig. A) aos animais ou ao início do estímulo

O comportamento pode ser formalizado por meio da equação:

Resposta Dopaminérgica = Recompensa Ocorrida – Recompensa Predita[31] (1)

Nota-se que a resposta fásica é transferida temporalmente, do momento da recompensa para o momento do estímulo condicionado. Na ausência do estímulo condicionado (A), a resposta fásica ocorre logo após a recompensa, enquanto que, havendo estímulo condicionado e não havendo recompensa (C) em função de erro comportamental do animal, ocorre depressão dopaminérgica sucedendo imediatamente o momento predito para recompensa. Pode-se facilmente observar esse comportamento por meio da equação (1). Tendo como referência o momento da recompensa, nota-se que, se a "recompensa predita" é igual a "recompensa ocorrida", a resposta dopaminérgica é zero, como no caso B. Se a "recompensa predita é menor que a recompensa ocorrida, a resposta dopaminérgica tem valor positivo, como em A (recompensa predita é zero, e, portanto, recompensa ocorrida > recompensa predita). Se, por outro lado, a recompensa predita for maior que a recompensa ocorrida, a resposta dopaminérgica terá valor negativo (depressão), tendendo à extinção do condicionamento, como em C.

O processo de condicionamento faz com que as respostas fásicas sejam transferidas, do momento da recompensa para o momento do estímulo condicionado. Essa transferência ocorre instantaneamente em cada neurônio, como pode se observar monitorando-se individualmente neurônios dopaminérgicos em tarefas bem aprendidas (Schultz, 1998).

Os neurônios dopaminérgicos parecem também codificar a predição de erro entre estímulo, de forma que a recompensa pode ser quantificada pela distribuição de probabilidade de valor, indicando a expectativa de valor e expectativa de variância, ou desvio padrão da distribuição (Schultz, 2010).

Fiorillo et al. (2003) analisaram a influência da incerteza de recompensa em neurônios dopaminérgicos de primatas utilizando macacos condicionados pelo procedimento Pavloviano. Foram encontradas duas respostas distintas: (1) Ativações fásicas mudaram monotonicamente com o incremento de probabilidade de recompensa, enquanto, lentamente,

---

visual condicionado (fig. B e C). Cada painel mostra o registro temporal de impulsos oriundos de um mesmo neurônio. As distâncias horizontais entre os pontos correspondem a intervalos de tempo real. Cada linha de pontos mostra um ensaio. A sequência original de ensaios é apresentada de cima para baixo. CS – Estímulo condicionado; R – recompensa primária.

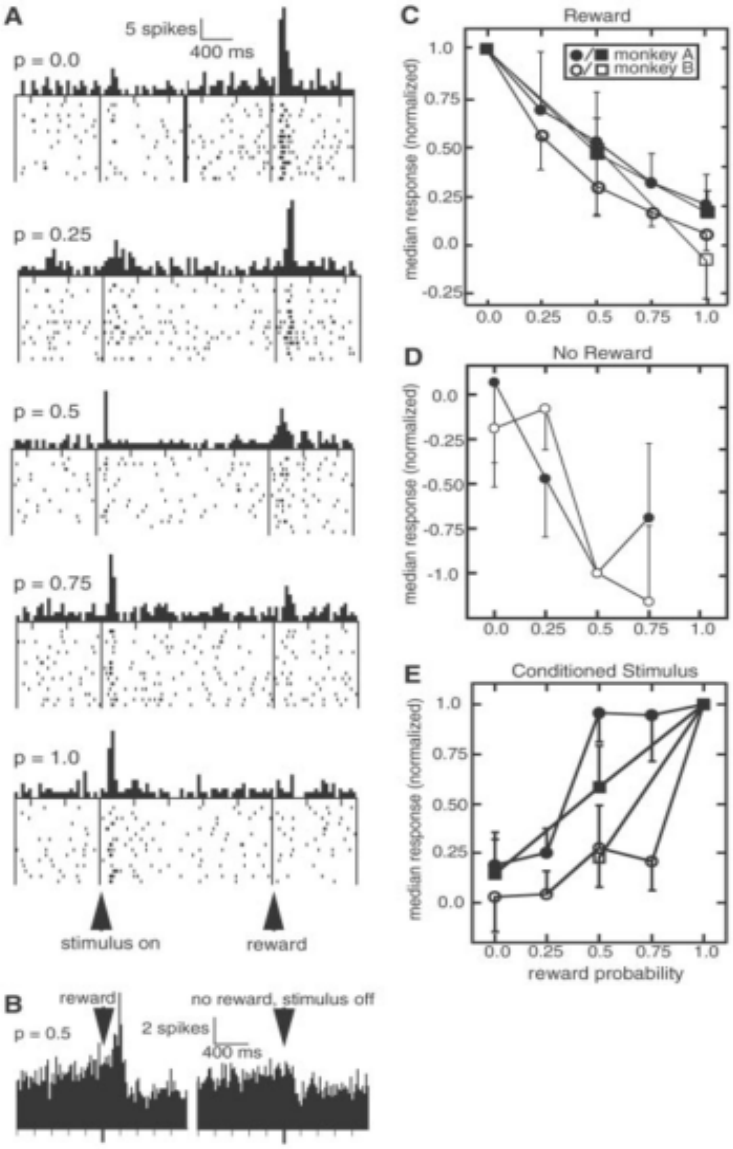
[31] Idem 19

(2) ativações foram mais sustentadas com o aumento de incerteza de recompensa, de forma que a atividade de neurônios dopaminérgicos carrega informação de dois parâmetros estatísticos intimamente relacionados, porém distintos. Uma vez que os neurônios codificam sinais de erro de predição em toda a extensão de probabilidade, provêm um sinal que está de acordo com a teoria de aprendizado desenvolvida por Rescorla e Wagner[32] (Fiorillo et al., 2003).

Os resultados podem ser observados nas figuras 6 e 7. Vale salientar que, tomando-se toda a extensão probabilística, tem-se a incerteza máxima em “P= 0,5”, enquanto que os extremos “P=0” e “P=1” têm incerteza nula, já que representam, respectivamente, ausência e certeza de recompensa. Os registros com P=0,25, P=0,5, e P=0,75 mostram ativação fásica inversamente proporcional ao grau de probabilidade de recompensa.

A figura 7 mostra a relação entre incerteza e sustentação de atividade. Pode-se observar sustentação máxima em P=0,5.

[32] Rescorla e Wagner, 1972



(A)Registros e histogramas da atividade de uma única célula ilustrando respostas de estímulo condicionado e recompensa de probabilidades de recompensa diversas. Alinha grossa no meio do primeiro registro (P=0,0), indica que a resposta de estímulo condicionado dos lados esquerdo e direito, não foram registradas por um único tipo de ensaio como nos outros painéis, mas sim, unidas. Recompensa em P=0,0 foi adquirida na ausência de qualquer estímulo explícito a taxa constante de 0,02 por 100ms de forma que ocorreu, presumidamente com baixa taxa de probabilidade subjetiva.
(B) Histograma de população de ensaios de recompensa e ausência de recompensa. Ensaios em P=0,5 (n=39). Bin width =10ms
(C até E) Resposta média (n=34 a 62) medida em janelas fixas padrão juntamente com intervalos confiáveis de 95%. Quadrados e círculos representam dados de experimentos análogos, com os quadrados representando a replicação subseqüente dos dados prévios do círculo mas com distintos estímulos visuais e somente duas ou três probabilidades testadas. Barras de erro representam erro padrão. Em (c), a magnitude mediana das respostas de recompensa em função da probabilidade é mostrada normalizada em cada neurônio para a resposta de recompensa não predita. As recompensas não preditas causaram um incremento médio na atividade de 76 a 270% abaixo da linha de base para os quatro conjuntos de figuras. Em (D), a magnitude mediana de resposta de não predição em função daprobabilidade é mostrada normalizada em cada neurônio para a resposta em P=0,5.

Decréscimo mediano na atividade em P=0,5, foram de –22 a –55% abaixo da linha de base. Os símbolos representam conjuntos de figuras como em (C). A probabilidade de recompensa P=0, para o macaco B, era predito um estímulo visual neutro (P=0,5) para o estímulo condicionado. Os dados mostram a resposta após a falha de ocorrência do estímulo neutro. Em (E), respostas para o estímulo condicionado são mostradas normalizadas em cada neurônio para resposta ao estímulo prevendo recompensa P=1,0. A resposta mediana para esse estímulo, situou-se entre 67 a 194% abaixo da linha de base. Os símbolos representam conjuntos de figuras como em (C). O estímulo para P=0 para o macaco A, conjunto 2, e para o macaco B, conjunto1, previram a subseqüente ocorrência de um estímulo visual neutro com P=0,5.

Figura 6 - Dependência de respostas neuronais fásicas em probabilidade de recompensas (Fiorillo et al 2003)

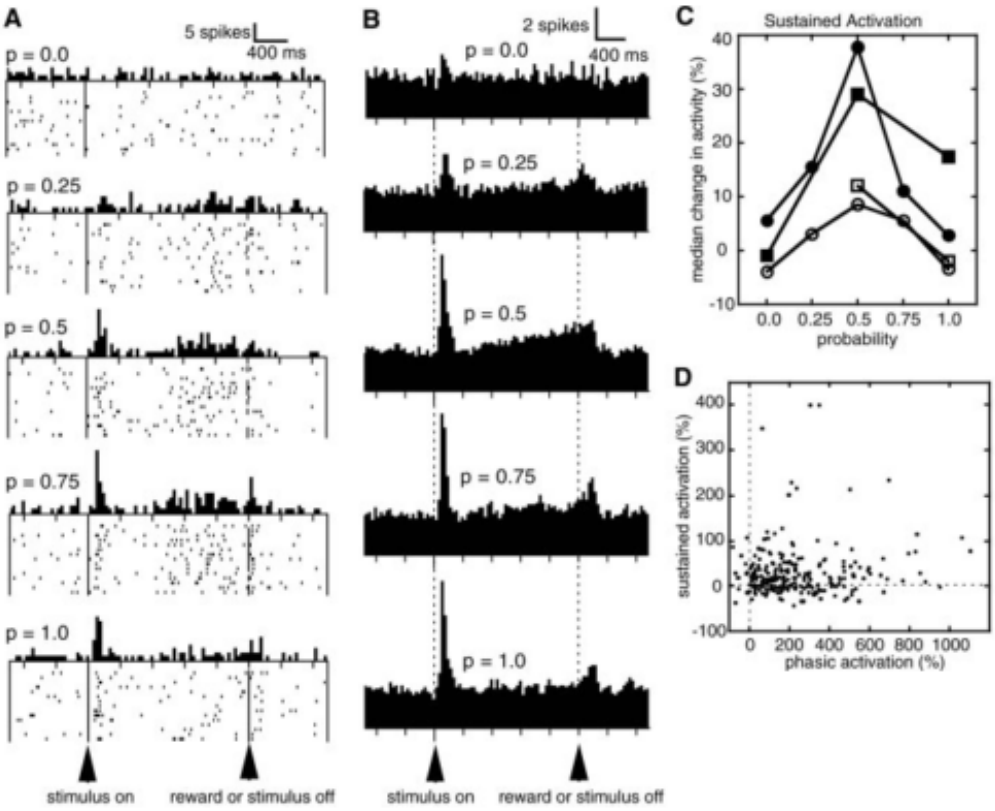


Figura 7 – Ativação sustentada de neurônios dopaminérgicos

Rescorla e Wagner (1972), buscando unificar as teorias acerca das variações de efetividade de reforço no condicionamento Pavloviano, e superar as limitações impostas pela natureza imprecisa das asserções verbais, buscaram, pela formalização matemática, um modelo capaz de expandir as possibilidades experimentais. Propõem então a modificação do modelo linear relativo a teoria de Hullian que especifica a mudança de probabilidade de uma resposta. A modificação[33] resulta na equação:

$$\Delta V=\alpha\beta(\lambda-V) \quad (2)$$

[33] A equação de Rescorla e Wagner difere-se da equação atribuída a Hullian por (1) descrever as curvas de aprendizado por força de associação e, (2) prever a associação do estímulo não condicionado com mais de um estímulo externo. Essa característica não está sendo apontada na equação (2) por uma questão de simplificação. A equação citada, modelo linear referente a teoria de Hullian, é: $\Delta p_n=\beta(\lambda-p_n)$

Onde *V*, é a força associativa do estímulo corrente, α e β são constantes relativas à relevância do estímulo condicionado e não condicionado, respectivamente, e λ, a máxima força associativa possível.

No modelo de Rescorla e Wagner (1972), o erro de predição de recompensa é dado pela diferença entre o peso do estímulo corrente e a média do peso dos estímulos passados, de forma que, quando V=λ, o aprendizado cessa (ΔV=0).

Embora as primeiras teorias psicológicas, incluindo o modelo de Rescorla e Wagner, referiam-se a força associativa entre o estímulo condicionado clássico e a resposta automatizada, suas equações básicas puderam ser facilmente estendidas de forma a abranger as noções de escolha e valor presentes nas atuais discussões acerca das funções da dopamina (Glimcher, 2011).

No início dos anos 80, Sutton e Barto desenvolveram um algoritmo onde os pesos sinápticos são modificados em função do tempo, conhecido como *modelo de diferença temporal* .

O aprendizado, segundo o algoritmo, é tomado como um processo ocorrido não somente ao final de cada ensaio, mas a cada fração discreta de tempo, segundo a equação:

$$\hat{r}_t = r_t + \gamma P_t - P_{t-1}. \qquad (3)$$

Onde r é o reforço primário, *P* a predição de reforço e γ o fator de desconto ($0 \leq \gamma < 1$), por conta da influência decremental de recompensas passadas.

Procedendo-se a análise de alguns casos possíveis tem-se: (1) No caso de um simples estímulo predizer um simples reforço, a previsão *P(t-1)* existe antes do tempo t do reforço e, portanto, *P(t)=0*, levando a um sinal de reforço no tempo (t) do reforço. Nesse caso, tem-se:

$$\hat{r}\,(t) = r(t) - P(t-1) \qquad (3a)$$

Tem-se então a diferença entre a recompensa real e a predição. Durante o aprendizado, há diferença entre o real e o previsto, e, portanto, o termo de erro é positivo e há incremento de peso sináptico. Após o aprendizado completo, *r(t) = P(t-1)*, não havendo alteração sináptica. Se, por outro lado, a recompensa não é entregue em função, por exemplo, de comportamento inadequado, r(t)=0, e, portanto, o erro é negativo, havendo diminuição do

peso sináptico (no sentido da extinção do comportamento) (Dickinson et al. 1976; Gallistel 1990; Smith, 1968 apud: Schultz, 1998).

(2) O algoritmo suporta ainda a situação onde após o aprendizado, uma recompensa é entregue inesperadamente. Nesse caso, P(t-1) = 0 e, como não houve reforço, r(t) = 0 e, portanto, o modelo emite o sinal de reforço no momento da predição:

$$\hat{r} = P(t) \quad (3b)$$

(3) Introduzindo-se o fator γ e atribuindo-lhe valores intermediários $(0 < \gamma < 1)$, pode-se ainda compreender outras características do modelo como as características mostradas na figura 7. Quando γ tem valores muito pequenos, independente do número de ensaios, tem-se um grande incremento de erro a cada recompensa recebida, já que a probabilidade de recompensa é muito pequena. Por outro lado, na maioria dos ensaios, a ausência de recompensa gerará decréscimo do erro, fazendo com que, no geral, o erro se mantenha próximo de "*0*", fazendo com que praticamente não haja alteração no peso sináptico. No outro extremo, onde o valor de γ se aproxima de "*1*", a primeira recompensa irá gerar um erro grande, por conseguinte, gerando aprendizado. Como a probabilidade de recompensa é muito alta, haverá pouca incerteza atrelada às novas recompensas, de forma a haver pouco aprendizado. Neste caso, a ativação fásica se transfere da recompensa para o estímulo não condicionado. Um terceiro caso, onde $\gamma = 0{,}5$ é o mais controverso. Poderia se imaginar, a princípio, que na situação, onde a cada dois ensaios, somente um é recompensado, cada recompensa seria anulada por cada ausência de recompensa, não havendo aprendizado efetivo.

O modelo de diferença temporal mostra que o termo isolado *[P(t) - P(t-1)]* decai exponencialmente, de forma que o modelo leva a média de atividade dopaminérgica a mostrar grande predição de erro propagando-se para trás no tempo, formando uma rampa, como na figura 7.

No entanto, os dados geram um problema para a compreensão do sistema dopaminérgico de fato, uma vez que recompensa e ausência de recompensa deveriam se anular mutuamente, não refletindo alteração sináptica.

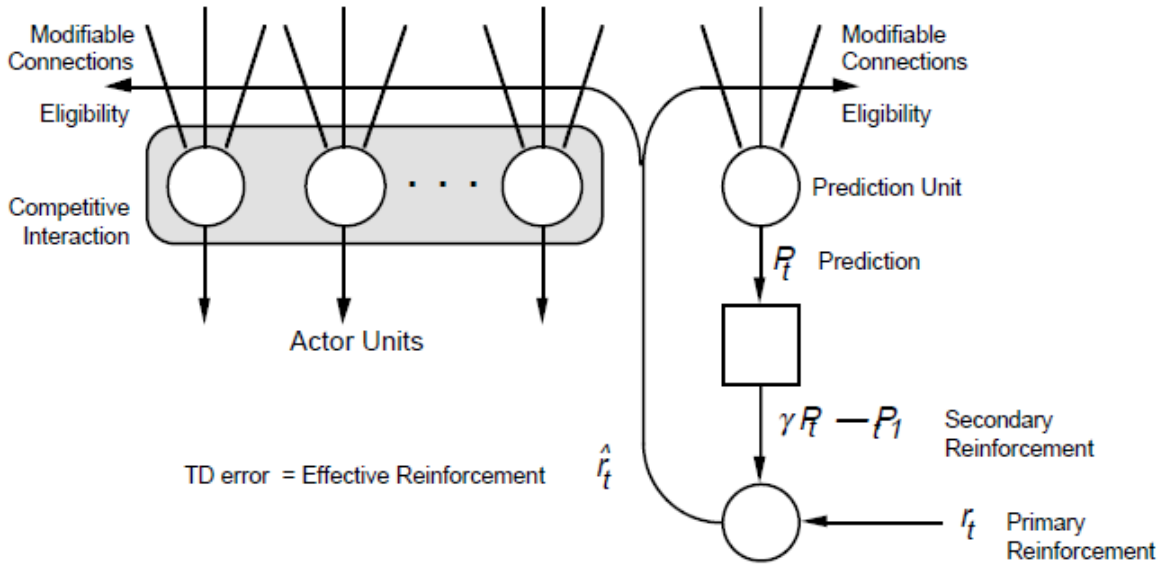
O fato leva a alternativa aventada por alguns pesquisadores de que haveriam dois sistemas separados para lidar com aumento e diminuição de força sináptica.

Glimcher (2011) chama a atenção para fato de que os disparos basais dos neurônios dopaminérgicos situarem-se entre 3 a 5Hz atingindo 20 ou 30 Hz em resposta a uma recompensa não esperada. No entanto, a ausência de recompensa no momento esperado torna o neurônio silente, o que faz com que a relação entre a linha de base e a resposta às recompensas seja muito maior que a relação entre a linha de base e respostas a não recompensa, que representaria um decréscimo de apenas 3 a 5 Hz. Sugere-se então que essa assimetria justificaria um único sistema adequado aos resultados empíricos.

Houk, Adams e Barto (1994) utilizam o conceito de diferença temporal para a implementação de um modelo de rede neural (fig. 8) elaborado em relação à circuitaria e química intracelular dos gânglios da base e neurônios dopaminérgicos.

A idéia de alteração de força sináptica se refere diretamente ao processo de potenciação de longa duração (LTP[34]), por intermédio da proteína CAMKII[35], presente em altas concentrações no estriado e cujo papel é essencial no processo de plasticidade neural (Newman-Gage e Gaybriel, 1988 *apud*: Barto, 1995).

O modelo é constituído por duas vias - *actor units e predictor unit*- que compartilham o sinal modulador e as regras de aprendizagem para atualização dos pesos sinápticos. A diferença entre as vias é que as unidades "*actor*" competem entre si, e as regras de aprendizagem se aplicam somente à unidade vencedora. A caixa [$\gamma P(t) - P(t-1)$] funciona como uma espécie de diferenciador neural, para computação do sinal de reforço secundário (Barto, 1995)



[34] Do inglês "long-term potentiation"
[35] Proteína cinase dependente de cálcio calmodulina II

Figura 8 – Implementação da network da arquitetura actor-critic (Barto, 1995)

Barto (1995), estabelece alguns parâmetros fundamentais para o processo de aprendizado/predição: (1) as previsões são possíveis se os eventos ocorrem no meio ambiente de forma recursiva. (2) o organismo reage da mesma forma sempre que houver recorrência dos estímulos de entrada. (3) Quando as entradas sensoriais não são capazes de resolver toda a gama de aspectos imprevisíveis do meio, é evocada a teoria da probabilidade de forma a se produzir uma reação segundo a média de todos os possíveis cenários futuros.

5.3 Codificações hedônicas e motivacionais

O processo de recompensa contempla, geralmente os três componentes: afetivo, motivacional e aprendizado[36] (Berridge, 2008). No entanto, a ativação de cada um deles ocorre por vias distintas.

Embora a dopamina seja elemento fundamental no processo de recompensa, a contribuição causal estrita entre este e o sistema mesolímbico vem sendo alvo de amplo debate (Berridge, 2007). O sistema foi por muito tempo associado ao prazer. No entanto, estudos mostraram que sua ativação estaria mais relacionada a aspectos atencionais, preditivos e motivacionais do que às propriedades hedônicas da recompensa (Carelli 2004; Cheer et al. 2007; Redgrave and Gurney 2006; Salamone et al. 2007; Schultz et al. 1997 apud: Berridge, 2008).

Ikemoto e Panksepp (1996) demonstraram, por meio de experimento onde ratos deveriam alcançar uma solução de sucrose em um labirinto, que a ação de bloqueadores de dopamina (GABA) injetados na área tegmental ventral e do agonista “cis-flupentixol” no núcleo acumbente dos ratos geraram severas alterações comportamentais.

Os animais não se dirigiam mais à solução com a mesma eficácia (houve grande queda percentual na execução da tarefa), mas, quando levados até ela, ingeriam a mesma quantidade de líquido que o grupo controle, sugerindo não haver alteração na avaliação interna de recompensa, mas na capacidade de lidar com tais avaliações, levando, conceitualmente, à proposição de Berridge e Robinson (“incentive salience”) de que a dopamina intermedia a

[36] Tradução da língua inglesa dos termos: *liking, wanting e learning*, respectivamente

ligação entre a avaliação hedônica e a atribuição dos valores aos objetos ou atos (Montague e col. 2004).

Nas suas próprias palavras, a dopamina "*transforma a representação neural de um estímulo em um objeto de atração que o animal trabalhará para alcançar*", e essa atração é transferida para o estímulo condicionado associado à recompensa (Berridge e Robinson, 1998 apud: McClure et al. 2003). A figura 9 (a) mostra a representação esquemática da proposição.

A utilização do *modelo de diferença temporal*, permite a implementação conjunta do sistema de aprendizado e da teoria "*incentive salience*". É proposto (figura 9(b)) que o conceito de "*incentive salience*" é a recompensa esperada $(\gamma\ V(s_{t+1})\text{-}V(s_t))$. O papel da dopamina em aprender a atribuir expectativa a situações com previsão de recompensa (equação 3) e em direcionar seleção de ação para estas situações (modelo de decisão de Egelman[37]) servem como contrapartida formal às ideias de Berridge e Robinson acerca do papel da dopamina em atribuir e utilizar o "incentive salience" (McClure et al. 2003).

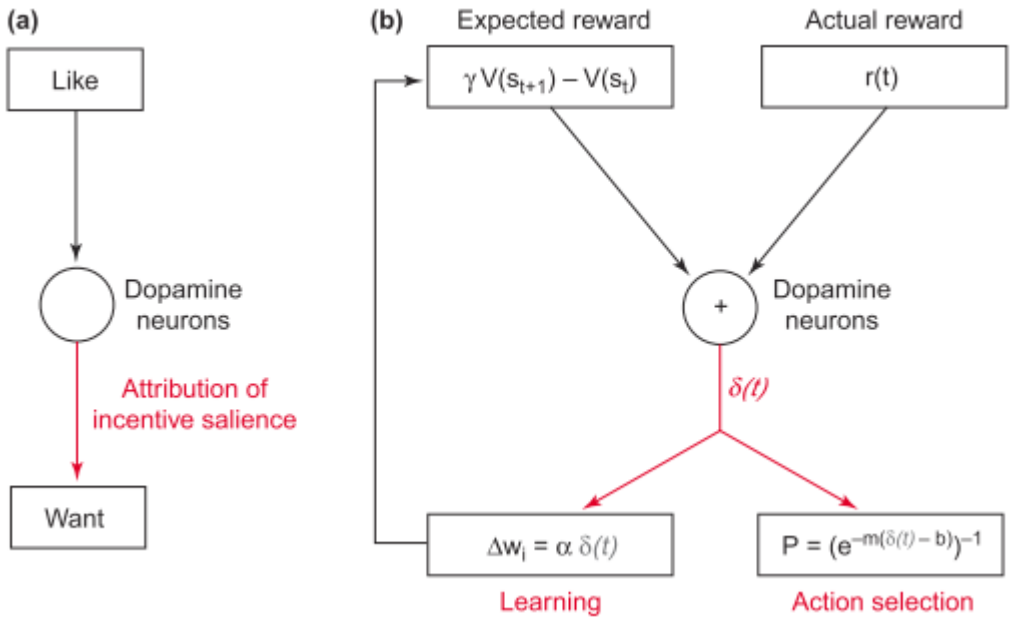


Figura 9 – Teorias da função dopaminérgica (McClure et. al. 2003)

Smith et al.(2011) demonstraram, por meio de cuidadosos experimentos utilizando condicionamento clássico, a segregação das representações neurais dos componentes

[37] McClure (2003) refere-de, especificamente à equação $P=(1+e^{-m(\delta(t)-b)})^{-1}$ (Egelman D. M. e col. 1998)

motivacional, afetivo e aprendizado, associados a um mesmo processo de recompensa no segmento da circuitaria mesocorticolímbica que compreende a via núcleo acumbente- ventral pallidum.

Os experimentos registraram os potenciais de ação de neurônios do *ventral pallidum* de ratos previamente treinados em condicionamento Pavloviano em desenho sequencial[38], de forma a se conseguir expressiva separação de "incentive salience". Os animais receberam microinjeções de um agonista de μ-opióde (DAMGO[39]) e de anfetamina, agonista de dopamina, e executaram as tarefas paralelamente a um grupo controle

Os resultados mostraram que somente as microinjeções de DAMGO no núcleo acumbente incrementaram o padrão de disparos de neurônios do ventral pallidum. O mesmo ocorreu com relação aos registros de expressões orofaciais associadas ao aumento de palatabilidade da sucrose, indicando, por conseguinte, incremento no fator "afetivo" pela utilização do agonista de μ-opióde. As expressões orofaciais, normalmente fracas na apresentação do estímulo condicionado também foram reforçadas pelas microinjeções de DAMGO. Os padrões de disparo relativos ao hedonismo e incentivo também puderam ser distinguidos dos sinais de predição. Os sinais de predição, no entanto, não sofreram alteração pelas microinjeções de DAMGO ou anfetamina.

Os resultados evidenciam a separação das representações neurais dos componentes motivacional, afetivo e aprendizado gerados pela mesma recompensa no segmento núcleo acumbente – ventral palidum da circuitaria mesocorticolímbica (corroborando a hipótese apresentada na figuras 4) e apontam para o μ-opióde como responsável pela atuação no componente "liking" (Smith et al., 2011).

A experiência consciente de prazer, típica dos humanos, surgiu na evolução, provavelmente posteriormente ao desenvolvimento dos núcleos responsáveis por punição e recompensa, de forma que estes foram envolvidos pelas novas estruturas e encontram-se conservados em diversas espécies onde o mecanismo hedônico tem papel objetivo no comportamento. Tomada a ideia de prazer dessa forma, não necessariamente como algo sentido conscientemente, mas como uma reação à recompensa, consciente ou não, pode-se pensar o prazer de forma similar para humanos e animais (Berridge, 2008), o que permite a comparação entre ambos.

---

[38] Eram apresentados dois estímulos auditivos diferentes (CS1+ e CS2+) antes da recompensa CS
[39] [D-Ala2, N-MePhe4, Gly-ol]-enkephalin

Na figura 10 são apresentados os principais núcleos e vias anatômicas envolvidas no processamento do componente afetivo. Este contém entre outras estruturas, núcleo acumbente, ventral pallidum e o núcleo parabraquial do tronco encefálico, os quais são conectados para causar reações afetivas de valência positiva (Berridge, 2003).

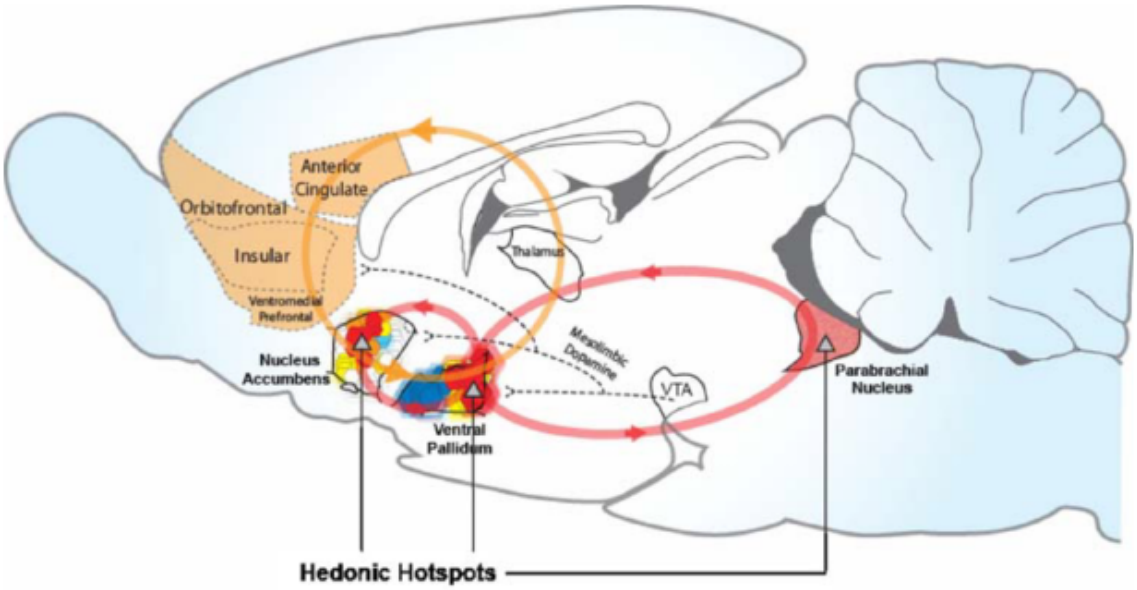


Figura 10. Circuitos hedônicos e "hotspots". Os "hotspots" hedônicos são mostrados no núcleo acumbente, ventral pallidum e núcleo parabraquial onde opióides ou outros sinais causam amplificação das reações do núcleo "liking" para sensação doce (Berridge, 2008)[40].

5.4 Comentários

O capítulo buscou, por meio da apresentação de resultados de estudos empíricos, fornecer uma visão geral do funcionamento dos circuitos de recompensa, mostrando como um único estímulo pode atuar, simultaneamente, por vias distintas, sobre os mecanismos relativos

[40] A figura foi apresentada em Berridge (2008) com permissão de Smith et al. (2008), based on Kringelbach (2005), Peciña et al. (2006), and Smith and Berridge (2007).

a aprendizado, motivação e respostas hedônicas e por outro lado, mostrar que populações de neurônios dopaminérgicos codificam, estatisticamente, a predição de regularidades de estímulos a que são expostos.

Optou-se, não sem motivo, pela apresentação concomitante aos estudos empíricos, de modelagens computacionais dos sistemas. A utilização dos modelos computacionais teve por objetivo a ênfase sobre a codificação das predições segundo modelos probabilísticos. Assim, pode-se vislumbrar tal comportamento segundo dois ângulos distintos, visto a convergência entre dados coletados empiricamente e os adquiridos via modelagens computacionais, com ênfase para os modelos conexionistas.

Não seria possível, visto o objeto de estudo em questão, um olhar mais profundo sobre os modelos conexionistas, mas vale salientar que, em função de algumas peculiaridades características, os modelos vêm sendo bastante utilizados para a compreensão tanto de instâncias nervosas de baixo nível, como as apresentadas, como também com relação à comportamentos complexos como modelos culturais, processos envolvendo cognição implícita e, especificamente, para apreensão da música tonal.

O próximo capítulo tem por objetivo apresentar estudos envolvendo comportamentos complexos, e, assim, mostrar como os processos de predição ocorrem também segundo comportamento estatístico em atividades como apreensão de linguagens artificiais verbais e não verbais, sugerindo, assim, uma possível conexão entre os mecanismos apresentados no presente capítulo e comportamentos de mais alto nível de complexidade.

6. Música, linguagem e cognição implícita

Os mecanismos de recompensa, discutidos no capítulo anterior, dizem respeito a aprendizado, motivação e respostas hedônicas, de forma pontual, restritos à respostas características dos subsistemas e pequenas populações de neurônios que os compõe. O presente capítulo abordará a equivalência, em determinados aspectos, entre linguagem e música tonal e apresentará uma série de pesquisas comportamentais que evidenciam a apreensão e formação de expectativas segundo oferta estatística de exposição aos estímulos. Será ainda evidenciado que a apreensão desse tipo de sistemas pode ocorrer de forma implícita, sem direcionamento consciente de recursos atencionais.

6.1 Processos estocásticos e expectativa

Segundo os parâmetros evolutivos, a incorporação de mecanismos de aprendizado e, por conseguinte, memória a determinados organismos, seria menos um mecanismo para acesso do passado, e mais um mecanismo de predição futura (Huron, 2007), uma vez que o acesso à memória permite a antecipação de eventos já experienciados. O processo de aquisição de determinados aprendizados, assim como sua evocação como memória para servir determinados comportamentos podem ser ou não conscientes.

Muitos comportamentos, no entanto, funcionam de ambas as formas, como é caso da aquisição e percepção da música tonal e também da linguagem. Diversas são as semelhanças entre música tonal e linguagem. Alguns dos aspectos estruturais são descritos por Deustch (2010 p. 38-9):

> Ambas são governadas por uma gramática na qual os elementos básicos são organizados hierarquicamente em sequências, de acordo com regras estabelecidas. Na linguagem, palavras combinam-se para formar frases, que se juntam para formar longas frases, que, por sua vez, combinam-se para formar sentenças. Similarmente, em música, notas combinam-se para formar frases, que se conectam para formar longas frases e assim por diante. Assim, para entender música ou linguagem, ouvintes devem inferir sobre a estrutura da passagem que ouvem, utilizando regras assimiladas pela experiência.[41]

[41]They are both governed by a grammar, in which basic elements are organized hierarchically into sequences according to established rules. In language, words combine to form phrases, which join to form larger phrases, which in turn combine to make sentences. Similarly, in music, notes combine to form phrases, which connect to form larger phrases, and so on. Thus, to understand either language or music, listeners must infer the structure of the passages that they hear, using rules they have assimilated through experience.

Funcionalmente são também muitas as semelhanças. Linguagem e música envolvem memória. Desde cedo crianças estão aptas a criar sentenças musicais e verbais utilizando sistemas abstratos de regras sem intenção consciente. Adultos podem reconhecer e reproduzir melodias aprendidas, assim como palavras, poesias e canções. Em ambas, música e linguagem, a percepção precede a produção, desenvolvendo-se de acordo com procedimentos mais ou menos padronizados dependentes da cultura linguística e musical (Besson, 2001).

A música tonal, assim como a linguagem, é constituída por elementos discretos, de forma que, sob determinados aspectos, pode-se pensar na equivalência entre ambas, como sistemas formados por fontes discretas e regidos probabilisticamente ou, como definido por Shannon (1948 p. 11), como processos estocásticos:

> Podemos pensar uma fonte discreta como gerando a mensagem símbolo a símbolo. Ela escolherá símbolos sucessivos de acordo com determinadas probabilidades, dependendo, em geral, das escolhas precedentes, bem como de símbolos particulares em questão. Um sistema físico, ou um modelo matemático de um sistema que produz uma tal sequência de símbolos regidos por um conjunto de probabilidades é conhecido como um processo estocástico. Podemos considerar uma fonte discreta, dessa forma, ser representada por um processo estocástico. Por outro lado, qualquer processo estocástico que produza uma sequência discreta de símbolos escolhidos de um conjunto finito pode ser considerada fonte discreta.[42]

Assim, serão tomados à seguir alguns exemplos de estudos originalmente desenhados para compreensão de aspectos da linguagem que, baseados nos elementos de equivalência descritos, serão estendidos ao entendimento de processos pertencentes ao discurso tonal.

Claude Shannon, propôs, em 1950, um método para o cálculo do conteúdo de informação da língua inglesa. Dois experimentos demonstram como a experiência estatística implícita de falantes da língua influenciam um processo contínuo de predição, letra a letra de algumas sentenças.

O primeiro experimento proposto se dá pela apresentação de frases não familiares. O sujeito deve “adivinhar”, letra após letra da frase até sua conclusão. Após cada acerto, o sujeito passa para a letra posterior. No caso de erro de predição, o sujeito deve realizar novas tentativas até que ocorra o acerto.

[42]We can think of a discrete source as generating the message, symbol by symbol. It will choose successive symbols according to certain probabilities depending, in general, on preceding choices as well as the particular symbols in question. A physical system, or a mathematical model of a system which produces such a sequence of symbols governed by a set of probabilities, is known as a stochastic process. We may consider a discrete source, therefore, to be represented by a stochastic process. Conversely, any stochastic process which produces a discrete sequence of symbols chosen from a finite set may be considered a discrete source.

O resultado típico do teste pode ser visto abaixo:

(1) THE ROOM WAS NOT VERY LIGHT A SMALL OBLONG
(2) - - - - ROO - - - - - NOT-V - - - - - I - - - - - -SM - - - OBL - - - -
(1) READING LAMP ON THE DESK SHED GLOW ON
(2) REA - - - - - - - - - -O - - - - - D - - -SHED – GLO - - O - -
(1) POLISHED WOOD BUT LESS ON THE SHABBY RED CARPET
(2) P – L-S- - - - - O - - -BU- -L-S - -O - - - - - -SH - - - - RE - -C - - - - -

A primeira linha é o texto original. A segunda linha contém um traço para cada letra corretamente "adivinhada". No caso de previsões incorretas, a letra correta é copiada na segunda linha (Shannon, 1951).

Um segundo experimento provê mais informações sobre a previsibilidade da língua inglesa. Novamente o sujeito deve adivinhar, letra após letra, o conteúdo de uma frase. O resultado típico desse tipo de teste é:

(1) T H E R E I S N O R E V E R S E O N A M O T O R C Y C L E A
(2) 1 1 1 5 1 1 2 1 1 2 1 1 1 5 1 1 7 1 1 1 2 1 3 2 1 2 2 7 1 1 1 1 4 1 1 1 1 1 3 1
(1) F R I E N D O F M I N E F O U N D T H I S O U T
(2) 8 6 1 3 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 2 1 1 1 1 1 1 2 1 1 1 1 1 1
(1) R A T H E R D R A M A T I C A L L Y T H E O T H E R D A Y
(2) 4 1 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 6 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1

Tem-se na primeira linha o texto original e, na segunda, a tentativa na qual a letra correta foi obtida.

No primeiro caso, 69% das letras foram "adivinhadas" corretamente. Como esperado, a ocorrência de erros é maior no início das palavras e em sílabas onde há maior possibilidade de ramificação. No segundo, de um total de 102 símbolos, 79 foram adivinhados na primeira tentativa, 8 na segunda, 3 na terceira, 2 na quarta e quinta tentativas e, somente 8 necessitaram mais de 5 tentativas.

Em ambos os experimentos têm-se na primeira linha o texto original e, na segunda, o que Shannon (1951) denomina "texto reduzido". Pode, a princípio, parecer que o texto reduzido contenha menos informação que o texto original. Na verdade, ambos contêm a mesma informação no sentido em que é possível, ao menos em princípio, reconstruir a

primeira linha a partir da segunda (Shannon, 1951) por meio da probabilidade de ocorrência da relação entre os N-gramas[43] e os caracteres subsequentes.

A possibilidade mútua de (re)construção das sentenças ilustra de forma eficiente, como um "sistema" que apreende informações estatísticas do meio pode utiliza-las para a predição de eventos futuros, balizando continuamente suas expectativas. Nesse caso, a quantidade de informação carregada por cada caractere pode ser diretamente associada ao grau de expectativa intrínseco a cada predição.

Os preceitos da teoria da informação postulados por Shannon, despertaram interesse e foram estendidos a diversos campos de atuação. De especial interesse para o presente trabalho, são estudos estudos de apreensão de linguagem desenhados a partir de linguagens artificiais, como os estudos de Reber, construídos com base nas cadeias de Markov.

6.2 Linguagens artificiais e aprendizado implícito

Muitas são as linhas de pesquisa que apontam para o compartilhamento de mecanismos entre música e linguagem. Muitas delas, durante décadas, priorizaram a utilização de experimentos envolvendo músicos formalmente treinados, o que, de certa forma, obscurece uma importante similaridade: "ambas [música e linguagem][44] podem ser adquiridas implicitamente, sem ajuda de instrução explícita" (Ettlinger et. al, 2011 p. 1).[45]

Segundo Underwood (1996), a maioria dos trabalhos sobre *cognição implícita* vem priorizando a ideia de processamento de informações sem participação de atenção ou consciência. A ideia de *cognição implícita* abarca, no entanto, tradicionalmente, *aprendizagem implícita* e *memória implícita*, onde, geralmente, o material perceptivo é explicitamente apresentado.

A primeira aproximação à investigação de aprendizado implícito foi feita por Gibson (1955)[46] sob a rúbrica de "aprendizagem perceptual" (Reber, 1967).

> Aprendizagem perceptual é considerada como sendo um processo primitivo não requerendo, certamente, fatores intelectuais que estariam para além de uma criança de dois anos e é

[43] Entende-se "N-gramas" como seqüências de n caracteres que integram sequencias maiores. Assim chama-se sequencias de dois caracteres de digrama, de três, trigrama e a forma geral de n-grama. Os conceitos fundamentais de quantidade de informação (entropia e redundância) são discutidos em Shannon, 1948.

[44] Comentário do autor.

[45] "both may be acquired implicitly, without the aid of explicit instruction."

[46] Gibson, E., Gibson, J. J. Perceptual learning: differentiation or enrichment. Psycho. Rev., 1955, 62, 32-41.

considerada desenvolvida simplesmente por exposição constante à fontes de variação no ambiente (Reber, 1967 p. 855).[47]

Deve-se a Reber (1967), no entanto, as primeiras demonstrações experimentais acerca do chamado aprendizado implícito (Underwood, 1996).

Para o seminal estudo foi construída uma linguagem de estado finito contendo cinco letras (P,S,T,V,X), regidas por um conjunto de regras de construção de sentença, constituindo uma gramática. A gramática construída pode ser caracterizada como um processo markoviano na qual a transição do estado S_0 para o estado S_1 produz uma letra. O processo é ilustrado pelo grafo:

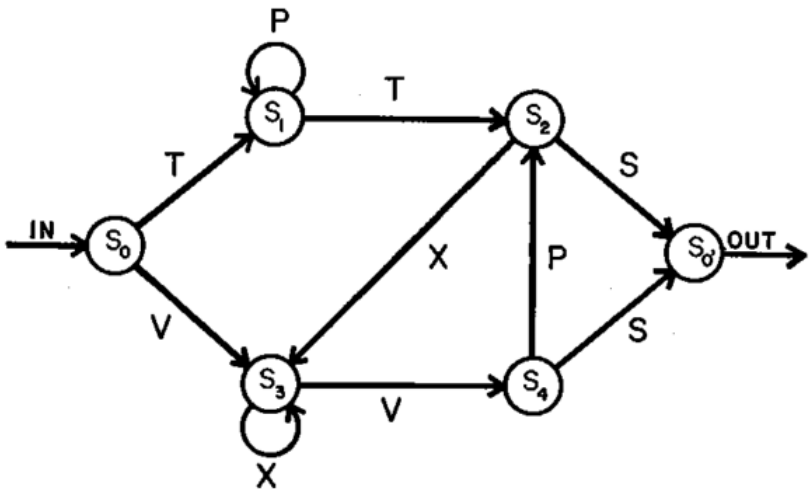


Figura 11 – Diagrama de estados utilizado para geração de "estímulos gramaticais" (Reber, 1967)

No diagrama, a seta à esquerda representa o estado inicial. As letras são produzidas pelas transições entre os nós (a transição de S_0 para S_1 produz a letra "T", enquanto que a transição de S_0 para S_3 produz a letra "V", e assim por diante), e as setas indicam os caminhos possíveis para a formação das sentenças. Um sentença é finalizada quando o estado $S_{0'}$ (estado final) é alcançado. "A linguagem em si é simplesmente o conjunto de todas as sentenças possíveis que a gramática possa produzir[48]" (Reber, 1967 p. 856).

[47] Perceptual learning is assumed to be a primitive process certainly requiring no intellectual factors that would be beyond the scope of a two-year-old child, and is assumed to develop simply by constant exposure to the sources of variation in the enviroment.
[48] The language itself is simply the set of all possible sentences that the grammar can produce.

Duas tarefas foram propostas no estudo, sendo a primeira de memorização e a segunda de discriminação. Na tarefa de memorização, palavras construídas com base no diagrama foram apresentadas aos sujeitos[49] por um curto período de tempo após o qual deveriam ser reescritas. Posteriormente, foram informados da existência de uma gramática subjacente às palavras. Novas palavras foram então apresentadas, sendo parte delas grafadas segundo a gramática construída e parte não. Os sujeitos tiveram a tarefa de classificar as palavras como construídas ou não com base em regras. Nenhum tipo de referência acerca da natureza das regras foi comunicada.

Os resultados mostraram um índice de acerto significativamente maior que o acaso sugerindo haver, a partir da memorização, apreensão das regras gramaticais subjacentes.

Quando, no entanto, perguntados sobre o critério de inferência utilizado no teste, os sujeitos foram incapazes de responder, caracterizando um tipo de aprendizado, implícito, observado também em estudos posteriores.

Há se demonstrado forte correlação entre aprendizado de linguagem e memória implícita, tanto em termos de substrato neural como de mecanismos cognitivos, sendo que muitas das associações são também válidas para música (Ettlinger et. Al, 2011).

Com base nos estudos de Reber, Tillmann e Poulin-Charronnat (2010) desenharam um experimento com intuito de investigar a formação de expectativas perceptuais de eventos futuros. Para o estudo construiu-se, tal qual Reber (1967), uma gramática de estado finito na qual as letras do alfabeto foram substituídas por alturas da escala temperada (fig. 12).

[49] Foram utilizados sujeitos adultos divididos em dois grupos, sendo que um dos grupos trabalhou com estímulos "gramaticais" e o outro com itens construídos randomicamente.

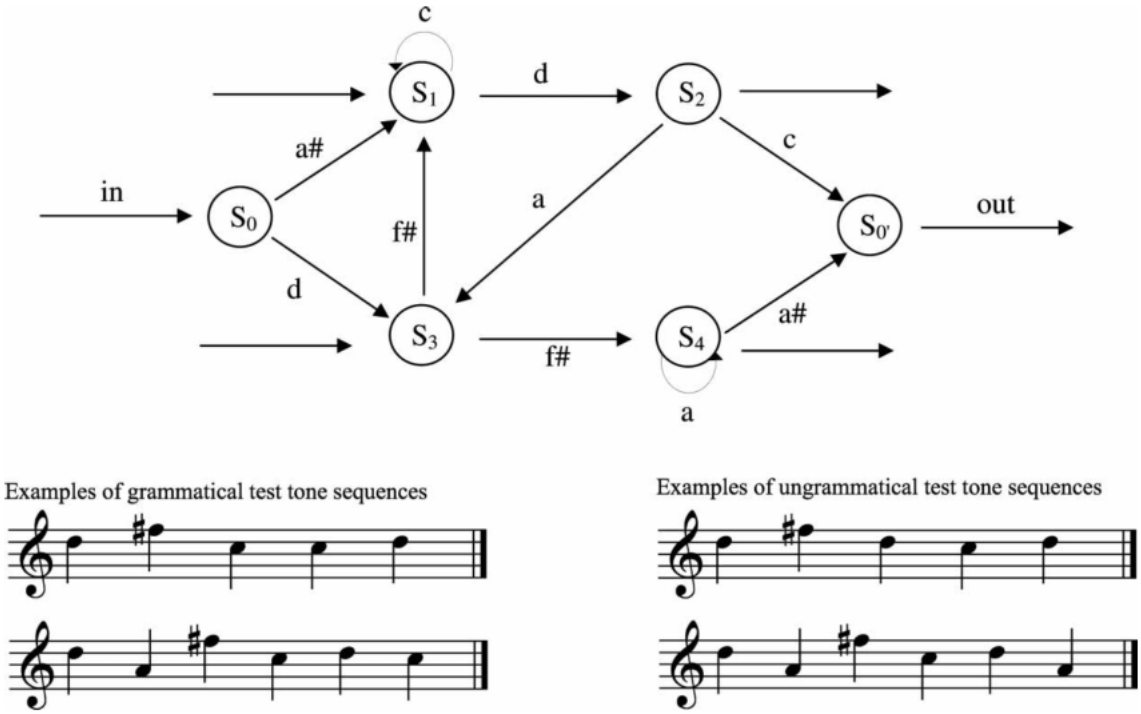


Figura 12 – Gramática de estado finito usada para a construção de sequências de alturas. Na parte de baixo da figura, são msotrados exemplos de sequências gramaticais e não gramaticais (Tillmann e Poulin-Charronnat, 2010)

O estudo foi realizado em duas fases distintas, compreendendo dois experimentos. Na primeira fase, os sujeitos foram expostos a sequências de alturas estruturadas segundo a gramática de estado finito. Foram a partir da exposição propostas duas tarefas, sendo: memória e *priming*[50].

No primeiro experimento, os sujeitos foram separados em dois grupos, sendo que um deles, o grupo controle, participou somente da tarefa de *priming*. Na tarefa de memória, sequências construídas segundo a gramática artificial foram expostas por três vezes e os sujeitos tiveram que responder, após cada apresentação, se uma dada sequência havia sido ouvida durante a exposição. Na tarefa de priming os sujeitos tiveram que responder

[50]*Priming* é geralmente definido como um efeito de memória implícita na qual exposição a um estímulo influencia respostas a estímulos posteriores sem consciência ou capacidade de recordar do prime (estímulo) específico (Tulving et al., 1982 apud Ettlinger et. Al, 2011 p. 6). Do original: Priming is generally defined as an implicit memory effect in which exposure to a stimulus influences responses to later stimulus without awareness of or an ability to recall the specific prime (Tulving et al., 1982).

pressionando dois botões, o mais rapidamente possível, se uma nota específica de cada uma das sequências apresentadas tinham altura correspondente ou não à afinação temperada[51]. A nota a ser avaliada era indicada no decorrer da apresentação. As sequências, nessa fase, foram selecionadas aleatoriamente dentre as apresentadas na fase de exposição e, em metade dos casos, divergiam da afinação temperada em 52 *cents*[52].

No segundo experimento foram acrescentadas ao período de exposição, sequências iguais as apresentadas no experimento 1, com, entretanto, uma das notas "desafinadas". As sequências foram selecionadas aleatoriamente e os sujeitos tiveram como tarefa, após cada exposição, aferir a existência ou não de nota "desafinada" na sequência apresentada. O experimento de *priming* foi idêntico ao realizado no experimento 1. Em nenhum dos experimentos foi revelado aos participantes a existência de uma gramática subjacente às sequências.

Os resultados (1) sugeriram que a aquisição de conhecimento dos participantes com a exposição foi além dos bigramas incluindo frequência de trigramas, bem como probabilidade transicional de segunda ordem; (2) o conhecimento adquirido (via exposição prévia) influenciou o julgamento dos participantes de forma indireta, diminuindo o tempo de processamento e, por conseguinte de reação, ao apertar o botão, nas sequências gramaticalmente corretas (os tempos de resposta do grupo controle, que não participaram da fase de exposição, no experimento 1, foram significativamente maiores do que o do grupo exposto aos estímulos); (3) o conhecimento adquirido na exposição permitiu (em ambos experimentos) a diferenciação (medida indiretamente) entre sequências "gramaticalmente" corretas ou não além de formar expectativa acerca de alturas futuras.

A aquisição de estruturas subjacentes não se restringe, como primeiramente demonstrado por Reber (1967), à estruturas formadas por letras, mas, estende-se a estímulos visuais e também, como pode ser observado no experimento de Tillmann e Poulin-Charronnat (2010), a estímulos sonoros. A demonstração de aquisição de estrutura gramatical pela mera exposição aos estímulos sonoros sugere, em relação à música tonal, que, mesmo indivíduos sem treinamento formal em música sejam capazes de adquirir, também por mera exposição, conhecimento implícito das estruturas subjacentes ao sistema, e, portanto, também o sejam

[51]"Afinação temperada" , nesse caso, refere-se à temperamento igual.
[52] *Cent* é uma unidade de medida que divide o semitom temperado em cem unidades logaritimicamente iguais (Menezes, 2004). Assim, alterar uma altura em 52 *cents* significa alterá-la pouco mais que ¼ de tom.

para formar expectativas acerca do material musical, ideia que vai de encontro às proposições de Meyer (1956) apresentadas no primeiro capítulo.

O sistema de apreensão de regras sem intenção, sem esforço consciente, foi também demonstrado por uma série de experimentos envolvendo aprendizado estatístico realizados por Jenny Saffram.

"Aprendizado estatístico envolve a mesma ideia básica de que os participantes podem aprender sequências na ausência de consciência, mas acresce um componente de rastreamento estatístico sobre essas sequências (Ettlinger et al. 2011 p. 1)[53]."

Em um de seus estudos, Saffran (1996) submeteu crianças de oito meses à exposição de dois minutos de fluxo contínuo de discurso contendo quatro "palavras nonsense" construídas por três sílabas repetidas randomicamente.

Analisando-se o espectrograma de um discurso falado, nota-se que não há divisão evidente entre as palavras, como ocorre na linguagem escrita, o que indica que a percepção da linguagem deva utilizar como pista para identificação das palavras, recursos que independam de qualquer tipo de separação entre elas.

No estudo de Saffran (1996) foi utilizada a gravação de uma voz feminina sintetizada monotônicamente, evitando contornos prosódicos e qualquer tipo de pista acústica acerca dos limites das palavras, uma vez que foram processadas sem pausa, em fluxo contínuo. A única informação disponível para a discriminação entre "palavras" e "não-palavras" era a probabilidade transicional[54] entre os pares de sílabas, que era alta no caso das "palavras" e baixa no caso das "não-palavras"[55]. Foram realizados dois experimentos com o intuito de verificar a ocorrência do discernimento ou não entre "palavras" e "não-palavras".

No primeiro experimento, as "não palavras" foram formadas pelas mesmas sílabas utilizadas no período de exposição, porém, ordenadas de forma diferente. O segundo experimento envolveu o mesmo processo de exposição e discriminação. As "não-palavras", nesse caso, foram construídas com sílabas envolvendo as extremidades das "palavras" contidas na gravação. A tarefa nesse caso é substancialmente mais complexa que no primeiro

---

[53]Statistical learning involves the same basic idea that participants can learn sequences without explicit awareness, but adds an additional component of tracking statistics over these sequences.

[54]

$$PTran(x|y)=\frac{Freq(xy)}{Freq(x)}$$

[55] Um exemplo se dá pela utilização da seqüência*: bidakupadotigolabubidaku*...Tem-se nesse caso, lembrando-se que as "palavras" têm três sílabas, probabilidade transicional P=1 para "bida" e P=0,33 para "kupa".

experimento, uma vez que as “não-palavras” também foram ouvidas no processo de exposição. A informação estatística de aparição dos agrupamentos silábicos foi, nesse caso, a única a permitir a diferenciação entre “palavras” e “não-palavras”.

Em ambos os experimentos, os bebês obtiveram sucesso na tarefa de discriminação, sugerindo que os bebês têm acesso a um poderoso mecanismo de computação de propriedades estatísticas para aquisição de linguagem (Saffran, 1996).

Estudo similar foi realizado posteriormente utilizando adultos e crianças entre 6 e 7 anos. Novamente, os sujeitos foram expostos a um discurso contínuo, cuja única pista para discernimento entre “palavras” e “não-palavras” era a probabilidade transicional inerente aos conjuntos silábicos (variando ente 0.31 a 1 para “palavras” e 0.1 a 0.2 entre “palavras”). Nesse experimento os sujeito não foram avisados sobre o papel das sequências silábicas que ouviram e foram orientados a realizar uma tarefa de colorir figuras em um computador (enquanto eram expostos às seqüências).

Os resultados do estudo demonstraram claramente que (1) o aprendizado pode ocorrer na ausência de atenção direcionada e que (2) o aumento do tempo de exposição ao estímulo melhorou a performance de ambos os grupos (Saffran, 1997).

Em estudo posterior, Saffran (1999) estende a perspectiva da possibilidade de aquisição de elementos de linguagem, no intuito de verificar se os mecanismos estatísticos de aprendizagem poderiam também apreender estímulos não linguísticos.

Novamente, adultos e crianças (bebês de oito meses) obtiveram sucesso na tarefa de discriminação, desta vez, de conjuntos de sons da escala diatônica com aparições estatisticamente diferenciadas, como ocorreu com a linguagem artificial utilizada nos experimentos anteriores. A performance de adultos e crianças na tarefa não-linguística, foi indistinguível da performance obtida nas tarefas de fluxo silábico (lingüísticas), sugerindo que os mecanismos de aprendizagem envolvidos na segmentação de palavras podem também ser utilizados para estímulos não linguísticos (Saffran, 1999).

Lew-Willians et al. (2012), demonstram ainda que, o conhecimento prévio de tamanhos de palavras guiam as expectativas perceptuais das crianças facilitando aquisição (estatística) posterior de novas palavras.

Os parâmetros encontrados em termos linguísticos e não linguísticos, apontam para a apreensão de acordo com a oferta estatística de ocorrência. Assim, o processo contínuo de apreensão, como formação de memórias, passa a moldar o sistema cognitivo de referências

que balizará novas apreensões, e assim sucessivamente, sugerindo desta forma que, tanto na linguagem quanto na música tonal, sistemas dependentes do tempo, passa-se a ter, via aprendizado, fluxo contínuo de apreensões baseado nos elementos precedentes (visto que a expectativa atendida facilita a apreensão), ou seja, a medida que o discurso (linguístico ou musical) se desenvolve, desenvolvem-se e modificam-se continuamente expectativas (predições) acerca do conteúdo futuro. Tais expectativas podem ocorrer em ordens estruturais diversas, bem como paralelamente no decorrer da audição.

Da mesma forma que um jogador de tênis, para obter sucesso em uma jogada, lida com a predição de parâmetros temporais e espaciais para poder ter êxito em golpear a bola, o ouvinte de música tonal faz, continuamente, predições temporais e qualitativas acerca das notas futuras e, assim como um "efeito" na bola de tênis pode mudar seu curso "enganando" o jogador do outro lado da quadra (frustrando expectativa), o ouvinte de música tonal também pode, por exemplo, ser surpreendido por uma nota antecipada ou atrasada em relação ao tempo predito. Em ambos os casos, tem-se em voga expectativas pessoais, moldadas por apreensão estatística de ocorrência. A frustração de expectativa, pelo efeito na bola, como pela nota antecipada se dá pela ocorrência de um evento com baixa probabilidade no lugar de um evento provável.

6.3 Potenciais relacionados a eventos - detectores de incongruência

O estabelecimento de pequenas correntes elétricas (iônicas) oriundas do funcionamento basal de neurônios, permite o monitoramento individual das células, diretamente, pela leitura da dinâmica de influxos e efluxos iônicos característicos de seu modo de funcionamento. A ativação simultânea de um grande grupo de neurônios é capaz, muitas vezes, de estabelecer correntes elétricas com amplitude suficiente para serem detectadas por eletrodos posicionados na superfície do escalpo. A técnica empregada nesse tipo de medidas é chamada de eletroencefalograma (EEG).

Potenciais relacionados a eventos (ERP's[56]) são sinais eletrofisiológicos obtidos em resposta a determinados estímulos, pela utilização de EEG. Kutas e Hillyard (1980), descobriram que, a detecção de uma palavra semanticamente inapropriada em uma sentença

[56]Event-related potentials

elicita um pulso elétrico negativo que ocorre 400ms após a detecção da incongruência (N400[57]). Posteriormente verificou-se que a amplitude do pulso variava como função inversa da expectativa em relação à palavra esperada na finalização de sentenças (Kutas e Hillyard, 1984). No quadro abaixo pode-se observar a modulação da amplitude em função do grau de congruência (segundo expectativas) das sentenças:

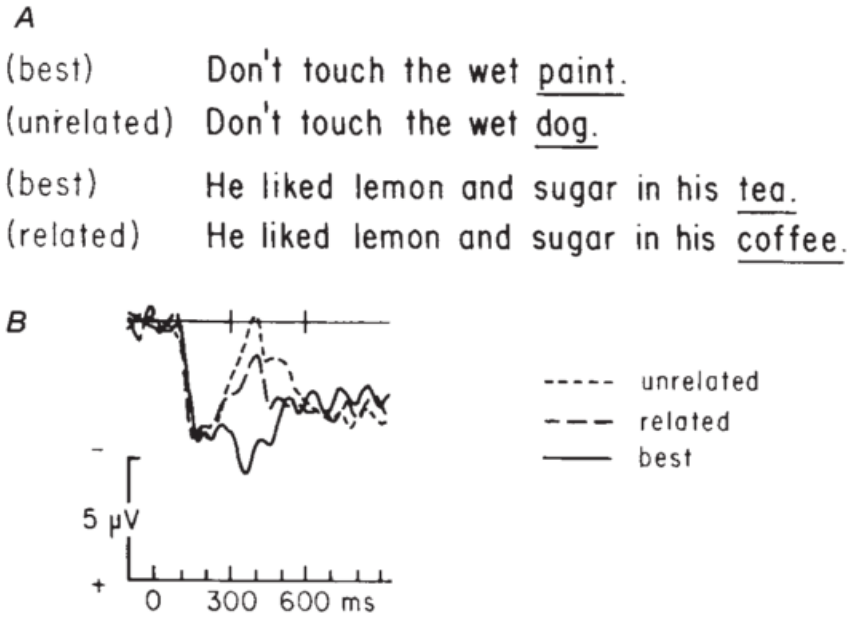


Figura 13 – Exemplo de modulação de N400 segundo grau de expectativa de finalização das sentenças. As ondas em B foram gravadas por eletrodos posicionados no lobo parietal.[58]

Com base nos achados de Kutas e Hillyard (1980, 1984), Besson e Faïta (1995) realizaram um estudo que visou descobrir se os sinais eletrofisiológicos, marcadores de incongruência, poderiam ser estendidos para o contexto musical. A pergunta inicial do estudo era se incongruências melódicas ou harmônicas, no contexto tonal, poderiam, assim como na linguagem, elicitar um componente N400.

Um dos experimentos, baseou-se na escuta passiva, por músicos e não músicos, de excertos musicais familiares e não familiares. A última nota dos excertos foi manipulada,

[57] No termo "N400" a letra "N" significa "negative" e o número "400", o tempo (em milissegundos) decorrido entre a geração do estímulo e a elicitação do pulso.
[58] Figura retirada de (Kutas e Hillyard, 1984)

gerando finais congruentes, diatônicos e não-diatônicos[59], de forma a se obter diferentes graus de incongruência.

Abaixo, um exemplo dos estímulos utilizados:

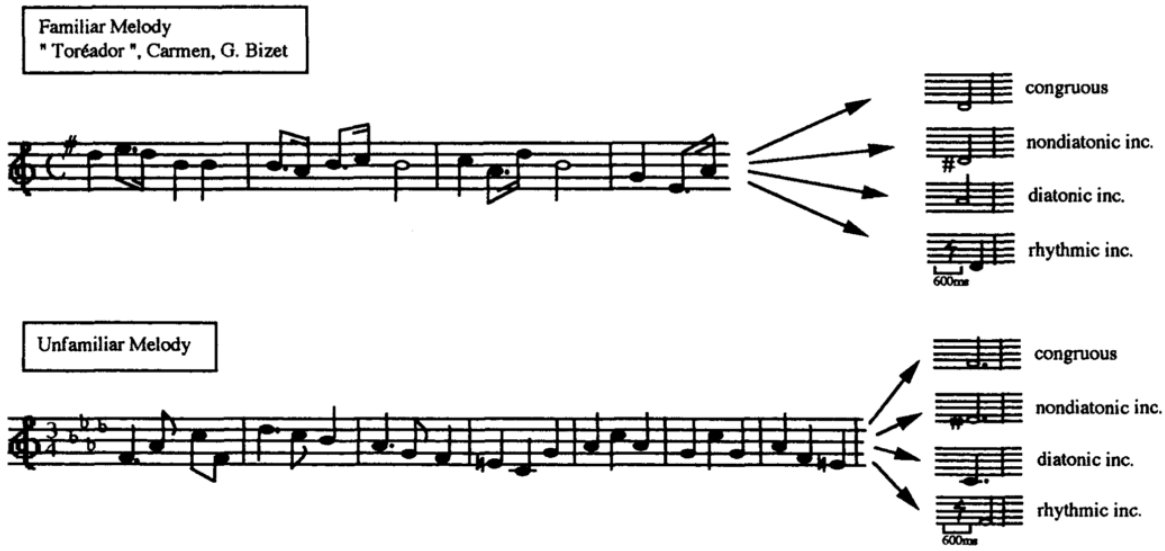


Figura 14 – Exemplo de excertos melódicos utilizados nos experimentos com suas múltiplas finalizações (Besson e Faïta, 1995).

Os resultados mostraram que, diferentemente dos casos de incongruência semântica na linguagem, incongruências sintáticas na música tonal elicitam um componente positivo, com pico a 600ms do momento de avaliação; o P600[60].

Tal qual o N400, o P600 também tem sua amplitude modulada em função inversa da congruência (expectativa), assim como apresenta maior amplitude para músicos do que para não músicos e também para excertos familiares do que para não familiares, podendo, dessa forma, ser considerado um instrumento confiável na detecção de incongruências no contexto tonal (Fig. 14[61]).

[59] Entende-se por congruentes, a nota mais esperada; diatônica, uma nota dentro do contexto tonal do excerto mas que não leve à sensação de encerramento; e, não-diatônica uma nota fora do contexto tonal, geralmente interpretada como "errada".

[60] Seguindo a mesma lógica explanada para o "N400", tem-se em "P600" a junção de "positive" (P) com o tempo, em milissegundos, entre estímulo e leitura do pulso (600).

[61] Por convenção, lê-se, no gráfico, positivo "para baixo" e negativo "para cima". A leitura é feita levando-se em consideração o ponto mais agudo de inflexão da curva.

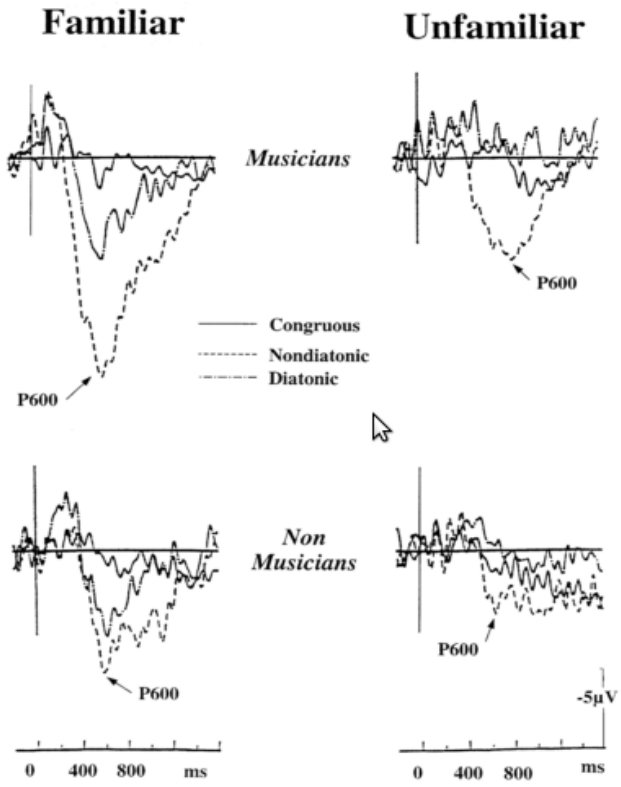


Figura 15 – Resultados de ERP's obtidos a partir da escuta passiva de excertos musicais com graus diferentes de congruência de finalizações. Os resultados foram obtidos por eletrodos localizados no lobo parietal e representam a média da população analisada. (adaptado de Besson e Faïta, 1995 apud Besson e Schön, 2001)

Os resultados encontrados, em síntese, são de extrema importância por evidenciar empiricamente que, notas específicas são esperadas em frases musicais, e que a formação de expectativas varia em função da familiaridade e do grau de conhecimento musical do ouvinte. "Assim, uma interessante similaridade entre música e linguagem, como mencionado, a capacidade de gerar fortes expectativas, é suportada por evidências empíricas" (Besson e Schön, 2001 p. 242).[62]

No capítulo seguinte, serão abordados estudos que visam, especificamente, mensurar expectativas melódicas, bem como evidenciar algumas possíveis relações estabelecidas entre os elementos melódicos que contribuem para a formação das expectativas.

[62] Thus, an interesting similarity between language and music, just mentioned, their ability to generate strong expectancies, is supported by empirical evidence.

7. Expectativas melódicas

Regularidades estatísticas ocorrem em diversas dimensões na música tonal. Huron (2007) apresenta algumas dessas regularidades no âmbito melódico que serão sintetizadas a seguir.

1. Proximidade de *altura*[63] - De acordo com levantamento estatístico abrangendo música de dez culturas pertencente a quatro continentes – Ásia, África, América e Europa, é possível afirmar que há forte tendência na utilização predominante de intervalos pequenos nas melodias. Por outro lado, estudos de tempo de reação confirmam que o processamento de pequenos intervalos é realizado em tempo significativamente menor do que o de grandes intervalos. Os dados experimentais, dessa forma, corroboram a ideia de que a familiaridade com o estímulo auditivo baliza as respostas perceptivas.

2. *Passo descendente*[64] – Vos e Troost[65] investigaram a regularidade dos padrões melódicos da música ocidental bem como sua percepção. Os resultados mostraram correlação positiva entre os achados estatísticos e as respostas perceptivas, indicando que os intervalos pequenos tendem a ser descendentes, e, em consequencia, os intervalos grandes, ascendentes.

3. Passo inercial[66] – O termo "step inertia" foi cunhado por Paul Von Hippel para se referir à propriedade de organização melódica em que pequenos intervalos (1 ou 2 semitons) tendem a ser seguidos por *alturas* que continuam na mesma direção melódica (seja ascendente ou descendente). Do ponto de vista estatístico, o próprio Von Hippel, examinando grande amostra de melodias envolvendo ampla gama de culturas, observou que somente os intervalos descendentes[67] tendem a manter direção melódica. Nesse caso os estudos de expectativa realizados divergiram, a princípio, do levantamento estatístico. A expectativa dos ouvintes tendeu a acompanhar o movimento do intervalo precedente independentemente da direção melódica. Vários pontos, no entanto, devem ser levados em conta ao se interpretar esses resultados. O mais importante talvez seja com respeito à adequação do modelo heurístico

[63]O termo original em inglês, *pitch* foi traduzido aqui, pela inexistência de termo equivalente em português, por *altura*. Vale salientar que o conceito de *pitch* envolve altura e croma. Desta forma, sempre que o termo altura se referir a *pitch*, será grafado em itálico para evitar confusões terminológicas.

[64] Tradução do termo em inglês "step declination"

[65] VOS P. G., TROOST, J. M. Ascending and descending melodic intervals: statistical finds and their perceptual relevance, 1989 vol. 6 n. 4 p.383-396

[66]Tradução do termo em inglês "step inertia"

[67] Von Hippel observou que 70% dos intervalos pequenos descendentes prosseguiam na mesma direção, enquanto que, para intervalos ascendentes, a distribuição foi praticamente equivalente entre o movimento na mesma direção e movimento contrário (49% dos intervalos ascendentes foram seguidos de intervalos descendentes)

empregado em relação à realidade da computação neural realizada. Supondo que a distribuição de intervalos ascendentes e descendentes na música ocidental seja equiprovável e levando-se em conta que 70% dos intervalos descendentes são seguidos por *alturas* na direção descendente (ou seja, na mesma direção) enquanto que no caso dos intervalos ascendentes essa porcentagem fica em torno de 50%, seguir (esperar) o movimento na mesma direção significa um índice de acerto em torno de 60%, ou seja, acima do acaso. Um outro fato diz respeito às condições experimentais utilizadas. Em um dos experimentos utilizados como referência, realizado por Paul Von Hippel, foi apresentada uma seqüência aleatória de 12 sons (escala cromática temperada) e pediu-se para que os participantes relatassem se a nota seguinte seria esperada em direção ascendente ou descendente. A utilização da escala cromática, assim como a distribuição aleatória das *alturas*, foi uma opção com o intuito de evitar qualquer tipo de viés harmônico na formação de expectativas. Essa condição, no entanto, elimina conteúdos estatísticos essenciais para a formação de expectativas, como a probabilidade transicional de ordens mais elevadas, própria das sequências melódicas não artificiais, podendo levar a conclusões equivocadas.

4. Regressão melódica – Desde o século XVI, teóricos da música têm observado a tendência de os grandes saltos intervalares serem seguidos por mudança de direção melódica. Em 1924 Henry Watt[68] analisou estatisticamente exemplos de músicas de Schubert e de canções Ojibway a fim de verificar essa hipótese. Os resultados do estudo mostraram que a proporção de intervalos que têm mudança de direção melódica tende a ser diretamente proporcional ao tamanho do intervalo. A mudança de direção melódica ocorre em 25 a 30% dos intervalos de 1 ou 2 dois semitons e em cerca de 70% dos intervalos de 12 semitons. Von Hippel e Huron[69] realizaram novos estudos empregando músicas de quatro continentes e obtiveram resultados similares aos de Watt. Análise mais amiúde verificou que, na verdade, há uma tendência à regressão à média, significando que intervalos cuja segunda nota se aproxima da "nota média" tendem a manter a direção de movimento. A análise perceptiva dos ouvintes, no entanto, mostrou que, para grandes intervalos, há expectativa de mudança de direção. Novamente há que se levar em conta que a maioria dos grandes intervalos são estatisticamente seguidos de mudança de direção, o que justifica a forma de escuta observada nos testes de expectativa.

---

[68] WATT, H. J. Functions of the size of interval in the songs of Schubert and of the Chippewa and Teton Soiux Indian. British Journal of Psychology, 1924 14: 370-386

[69] VON HIPPEL, P., HURON, D. Why do skips precede reversals? The effect of tessitura on melodic structure. Music Perception, 2000 18 (1): 59-85

Os quatro itens relatados por Huron (2007), assim como o exemplo linguístico proposto por Shannon (1951), tomam por base uma única dimensão linear do discurso. O discurso tonal, assim como o linguístico, no entanto, obedece a uma estrutura hierarquizada de construção. No caso da música tonal, pode-se enxergar a melodia balizada por um *contexto* tonal, e construída a partir de um conjunto de notas (escala diatônica) selecionadas de um conjunto maior (escala cromática). Desta forma, faz-se referência a cada uma das notas em uma determinada tonalidade pelo grau que representam na escala a qual pertencem.

Carol Krumhansl et al (1979) realizaram um estudo com o intuito de, via percepção, quantificar a hierarquia das funções tonais dentro do contexto diatônico. Para tal, foi criada a técnica chamada de "probe-tone", utilizada para a mensuração da expectativa gerada pela audição de uma escala incompleta de tons sucessivos.

Foram realizados, na ocasião, dois experimentos. Em ambos o contexto tonal foi criado pela utilização da escala ascendente e descendente de dó maior com a omissão da última nota (nota a ser avaliada). Os sujeitos foram divididos em três grupos de acordo com a experiência musical[70]. No primeiro experimento foram utilizados sons complexos sintetizados, enquanto que no segundo foram utilizados sons senoidais[71].

Em ambos experimentos, o sujeito experimental ouvia uma escala de Dó maior incompleta (fig.15) devendo julgar a adequação da oitava nota ("probe-tone") quantitativamente, de 1 a 7, sendo 1 "muito ruim" e 7 "muito bom". Os resultados podem ser vistos a seguir (Fig. 16):

[70] As médias de tempo de instrução e performance dos grupos são: Grupo 1: instrução: 7,4 anos, performance: 5,6 anos; Grupo 2: instrução: 5,5 anos, performance: 3,3; Grupo 3 instrução: 0,7, performance: sem experiência.
[71] O segundo experimento utilizou também "quartos de tom" entre os semitons de prova.

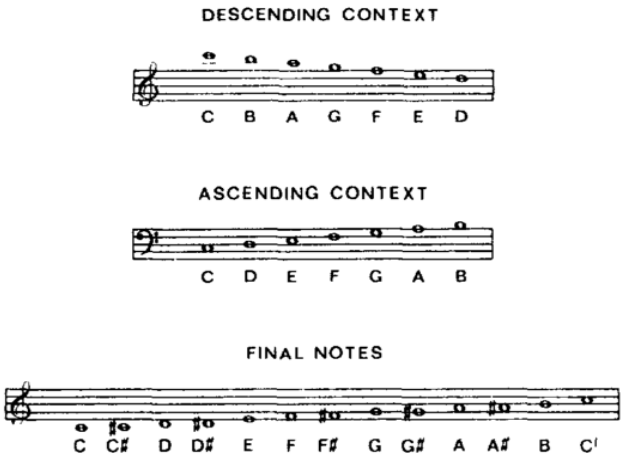


Figura 15 – Escalas - ascendente e descendente e as 13 notas finais utilizadas como provas (Krumhansl et al., 1979).

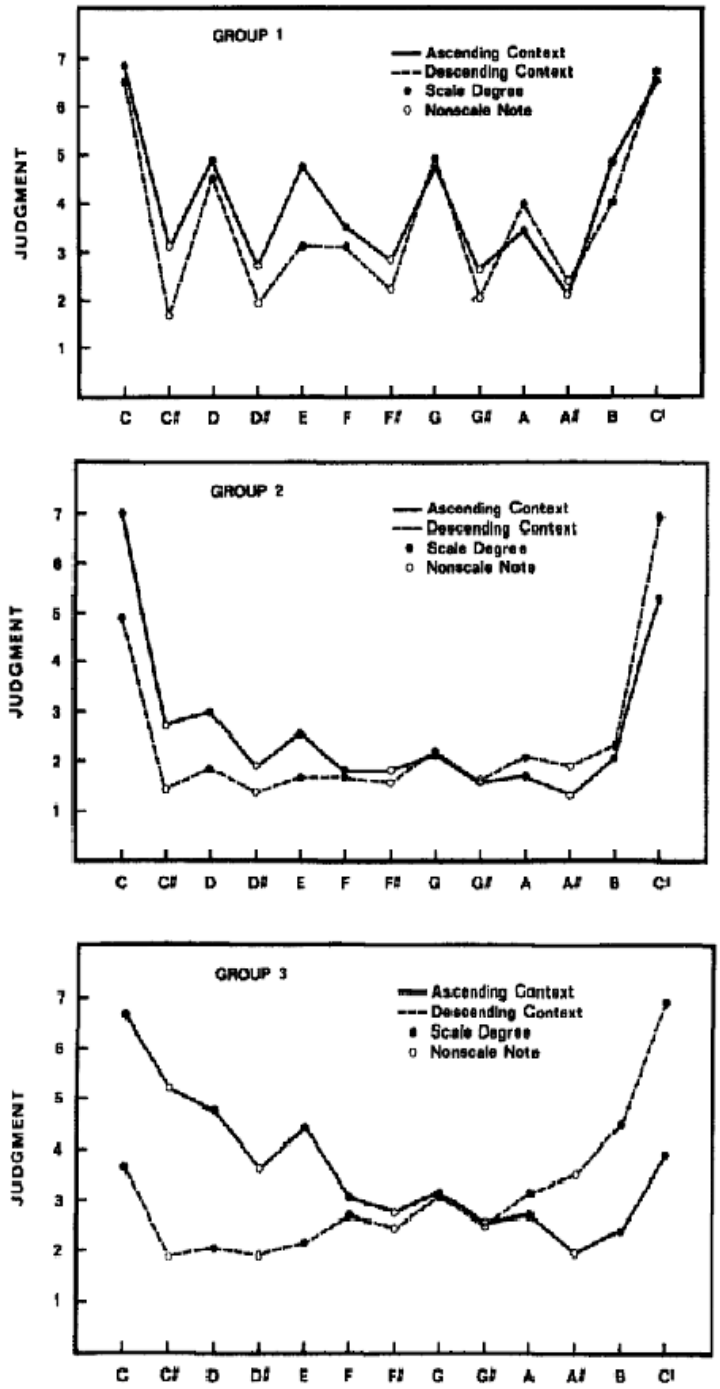


Figura 16 – Resultados dos testes de acordo com os três níveis de experiência musical (Krumhansl et al., 1979).

A experiência musical demonstrou ser fator significativo. No grupo 1, observa-se a tônica como grau mais bem avaliado, independentemente da oitava em que se encontra. Pouca

variação foi encontrada entre o contexto ascendente e descendente. No grupo 2 tem-se a proeminência da tônica sobre os outros graus da escala, sendo que a tônica foi avaliada de forma significativamente diferente quando apresentada em oitavas diferentes. No grupo 3, observa-se o espelhamento dos gráficos construídos no contexto ascendente e descendente. Em ambos os casos há tendência explícita de privilegiar notas mais próximas ao contexto empregado.

Os resultados foram similares para ambos experimentos. No segundo experimento foram interpoladas, entre os semitons, notas afinadas em quartos de tom. O julgamento dessas notas, no entanto, foi aproximadamente igual à média do julgamento dos tons cromáticos adjacentes indicando que, nas condições de teste, os sujeitos não foram capazes de discrimina-los, sendo assimilados como tons cromáticos da escala.

Um novo estudo mais abrangente foi posteriormente conduzido (Krumhansl e Kessler, 1982) no intuito de refinar e ampliar os dados do primeiro estudo. Para tal, foram realizadas algumas alterações na metodologia, bem como acrescentados novos tipos de teste.

Foram utilizados nesse novo estudo os seguintes contextos: escalas completas, tríades da tônica e cadências (IV V I, VI V I, e II V I). Todos os contextos foram utilizados no modo maior e também no modo menor. Foram também utilizadas diversas tonalidades para evitar qualquer viés relacionado à tonalidade de Dó maior.

A tarefa consistiu, nesse estudo, em julgar a adequação do “probe tone” no sentido musical do contexto. Foram utilizados somente sujeitos com boa experiência musical[72].

De modo geral, os resultados nos modos maiores replicaram os resultados obtidos no estudo anterior (1979) quando comparados aos sujeitos com prática musical, sendo a maior avaliação atribuída à própria tônica, seguida dos graus V, III e dos graus remanescentes da escala (II, IV, VI e VII). As menores avaliações, como previsto, foram atribuídas aos graus não pertencentes às devidas escalas.

Os resultados obtidos nas tonalidades menores foram similares aos das tonalidades maiores, havendo uma inversão, no entanto entre as avaliações dos graus V e III, ou seja, nas tonalidades menores o grau IIIb foi mais bem avaliado que o grau V.

A inversão nas avaliações (entre os graus V e III) pode refletir o fato de que na escala menor, o terceiro grau se relaciona à tonalidade relativa maior da escala em questão (a relativa maior de, por exemplo, Cm (Im), é Eb (IIIb)).

[72] Os sujeitos utilizados tinham em média aproximadamente 11 anos de estudo instrumental ou vocal, 12 anos de experiência em grupos instrumentais e 2 anos de experiência em coral.

De um modo geral, os resultados mostraram que os ouvintes integram funções harmônicas sobre múltiplos acordes, desenvolvendo um sentido de tonalidade que pode ser reavaliado por acordes adicionais, sugerindo que as relações percebidas entre acordes e tonalidades são mediadas por uma representação interna hierárquica das funções tonais de tons unitários na música. (Krumhansl e Kessler, 1982).

Embora o método “probe tone” criado por Krumhansl tenha demonstrado ser eficiente, levando a importantes resultados, há um problema a ser considerado. No “probe tone”, a melodia pára antes de o ouvinte realizar a avaliação, podendo levar a um efeito indireto de finalização. Uma vez que as frases finais na música ocidental tendem a balizar-se por estruturas estereotipadas, com a utilização de cadências típicas, há a tendência a se tomar os resultados como expectativa de finalização, de forma diferenciada da expectativa gerada no decorrer da audição musical.

O modelo proposto Krumhansl chamado de “Teoria da hierarquia tonal”, juntamente com o “modelo implicacional-realizacional” proposto pro Eugene Narmour constituem a base da maior parte das pesquisas quantitativas em expectativa melódica (Aarden, 2003).

Com o intuito de verificar a validade das assertivas presentes em ambos os modelos, Bret Aarden (2003) conduziu um estudo utilizando um novo método de verificação de expectativa melódica baseado no tempo de reação.

O novo método foi desenhado de forma a permitir a medida de expectativa melódica sem interrupção da melodia, havendo a possibilidade de medida nota a nota, com a melodia em curso, eliminando o problema de indução à percepção de finalização encontrado no “probe tone”e com a vantagem de não depender de respostas subjetivas dos ouvintes.

Baseado em estudos anteriores, Aarden (2003) afirma que tempos de reação pequenos indicam grande expectativa, enquanto que tempos de reação grandes estariam relacionados a violações de expectativa.

O estudo foi composto por três experimentos utilizando somente escalas maiores e sujeitos graduados em música. A tarefa foi, basicamente, a de identificação de contorno melódico. Após a audição de cada uma das notas de uma sequência, o sujeito deveria pressionar um dos três botões existentes, indicando se a nota, em relação à anterior formava um intervalo ascendente, descendente o uníssono. Os tempos de reação de cada resposta foram medidos e, assim, indiretamente, obteve-se a mensuração de expectatativa para cada uma das notas avaliadas.

Os resultados obtidos por Ardeen (2003) demonstraram (1) a validade de método de tempo de reação para medida de expectativa melódica, visto que, sob condições equânimes pode-se replicar os dados de Krumhansl e Kessler (1982) e, (2) a confirmação da hipótese do viés de expectativa de finalização aventado acerca dos resultados de Krumhansl.

Desta forma, verificou-se a existência de duas condições de expectativa sendo uma para melodia em fluxo e outra para finalização melódica, podendo ser descritas como esquema perceptual de continuação e de finalização (Aarden, 2003).

Ambas as categorias perceptuais, quando confrontadas com dados estatísticos retirados de músicas reais, apresentam com estes, alto índice de correlação, reforçando a hipótese da apreensão segundo oferta estatística do material musical.

Um último estudo acerca de expectativa melódica será relatado detalhadamente no intuito de abarcar a questão de forma mais abrangente

Pearce et al. (2010) conduziram um cuidadoso estudo reunindo evidências comportamentais e eletrofisiológicas juntamente com um modelo computacional.

O modelo computacional utilizado foi do tipo “não supervisionado”. Diferentemente do modelo “baseado em regras”, o modelo “não supervisionado” gera expectativas baseado em associações aprendidas entre eventos co-ocorrentes, utilizando essas associações para predizer eventos futuros com base no contexto presente.

O estudo utilizou um modelo de expectativa musical baseado em aprendizado estatístico, estimativa probabilística e teoria da informação. Partiu-se da hipótese de que, enquanto se ouve música (ou outros fenômenos sequenciais) o cérebro antecipa ou prediz possíveis continuações do contexto musical corrente. Essas predições foram baseadas em um modelo de domínio perceptivo (música, no presente caso) formado por um processo indutivo de aprendizado estatístico não supervisionado da estrutura sequencial percebida.

Especificamente foi predito que os ouvintes estimam a probabilidade de diferentes sequências segundo suas experiências musicais prévias. Notas com alta probabilidade de ocorrência são esperadas, gerando alta expectativa, enquanto notas com baixa probabilidade não são esperadas gerando pouca (ou nenhuma) expectativa.

O objetivo do modelo foi estimar a distribuição de probabilidade condicional que regula a probabilidade de ocorrência da *altura* da próxima nota em uma melodia de acordo com as notas precedentes. Feitas as estimativas de probabilidade condicional, as expectativas

podem ser quantificadas pelo conteúdo de informação[73]. O conteúdo de informação de um evento é inversamente proporcional à probabilidade encontrada. As estimativas probabilísticas são feitas com utilização dos modelos “N-gramas”.

Durante o treinamento do modelo, o conteúdo estatístico foi adquirido por meio de análise de alguns *corpus* de sequências. Quando o modelo treinado é exposto a uma sequência desenhada pelo domínio alvo, ele utiliza as contagens de frequência associadas com os n-gramas para estimar a distribuição probabilística que regula a identidade do próximo símbolo da sequência, dados os símbolos precedentes $n-1$. A quantidade $n-1$ representa o número de símbolos que compõem o contexto em que é feita uma predição e é chamado de ordem do modelo. Quando $n=1$, tem-se a regulação de ordem “0” (monograma), significando que cada símbolo depende unicamente de uma contagem, independendo do contexto.

Modelos de baixa ordem são pouco eficientes já que carregam pouca, ou nenhuma influência do contexto na inferência de expectativas. O incremento da ordem, por outro lado, pode evitar a captura de grande parte das regularidades presentes no material de treino. Para lidar adequadamente com esses tipos de problemas, o modelo empregado por Pearce et al. (2010) mantém frequência de contagem durante a fase de treino para n-gramas de todos os *n* possíveis em dado contexto.

Durante a predição, as distribuições são estimadas pela utilização de uma combinação linear ponderada de todos os modelos inferiores de ordem variável, o qual é determinado em cada contexto preditivo utilizando heurística simples desenhada para a minimização da incerteza. A combinação é desenhada tal que predições de alta ordem recebam maior peso que predições de baixa ordem, de forma que, como um todo, o modelo possa refletir ambas as magnitudes de ordens, privilegiando as informações que melhor retratem o contexto corrente.

O processo de modelagem se inicia com a seleção de um conjunto de características de interesse e o treino de distintos modelos de n-gramas para cada uma dessas características. Para cada evento na melodia, cada característica é predita usando (1) um modelo de “longo prazo”, treinado sobre todo o conjunto de treino, codificando expectativas esquemáticas com base um longo tempo de exposição a um grande corpus de música e (2) um modelo de “curto prazo” treinado de forma incremental para cada melodia individual, codificando expectativas locais de aprendizado incremental pela análise melódica no decorrer da escuta. O objetivo é

[73] O conteúdo de informação de uma determinada nota na seqüência é determinado pelo logaritmo negativo de base 2 da probabilidade: $-\log_2(p(x_i|x_1, .., x_{i-1}))$

que a influência de ambas as formas perceptivas de expectativa sejam contempladas no modelo como um todo.

As predições de *altura* no modelo em questão derivam das representações de intervalo e também do grau da escala, refletindo a influência fundamental, tanto da estrutura melódica, como também da tonal. Os modelos de longo prazo foram treinados segundo um conjunto de 903 composições incluindo canções folclóricas alemãs e canadenses e melodias corais.

Os resultados comportamentais demonstraram suportar efetivamente o modelo computacional. O estudo foi desenhado de forma a se julgar as expectativas sem interrupção da sequência, evitando-se o efeito de "finalização", assim como no estudo de Aarden (2003). Notas estimadas com alta probabilidade condicional (baixo conteúdo de informação) foram avaliadas como "notas esperadas" pelos ouvintes (e evocaram respostas rápidas de tempo de reação), enquanto que notas estimadas como de baixa probabilidade condicional (alto conteúdo de informação) foram avaliadas como "não esperadas" (e produziram respostas com tempos de reação maiores).

Uma vez que o experimento utilizou participantes músicos e não músicos, pôde-se observar o efeito do treino musical sobre a formação de expectativas. Os participantes treinados musicalmente demonstraram aumento nas avaliações de expectativas e correspondente decréscimo de resposta em tempo de reação para provas de alta probabilidade quando comparadas com provas de baixa probabilidade. Também foi analisado o efeito da familiaridade sobre a expectativa, sendo que alterações foram notadas mais explicitamente nas avaliações de expectativa do que nos tempos de reação. As expectativas tiveram acréscimo em função da familiaridade principalmente no caso de notas com baixa probabilidade de ocorrência, sendo que os efeitos foram maiores para músicos em relação aos não músicos, corroborando a tese de que as expectativas musicais são baseadas em aprendizado.

Em experimento eletrofisiológico realizado separadamente, encontrou-se que alta e baixa probabilidades foram caracterizadas por padrões distintos de atividade neural, predominantemente em oscilações de banda beta e sincronização de fase. Juntos, os padrões sugerem que o processamento melódico deve envolver um acoplamento íntimo entre percepção e produção de eventos auditivos sequenciais.

Os resultados do estudo estabeleceram que expectativas perceptuais em melodia podem ser modeladas em termos probabilísticos como resultado de um processo de

aprendizado estatístico não supervisionado, além de mostrar que eventos melódicos associados a alto ou baixo conteúdo de informação são caracterizados por distintos padrões de atividade neural. Os resultados sugerem ainda que a percepção de expectativas melódicas utiliza sistemas neurais similares aos relacionados à interação auditivo-motora, provendo evidências entre a ligação entre percepção e ação na percepção musical. (Molnar-Szakacs and Overy, 2006 apud: Pearce et al. 2010)

6.1 Considerações

Nos capítulos anteriores, foi discutida, em diferentes instâncias, a apreensão estatística de regularidades do meio, e sua importância como material referencial para a formação de predições.

No presente capítulo foram apresentadas evidências de estudos comportamentais especificamente voltados para a formação de expectativas melódicas, de forma a se possibilitar vislumbrar, dentro do contexto musical, elementos abordados anteriormente de forma mais global.

Os experimentos realizados por Krumhansl, evidenciaram claramente a dependência entre a formação de expectativas melódicas e o grau de treinamento musical, refletindo, entre outros fatores, a influência quantitativa de exposição ao material sonoro na moldagem de expectativas.

Por outro lado, evidencia-se também que as expectativas, na música tonal, são construídas levando em conta relações internas ao material musical. Assim, ao se aferir a internalização de um sentido tonal, com organização hierarquizada, aponta-se para a construção de um tipo de representação mental na qual esteja contida a estrutura subjacente ao material sonoro tal qual apontado, genericamente, nos estudos de Tillmann e Poulin Charronnat (2010).

Meyer (1970) alertou para alguns dos cuidados a serem tomados ao se tratar estatisticamente o material musical. Dentre eles, a necessidade de se levar em conta diferentes níveis hierárquicos e o contexto nos quais os dados são avaliados, pois diferentes esteriótipos ocorrem em diferentes níveis de estruturação musical, levando a diferentes distribuições probabilísticas. A busca de Aarden (2003) por um método que evitasse o sentido de finalização de frase, encontra fundamentos na assertiva de Meyer (1970), o que, de fato, foi

demonstrado pela diferença entre os dados de Aarden (2003) e os primeiros dados de Krumhansl e Shepard (1979).

Os resultados dos estudos de ERP de Besson e Faïta (1995) convergem, de modo geral, com os resultados de Krumhansl e Shepard (1979), "demosntrando a importância das estruturas tonais subjacentes para a percepção de frases musicais[74]" (Besson e Faïta, 1995 p. 1292). No entanto, o estudo de Besson e Faïta (1995) utiliza somente três tipos de finalização, de forma que os próprios autores apontaram para a necessidade de novos estudos que utilizassem diferentes graus de violação harmônica.

Entende-se que seria elucidativa, visto o panorama após as inferências de Aarden (2003), a realização de experimento utilizando ERP capaz de confrontar os dados de Aarden (2003), realizando as medições (no caso proposto, eletrofisiológicas) *durante* o curso da audição musical. A utilização de ERP, possibilitaria, inclusive, a expansão do modelo, com a utilização do repertório musical real como estímulo, aproximando assim a condição experimental da condição natural de escuta.

O último estudo apresentado no capítulo reúne dados comportamentais a um modelo computacional, de forma a construir um estudo bastante abrangente. A ênfase dispensada à descrição de detalhes da construção do modelo computacional se justifica pela possibilidade de confronto entre um modelo construído sob a égide de fundamentos estatísticos com dados empíricos dos outros experimentos apresentados neste capítulo.

A preocupação de busca de um tipo de apreensão que leve em conta diversas ordens de distribuição probabilística e predições pautadas na combinação ponderada de diversas ordens, aproxima o modelo da complexidade que se julga inerente à apreensão humana. O fato das predições geradas pelo modelo concordarem com dados comportamentais o habilita, efetivamente, dentro de suas restrições, como modelo de apreensão e formação de expectativas, corroborando e sintetizando importantes conceitos empregados no decorrer deste trabalho, como o aprendizado implícito de estruturas subjacentes ao material musical engendrado pela apreensão de regularidades do meio que, por sua vez baliza a formação de novas expectativas.

O atendimento ou não de expectativas, de um modo geral, tem relação direta, como já explanado, com o sistema dopaminérgico, gerando respostas que atuam sobre os mecanismos de recompensa. O próximo capítulo tratará, especificamente, de respostas fisiológicas ao

[74] "...demonstrating the importance of the underlying tonal structure for the percep- tion of musical phrases."

material musical, enfatizando o envolvimento dos mecanismos de recompensa na audição da música tonal.

8. Música e Emoção – evidências objetivas

No capítulo 1 foi apresentada a relação entre música e emoção por uma perspectiva musicológica. A relação, por essa ótica, pode exercer diferentes papéis com graus diferenciados de importância. No entanto, a despeito da filiação musicológica adotada, e independentemente ao status atribuído, não se pode negar os aspectos afetivos envolvidos no processo de fruição musical.

Diferentes tipos de técnica têm sido empregadas nos últimos anos no intuito, não só de monitorar as respostas emocionais à música, mas também de verificar objetivamente sua natureza.

A experiência musical provoca mudanças autonômicas dinâmicas como pressão sanguínea, batimentos cardíacos, respiração, reflexos psico-galvânicos e tensão muscular (Harrer e Harrer, 1977) e respostas emocionais que incluem liberação de hormônios como noradrenalina e cortisol via gândula adrenal (Rickard, 2004).

Harrer e Harrer (1977) monitoraram a frequência cardíaca do maestro Herbert von Karajan durante regência da "Eleonora n.3"[75] e verificaram que as frequências mais altas encontradas não se relacionavam aos momentos de maior esforço físico no ato da regência, mas sim, às passagens de maior impacto emocional. As passagens registradas foram as mesmas relatadas pelo próprio maestro em conversa posterior como sendo as que mais o tocavam emocionalmente. Durante a audição da gravação da mesma música pelo próprio maestro, observou-se variações de frequencia cardíaca qualitativamente similares às variações obtidas no ato da regência, sendo que durante a simples audição os valores absolutos foram significativamente menores.

A frequência cardíaca de von Karajan foi monitorada durante o exercício de outras atividades. Uma das monitorações foi realizada enquanto Von Karajan pilotou um caça. Foi pedido ao maestro que fizesse três manobras de grande aproximação do solo seguidas de subidas íngremes. Curiosamente, as alterações de frequêcia cardíaca durante a execução da tarefa foram menores do que as induzidas pela música. (fig. 17)

[75]Abertura da ópera Fidelio Op. 72 de L. W. Bethoven.

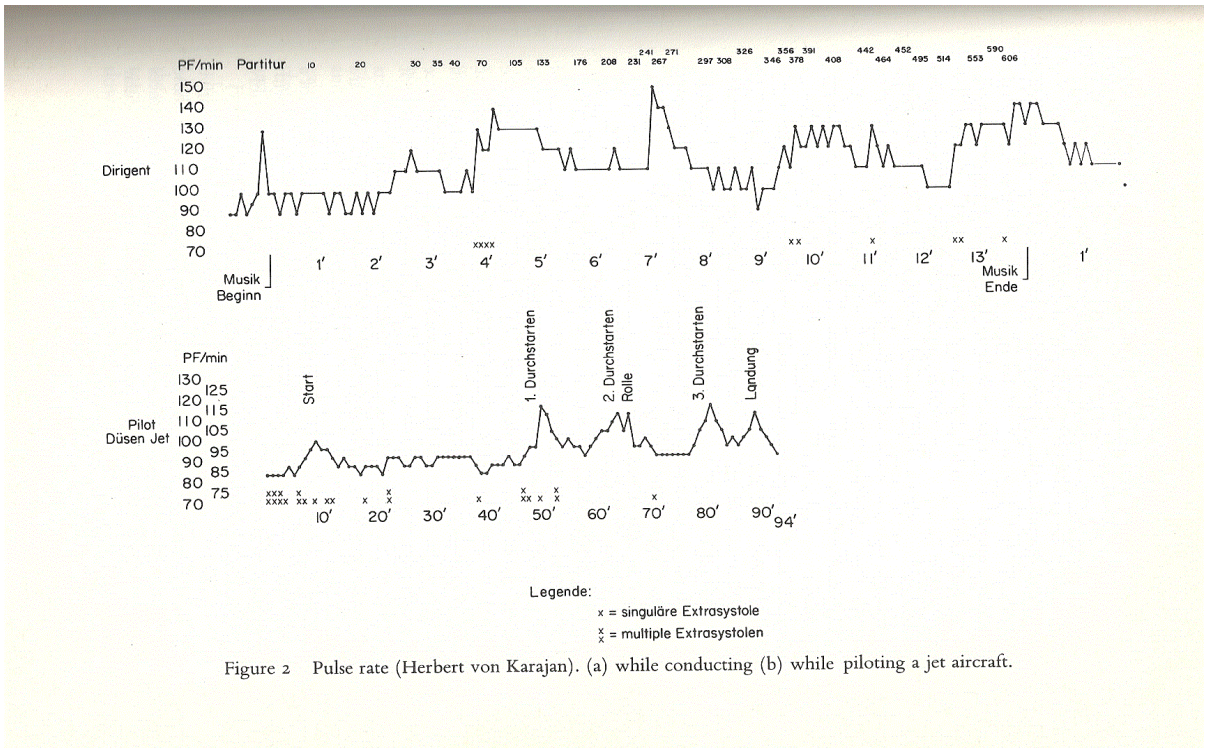


Figure 2 Pulse rate (Herbert von Karajan). (a) while conducting (b) while piloting a jet aircraft.

Figura 17 – Registro de frequência cardíaca do maestro Herbert von Karajan (a) regendo e (b) pilotando um caça (Harer e Harer, 1977).

A evolução das técnicas de imageamento vêm proporcionando, paulatinamente, a realização de estudos mais precisos e abrangentes acerca do funcionamento do sistema nervoso, permitindo a determinação de áreas cerebrais envolvidas em tarefas específicas.

Blood e Zatorre (2001) utilizaram tomografia por emissão de pósitrons[76] (PET) para o estudo dos mecanismos neurais relacionados à resposta emocional intensa à música. No estudo, sujeitos músicos avaliaram a magnitude de arrepios provocados por música de própria escolha, enquanto escaneados por PET e monitorados seus batimentos cardíacos, freqüência respiratória , eletromiograma e temperatura da pele.

[76] A tomografia pro emissão de pósitrons é uma modalidade de diagnóstico por imagem de medicina nuclear que tem por objetivo avaliar o funcionamento metabólito de tecidos e órgãos, ou seja, fisiologia. A formação da imagem nessa modalidade ocorre pela detecção da energia gama liberada pela aniquilação entre um elétron e um pósitron, este, oriundo do radiofármaco. O radiofármaco é um composto administrado ao paciente, antes do exame, formado por uma solução fisiológica, cujo metabólito é utilizado pelo tecido que se quer estudar, agregado a um radioisótopo que se associe à solução. Assim, maior detecção de eventos de aniquilação pósitron-elétron, significam maior concentração de radiofármaco no tecido, e, portanto, maior atividade metabólica (Castro Jr., 2006).

Foram medidas alterações de fluxo sanguíneo cerebral (rCFB[77]) em resposta à experiências musicais prazerosas capazes de provocar arrepios e calafrios na espinha. Respostas subjetivas com relação aos arrepios foram acompanhadas por alterações na frequência cardíaca, respiração e eletromiograma.

Identificou-se, via rCBF, a ativação de estruturas frequentemente associadas à circuitaria responsável pelos mecanismos de recompensa.

A análise da correlação do incremento nas avaliações da intensidade de arrepios identificaram incremento do rCBF no estriado ventral esquerdo, mesoencéfalo dorsomedial, ínsula bilateral, córtex orbitofrontal direito, tálamo, córtex cingulado anterior, área motora suplementar e cerebelo (bilateral). Observou-se também decréscimo de rCBF com o aumento da intensidade de arrepios na amígdala direita, hipocampo/amígdala esquerda, córtex pré-frontal ventromedial e, bilateralmente, em regiões neocorticais posteriores, particularmente nas regiões cuneus/precuneus.

Os resultados encontrados no estudo sugerem que o prazer da escuta musical pode ser maximizado não somente pela ativação do sistema de recompensa, mas, pelo decréscimo simultâneo de atividade em estruturas que mediam sentimentos negativos como a amígdala.

Avaliação de intensidade emocional e agradabilidade tendeu, no estudo, a ser maior do que a intensidade dos arrepios, fato que, segundo os autores, sugeriria que intensidade emocional e agradabilidade devessem alcançar um certo nível antes de deflagrar a experiência de arrepio.

A experiência de arrepio tem sido relacionada à audição de músicas com grande potencial emocional, havendo correlação entre o incremento de arrepios e o aumento de condutância da pele (Rickard, 2004). De modo geral, no entanto, há dados que suportam que a experiência de arrepios e calafrios na espinha ocorrem em função de violações de expectativas (Sloboda, 1991), em particular, violações de métrica, dinâmica ou harmonia (Huron, 2007).

Brown et al. (2004) conduziram novo estudo utilizando PET com o objetivo de verificar se áreas cerebrais que auxiliam respostas estéticas à música poderiam responder espontaneamente, sem instruções explícitas para o processamento cognitivo de respostas emocionais, da mesma forma como ocorrera no estudo de Blood e Zatorre (2001), onde as instruções integravam o experimento.

[77]Do inglês: “regional cerebral blood flow”

Para tal, utilizou-se unicamente de audição musical passiva, sem orientação para nenhum tipo de avaliação, julgamento emocional ou cognitivo. Os sujeitos utilizados foram todos não músicos e as músicas utilizadas, não familiares (porém julgadas posteriormente como agradáveis), de forma a garantir a ausência de quaisquer influências de esquemas de análise predeterminados.

Foram observadas ativações no giro cingulado subcaloso, divisão afetiva do córtex cingulado anterior pré-frontal, córtex retrosplenial, hipocampo, ínsula anterior e núcleo acumbente.

Corroborando a hipótese das emoções positivas suportadas pelo hemisfério esquerdo, observou-se mais ativação límbica e paralímbica nesse hemisfério, refletindo talvez respostas estéticas positivas. Comparado ao estudo de Blood e Zatorre (2001) pôde-se averiguar que muitas das regiões ativadas, em ambos estudos, tinham correspondência, embora com alguma diferença de localização, provavelmente, em função de peculiaridades dos estudos, como por exemplo, as ativações relacionadas a respostas físicas (de arrepio) ausentes no segundo estudo. De forma geral, entretanto, pode-se considerar os estudos como complementares (Brown et al. 2004).

A importância central do estudo, no entanto, se dá pelo fato de se ter observado, pela primeira vez, a respostas espontâneas nas regiões límbica e paralímbica, durante a audição passiva de música não familiar (porém agradável).

Embora ambos os estudos tenham apontado para a ativação de regiões ligadas à recompensa, a verificação estrita de que os sistemas ativados durante a audição musical eram os mesmos utilizados por outros comportamentos motivados, tais como comportamento alimentar ou sexual dependia, em primeiro lugar, de técnicas de imageamento mais precisas, visto que a PET não possui resolução espacial suficiente para a determinação do envolvimento do núcleo acumbente. Uma vez detectada a ativação, esta deveria, ainda, ocorrer em um momento preciso, após a ativação de estruturas do lobo frontal, responsáveis por pelo processamento do esqueleto e significado[78] musicais (Levitin, 2010).

Os resultados positivos foram verificados em estudo conduzido por Menon e Levitin (2005) com utilização de ressonância magnética funcional (fMRI) associada às técnicas

[78]Optou-se por manter o termo utilizado originalmente pelo autor. O termo “significado musical” no entanto, deve ser entendido aqui no sentido da relação entre seus componentes interiores, de acordo com esquema aprendido.

matemáticas de conectividade funcional e efetiva que permitiram a análise momento a momento das ativações cerebrais.

Novamente (como no estudo de Brown et al, 2004), foram utilizados sujeitos não músicos, para evitar contaminação dos resultados por esquemas analíticos previamente adquiridos.

Foram encontradas ativações em várias regiões subcorticais incluindo núcleo acumbente, área tegmental ventral e hipotálamo, além de significante ativação bilateral em regiões corticais incluindo córtex frontal inferior (direito e esquerdo), córtex orbitofrontal, córtex cingulado anterior, vermis cerebelar e tronco encefálico.

A análise conectiva funcional sugeriu forte acoplamento entre núcleo acumbente, área tegmental ventral e hipotálamo durante processamento musical, enquanto que a análise de conectividade efetiva trouxe evidências de uma robusta interação entre área tegmental ventral/ núcleo acumbente com o hipotálamo, ínsula e córtex orbiofrontal.

Essas análises permitiram especular acerca dos processos neuroquímicos que mediam respostas afetivas à música. O aspecto hedônico da recompensa parece ser modulado por um opióide endógeno no núcleo acumbente, regulado, por sua vez, através das projeções dopaminérgicas da área tegmental ventral.

Um segundo aspecto da análise conectiva relaciona-se à interação entre os sistemas afetivo e autonômico. Além do hipotálamo, a ínsula mostrou extensiva conectividade efetiva com o núcleo acumbente. Essas estruturas são os mais importantes pontos nodais envolvidos com funções autonômicas, somáticas e emocionais.

A contribuição central do estudo emerge, no entanto, da estreita interação encontrada entre os sistemas afetivos e de recompensa com os sistemas autonômicos e cognitivos em resposta a audição musical (Menon e Levitin, 2005).

Os estudos de Brown et al. (2004) e Menon e Levitin (2005) mostraram que a audição passiva de música é capaz de ativar os mecanismos de recompensa gerando respostas hedônicas. Em ambos os estudos, no entanto, os sujeitos são orientados a prestar atenção na música, de forma que as respostas são apresentadas a partir da escuta consciente.

As respostas emocionais, de modo geral, podem ser deflagradas sem a consciência dos seus indutores e sem, elas próprias, emergirem à consciência (Damásio, 2000).

Uma vez estabelecido que os mecanismos responsáveis por respostas emocionais à música são os mesmos utilizados por outros tipos de comportamento, é razoável pensar que outras caraterísticas relativas ao sistema emocional também devam ser compartilhadas.

Alguns casos patológicos têm trazido à tona uma interessante relação entre consciência e repostas emocionais.

Damásio (2000) relata a o caso de um paciente com extensa lesão nos lobos temporais, incluindo hipocampo e amígdala, gerando grave distúrbio de aprendizado e memória. O paciente era incapaz de apreender qualquer fato novo, o que, por conseguinte, o tornava incapaz de reconhecer pessoas novas, seja pelo nome, rosto ou voz. Curiosamente, o paciente demonstrava, no dia a dia, preferências ou aversões por determinadas pessoas.

Tranel e Damásio[79] submeteram o paciente a um experimento onde tomou contato com três pessoas que o tratavam distintamente. Durante uma semana, um dos pesquisadores o tratou de forma absolutamente neutra, outro de forma agradável e simpática e o terceiro o tratava de forma ríspida, negando seus pedidos e o submetendo a testes maçantes.

Na segunda fase do experimento foram apresentadas ao paciente conjuntos de quatro fotografias que incluíam os três pesquisadores com os quais convivera no experimento dos últimos dias. A tarefa do paciente foi a de indicar, entre as pessoas apresentadas nas fotografias, (1) qual delas ele procuraria caso precisasse de ajuda e (2) quem ele julgaria ser seu amigo.

O pesquisador que o tratou de modo afável, quando presente no conjunto apresentado, foi apontado pelo paciente em 80% das vezes, enquanto que o pesquisador que o tratou de maneira neutra foi apontado com uma probabilidade não maior que o acaso. O pesquisador que o tratou de maneira ríspida quase nunca foi apontado.

Perguntado, a seguir, olhando para o rosto dos três pesquisadores, sobre o que sabia dizer sobre cada um deles, foi incapaz de fornecer qualquer resposta. No entanto, quando indagado sobre qual deles seria seu amigo, ele apontou para o pesquisador que havia sido afável nos últimos dias.

Os resultados evidenciaram a apreensão e identificação de valências afetivas sem acesso consciente a seus indutores, uma vez que tal acesso era impossibilitado pela sua condição neurológica.

---

[79]TRANEL D. DAMÁSIO A. R. The covert learning of affective valence does not require structures in hippocampal system or amygdala. Journal of Cognitive Neuroscience, vol 5, pp.79-88, 1993.

No contexto musical, uma caso ainda mais curioso foi apresentado por Matthews et al. (2009). O paciente era um arquiteto de 30 anos com agnosia auditiva em consequência de neurodegeneração cortical.

O paciente apresentou resultados de audiometria próximos do normal para tons puros demonstrando integridade da via periférica. No entanto, era incapaz de reconhecer palavras, sons do ambiente, músicas familiares ou elementos musicais, tais como, instrumentos solo ou melodias, não conseguindo também reproduzir ritmos ou melodias de músicas conhecidas ou acompanhar uma peça musical ritmicamente batendo as mão ou os pés.

Em uma série de testes, o paciente demonstrou não ser capaz de distinguir valências afetivas em excerto musicais, mas, curiosamente, apresentava respostas afetivas e de prazer quando lhe eram apresentadas músicas pertencentes à sua própria coleção, adquirida antes do progresso do quadro de agnosia. Ao ouvir músicas de sua própria coleção, o paciente descrevia detalhes sobre a instrumentação utilizada e gesticulava ritmicamente com as mãos ou com o pés. As descrições, no entanto, assim como a gesticulação não apresentavam correspondência com os elementos presentes nos correspondentes contextos musicais apreciados, levando a crer que, embora houvesse um reconhecimento de familiaridade, o processamento da informação em tempo real estava comprometido.

O caso apresenta uma variação curiosa do caso apresentado por Damásio (2000) no sentido de que, o paciente parece reconhecer a fonte indutora, uma vez que comenta detalhes (embora não correspondentes com a realidade) das músicas pertencentes ao seu próprio repertório. Também ao contrário do paciente de Damásio (2000), o paciente parece não ser capaz de julgar ou adquirir novas valências afetivas (No entanto cabe-se questionar se uma experiência mais longa com um novo repertório seria capaz de promover efeitos similares entre os dois casos).

Os casos apresentados demonstram, veementemente, que a construção e incorporação de valências afetivas independem de processos conscientes. O primeiro caso mostra a internalização, como uma espécie de memória, de valores afetivos armazenados independentemente da existência de memória episódica, apontando para a segregação de informações perceptivas, de forma a haver construções de diferentes representações mentais à partir um mesmo percepto. Assim, a inexistência de representação episódica, passível de emergir à consciência, não impede a formação da representação afetiva, bem como sua manifestação, inconsciente, ao contato com o percepto ao qual está associada. O segundo

caso, diferentemente, mostra a associação entre memória episódica, ainda que distorcida, e representação afetiva. Nesse caso há impossibilidade de identificação e formação de novas representações afetivas, o que não impede que representações afetivas armazenadas, associadas a representações episódicas, manifestem-se quando do contato com o percepto, no caso, o material musical.

Assim, evidencia-se a dissociação entre dois tipos de representação mental, e, sobretudo, a não dependência da consciência para a construção e deflagração de processos afetivos.

Os diversos estudos apresentados neste capítulo, revelam a relação causal entre escuta musical e a deflagração de respostas autonômicas e emocionais em diversos graus que, por sua vez, também independem da emergência à consciência.

O estudo de Menon e Levitin (2005), ponto de partida do presente trabalho, revelam a participação de mecanismos filogeneticamente antigos na escuta musical passiva, de forma a remeter a ideia de “apropriação”, pela música, de mecanismos originalmente moldados para manutenção endógena, e, portanto, compartilhando dos mesmos processos deflagrados por comportamentos motivados basais como comportamento alimentar ou sexual.

Assim, a liberação de dopamina que, originalmente, “recompensa” ações bem sucedidas, como o sucesso em uma estratégia de caça para obtenção de alimento, favorecendo a reprodução da açãso, atua também, após “apropriação cultural”, no atendimento de expectativas musicais, moldadas por hábitos de escuta. Da mesma forma a atuação do μ-opióide junto ao núcleo acumbente, que promove respostas hedônicas à comportamentos motivados basais, também o faz no processo de escuta musical.

Assim, tem-se a formação de um ciclo formado por apreensão, geração de expectativas e respostas hedônicas, que, propõe-se ter papel importante na manutenção do sistema tonal, principalmente, como será discutido no último capítulo, em seu caráter funcional, não artístico, predominante na música de entretenimento.

9. Discussão

Estudos utilizando técnicas de imageamento revelaram a ativação dos mecanismos de recompensa durante audição de música tonal, trazendo à tona antigas discussões acerca da relação entre música e emoção.

No primeiro capítulo, apresentou-se a questão, partindo-se da objetividade sublinhada em Hanslick ao apontar, exclusivamente, para o material musical como substrato capaz de alicerçar a estética e o significado musical. Emergem também das proposições de Hanslick (1994) dois tipos de escuta, uma ativa, consciente, capaz de apreender e antecipar ideias musicais e outra, ingênua, passiva (patológica), fruto da ação da "materialidade" sonora sobre o corpo.

Meyer (1956, 1970), por sua vez, propõe, também sob a análise exclusiva do material musical, o erigir do significado musical apoiado em um tipo de escuta capaz de construir expectativas, antecipando, no decorrer da audição, os "movimentos" propostos pelo compositor.

Os capítulos subsequentes objetivaram investigar os mecanismos nervosos subjacentes à escuta musical para, assim, em posse de evidências empíricas, poder retomar as questões. Assim, optou-se, também, por um tipo de análise que lida unicamente com o material musical, sem referências externas, aproximando-se da ideia de significado incorporado de Meyer (1956).

Não há, vale sublinhar, na restrição proposta, a intenção de circunscrever o entendimento da escuta musical aos domínios da presente abordagem, mas, sim, investigar objetivamente uma das múltiplas facetas que a integram e, assim, buscar localizar seus aspectos de influência sobre o contexto da música tonal.

Meyer (1973), aborda duas questões referentes à crítica musical e as objeções feitas com relação à análise do material musical que a gera, que podem ser estendidas aos critérios de análise utilizados no presente trabalho.

O primeiro ponto seria que a crítica, no ato da análise que a gera, ao classificar e conceitualizar, distorce, pelas restrições impostas, a riqueza da experiência individual da escuta. Meyer (1973) então observa que, no próprio ato da escuta, ao se perceber um determinado intervalo musical, motivo ou frase, por exemplo, já se está ignorando a extensão

e riqueza do percepto como um todo, demonstrando que o próprio ato perceptivo é analítico, ao classificar e organizar os estímulos em determinados padrões.

O segundo ponto diz respeito à uma suposta frieza intelectual inerente à análise que fragmenta e conceitualiza o que deveria ser "sentido". Meyer (1973) responde à objeção segundo dois aspectos: o primeiro é que a afirmação está assentada na separação entre razão e emoção, dicotomia, esta, negada pelas ciências cognitivas que encaram ambas como indissociáveis e, segundo, por haver "motivos razoáveis para acreditar que os processos musicais e estruturas explicitamente conceitualizadas na crítica, são aquelas que evocam respostas afetivas em ouvintes sensíveis e experientes"[80] (Meyer, 1973 p. 6).

Há que se diferenciar, no entanto, análise crítica de análise de estilo que, embora complementares envolvem diferentes pontos de vista, métodos e objetivos (Meyer, 1973).

Análise crítica busca o entendimento de idiossincrasias em uma composição em particular, buscando elementos que a diferencie de outras obras.

> Análise de estilo, por outro lado, é normativa. Preocupa-se com a descoberta e descrição daqueles atributos de uma composição que são comuns a um grupo de trabalhos – normalmente, naqueles que são similares em estilo, forma, ou gênero. […] Análise de estilo, em sua forma pura, ignora o idiossincrático em favor da generalização e tipologia. Consequentemente , métodos estatísticos são, via de regra, mais apropriados na análise de estilo do que na crítica. Para a análise de estilo, uma composição em particular é um exemplo de uma técnica, de uma forma ou de um gênero [81](Meyer, 1973 p. 7).

Embora o tipo de análise a que se propõe o presente trabalho situe-se em outra esfera, esta, científica, as reflexões inerentes a ambos os tipos de análise podem ser tomadas por empréstimo. As objeções atribuídas à análise crítica, especialmente no que se refere a distorções e "frieza intelectual", são perfeitamente extensíveis àquelas atribuídas, de modo geral, a análises científicas da música, assim como as respostas de Meyer às objeções (1973). A análise de estilo, por outro lado, é a própria referência tomada aqui, ao se abordar aquisição estatística do material musical, fonte da possibilidade de formação de expectativas e, consequentemente, de geração de respostas hedônicas.

---

[80] " reasonable grounds for believing that the musical processes and structures explicitly conceptualized in criticism are those which evoke affective responses in sensitive and experienced listeners."

[81] "Style analysis, on the other hand, is normative. It is concerned with discovering and describing those attributes of a composition which are common to a group of works – usually ones which are similar in style, form or genre. Style analysis in its pure form, ignores the idiosyncratic in favor of generalization and typology. Consequently statistical methods are as rule more appropriate in style analysis than in criticism. For style analysis, a particular composition is an instance of technique, a form, or a genre."

Algumas conclusões, decorrentes das evidências apresentadas no conjunto do trabalho, podem sintetizar as bases nas quais se entende estar estabelecida, segundo o recorte proposto, a fruição musical.

Em primeiro lugar, a fruição da música tonal, tomada em seu aspecto relativo ao material musical e suas relações interiores, isento de referencialismo, baseia-se na formação de expectativas, ou, mais especificamente, no atendimento ou não das expectativas formadas. A formação das expectativas, se dá pela apreensão estatística do material musical e esta, por sua vez, é possibilitada pela característica própria do material musical, constituído de unidades discretas, e do sistema tonal, que estabelece relações bem definidas de construção. Observou-se também que tanto as relações de construção, como o próprio material musical pode ser apreendido sem esforço intencional, ou seja, implicitamente.

A fruição é possível, no entanto, coletivamente, em função da *regularidade,* tanto do material musical, como das respostas ao material pelo sistema nervoso central e, ainda, fundamentalmente, pela semelhança das respostas entre os indivíduos, pois, "se não houver um grupo de ouvintes que responda, amplamente, de forma similar, então não se pode criar uma cultura musical – ao menos não uma baseada na psicologia da expectativa" (Huron, 2007 p. 99).

A ação do material musical sobre o sistema nervoso humano mobiliza, como visto, uma série de mecanismos "naturais", envolvendo apreensão, cognição e respostas afetivas. Do processamento do material perceptivo pelos diversos mecanismos envolvidos na escuta, emergem os significados. Valor e significado, no entanto são construtos relacionados a uma outra esfera de interação, esta, cultural.

Leman (2008), propõe um modelo de interação que leva em conta a mútua interação do meio natural e do meio cultural com o indivíduo.

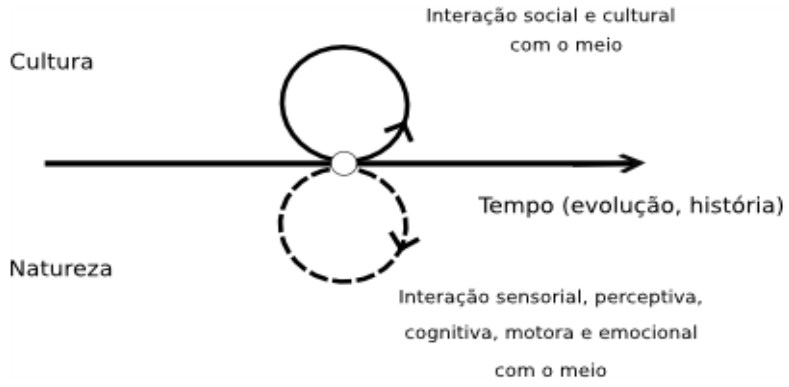


Figura 18 – Representação esquemática de um indivíduo em interação com os meios físico e sócio-culturais.[82]

No diagrama, o sujeito é representado pelo círculo menor em interação com o meio natural (círculo tracejado) e o meio cultural (círculo contínuo), representado pelos círculos grandes. A linha horizontal representa a evolução e história cultural.

> O modelo esta relacionado com a ideia de que, durante o curso da evolução, organismos biológicos tornaram-se mais complexos e desenvolveram interações baseadas em representações direcionadas e em comportamentos de longo prazo, direcionados a objetivos, social e culturalmente determinados. É, de modo geral, assumido que o cérebro humano, de alguma forma, acumula essa evolução filogenética em diversas camadas, dos sítios sensoriais e tronco cerebral ao processamento cognitivo de alto nível e formação de significado no córtex. O efeito de longo prazo da evolução cultural, entretanto, não é direcionado a objetivos. Ao invés, pode ser entendido como um efeito de interação entre limitações culturais e naturais que podem levar à formação de trajetórias particulares no sentido de atratores culturais. Em síntese, o modelo sugere que o envolvimento com música envolve três níveis: energia física, objetos culturais e organismos humanos[83] (Leman, 2008 p. 70 -1).

Com base nos três níveis propostos por Leman (2008), o indivíduo pode, também, ser enxergado como o interpretante que responde segundo influência tanto da energia sonora quanto de aspectos culturais, sendo a tríade indissociável. Compreendendo por "energia sonora" o próprio material musical, cabe investigá-lo com mais detalhes a fim compreender como se dá sua relação com o indivíduo.

9.1 Sobre o sistema tonal

A interação eficiente entre um sistema capaz de gerar expectativas e o material musical, está atrelada à existência de exposição e regularidade. No curso do desenvolvimento do sistema tonal diversos fatores contribuíram para a expansão de ambos os aspectos. Por um lado, fatores técnicos, econômicos e sociais, contribuíram para o aumento paulatino da

[82] Modificado de Leman (2008)

[83] The model is linked with the idea that during the course of evolution, biological organisms have become more complex and have developed interactions based on goal-directed representations and on socially and culturally goal-directed , long-term behavior. It is now generally assumed that humans brain somehow accumulate this phylogenetic evolution in several layers, from sensory and brain stem locations to higher-level cognitive processing and meaning formation in the cortex. The long-term effect of cultural evolution, however, is not goal-directed. Rather, it can be understood as an effect of interaction between local cultural constraints and natural constraints which may lead to the formation of trajectories toward particular cultural attractors. To sum up, the model suggests that engagement with music involves three levels: physical energies, cultural objects, and human organisms.

presença da música na sociedade e, por outro, verifica-se que o desenvolvimento do próprio sistema tonal deu-se, historicamente, entre outros fatores, a partir do acúmulo de uma série de padronizações que acabaram por moldar um sistema estável e regular, favorecendo a ação dos mecanismos neurobiológicos de apreensão e formação de expectativas.

Anton Webern (1984), em uma série de palestras proferidas em Viena nos anos de 1932 e 1933 propõe que "o princípio máximo de toda apreensão de ideias é a lei da *apreensibilidade* (Webern, 1984 p. 42). Para que uma ideia musical seja apreensível, dois fatores são apontados: (1) *diferenciação* que é explanada como a introdução de divisões para a distinção entre elementos principais e e secundários e (2) *coerência*, enfatizada pelo autor:

"Poder-se-ia dizer que, desde que se compõe música, a maioria dos artistas se empenhou em tornar essa coerência cada vez mais clara. […] A coerência a serviço da apreensibilidade das ideias!"(Webern, 1984 p. 43).

Buscando a análise mais amiúde dos fatores históricos, observa-se, já no canto gregoriano fatores que, influenciariam o sistema tonal no sentido da consolidação de regularidades do sistema.

Em primeiro lugar, o canto gregoriano evita a utilização de instrumentos rítmico-percussivos, desviando a música modal do domínio do pulso para o predomínio das alturas (Wisnik, 1989). Menezes (1987 p. 12) chama a atenção para a simetria da organização harmônica no modalismo que seria, posteriormente, estendida ao sistema tonal:

> O tonalismo herdou do sistema modal e levou às últimas consequências todos os caracteres que se achavam mais ou menos incubados no discurso modal, fazendo destas características o pivô de construção de toda a sua rígida e simétrica estrutura harmônica: o ciclo de 5ªs; a tensão e relaxamento entre uma nota e sua resolução 5ª abaixo; a hierarquização de outras frequências (notas) em relação a uma determinada, erigindo com base nesta última a chamada tríade (fundamental, 3ª e 5ª) essencializando em acorde uma das principais características de cada modo gregoriano [...]

Webern (1984) apresenta, em uma melodia do século XII, a *repetição*, como forma de garantir a apreensibilidade, segundo dois diferentes níveis hierárquicos: na forma, identificada como "A-B-A", e nos elementos internos às seções como pode ser visto:

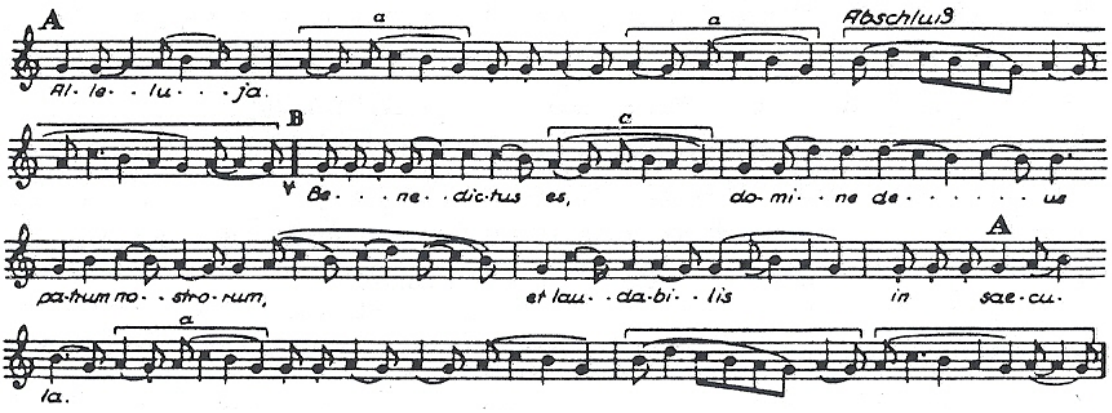


Figura 19 - Aleluia com verso em estilo melismático[84]

Os exemplos apresentados já permitem a aferição de regularidades significativas, seja pela existência de uma lógica harmônica, conduzida pelo ciclo de quintas, seja pela simetria da forma, que, já no século XII, apresenta a estrutura das grandes formas sinfônicas do classicismo (Webern, 1984).

O fato da condução da música tonal ao domínio predominante das *alturas*, leva a questões mais amplas.

> [...]A música que evita o pulso e o colorido dos timbres é umas música que evita o ruído, que quer filtrar o ruído […] A música tonal moderna, especialmente a música consagrada como "clássica", é uma música que evita também o ruído, que está nela recalcado ou sublimado.[...] A inviolabilidade da partitura escrita, o horror ao erro, o uso exclusivo de instrumento melódicos afinados, o silêncio exigido à plateia, tudo faz ouvir a música erudita tradicional como representação do drama sonoro das alturas melódico-harmônicas no interior de uma câmara de silêncio onde o ruído estaria idealmente excluído (o teatro de concerto burguês veio a ser essa câmara de representação) (Wisnik, 1989 p. 42-3).

Segundo Zampronha (2000), a utilização de instrumentos de sons homogêneos, evitando a coloração timbrística e transientes de ataque, no período clássico, é fruto de um pensamento que toma o som por um código secundário, como veículo de uma ideia exterior a ele próprio calcada nas figuras musicais reduzidas a combinações de escalas e acordes. Assim, qualquer elemento de interferência capaz de distorcer a "mensagem" deveria ser evitado.

Meyer (1970 p. 74) corroborando a ideia, alerta para o fato de que a interferência por ruídos torna o meio opaco, desviando o foco atencional, da mensagem, para o material perceptivo em si.

[84] Webern, 1984 p. 54

> Você pode, em algum momento, ter tido um rádio ou televisão fora de sintonia em que o som ficou completamente distorcido. Em caso afirmativo, você pode recordar que quando a sintaxe e gramática tornam-se obscurescidos e o significado é perdido, você se torna muito consciente do som pelo som – torna-se consciente dos bleeps, bloops e guinchos. Ou, se a cor sai fora do foco em que os objetos representados não podem ser reconhecidos, torna-se intensamente consciente da cor pela cor."

Portanto, segundo tal paradigma, quanto maior a transparência do material sonoro, maior a eficácia da transmissão de uma espécie de mensagem que não ele mesmo [material sonoro], "que são os motivos, as figuras musicais construídas a partir de escalas e acordes (Zampronha, 2000 p. 178).

> O melhor som que um instrumentista realiza nesse tipo de música é justamente aquele que não é ouvido em sua singularidade. […] Ou seja, o melhor som é aquele que não seja ouvido na sua materialidade concreta, assim como a melhor pintura era aquela na qual a pincelada não era vista. […] O aparecimento das pinceladas interferiria na transmissão das imagens da pintura assim como o aparecimento do som interferiria na transmissão das figuras musicais (Zampronha, 2000 p. 178-9).

O paradigma ao qual se refere Zampronha (2000) está diretamente ligado a um conceito de notação que será abordado a seguir. Reconhece-se, no entanto, até o presente ponto explanado, um importante fator de favorecimento perceptivo. Ao se eleger a altura como elemento principal na música tonal, direciona-se os recursos perceptivos para as relações entre os elementos de altura, prescindindo-se da complexidade do material sonoro como um todo, o que, do ponto de vista do sistema nervoso, representa uma importante "economia perceptiva" que é ainda ampliada pela restrição do material musical a um pequeno conjunto de alturas distribuído sobre unidades temporais discretas. As restrições do material sonoro, no entanto, têm relação íntima com o sistema notacional a qual pertencem, bem como de seu desenvolvimento.

9.2 Notação

A notação musical, no âmbito tratado, pode ser encarada segundo três importantes aspectos: (1) Difusão - Tomada como veículo de registro e comunicação, é responsável pela expansão da exposição ao material musical, uma vez que, a partir dela, abre-se o caminho para a figura do intérprete que, mesmo sem contato anterior com material musical é capaz de reproduzi-lo expandindo a possibilidade de audição de uma mesma obra musical. (2) No aspecto composicional, pode-se entender que, o agregar do aspecto visual, potencializa as possibilidades de manipulação do material musical, uma vez que o compositor passa a não

depender exclusivamente do ouvido interno, mas, também da visualização dos símbolos notacionais. A polifonia na *ars antiqua* (século XII-XIII) é um exemplo de composição que surgiu após um tipo de notação criada, originalmente, para o canto gregoriano, que permitiu a visualização de uma linha melódica em cima da outra, até certo ponto, de forma sincronizada (Zampronha, 2000) "("em cima", por exemplo, é um termo proveniente da percepção visual e não sonora) (Zampronha, 2000 p. 14)". (3) Por último, há de se considerar que a escrita enrijece o material musical. "A música é obrigada a se tornar tal que possa ser notada" (Candé, 2001 p. 25).

> [...] a mutação provocada pela escrita na música ocidental foi profundíssima. Incapaz de estabelecer *a posteriori* as sutis flutuações agógicas do ato musical (o que, inicialmente, tinha por vocação fazer) ela inaugura a maneira de estabelecer *a priori* a maneira como os sons *devem* ser produzidos (Candé, 2001 p. 25).

Zampronha (2000) apresenta a notação musical segundo duas diferentes visões. Há uma visão convencional (paradigma tradicional), onde a notação opera como um veículo de registro e comunicação. Assim, pressupõe-se a ideia musical como algo exterior ao código, conferindo a este papel secundário. O compositor, segundo tal paradigma, codificaria ideias musicais que seriam decifradas pelo intérprete. Este teria então, a função de restituir as ideias codificadas o mais fidedignamente possível. Para que o código notacional seja eficaz deve ser transparente, diluído no ato da decodificação. Uma segunda visão é hipotetizada pelo autor. Nesta, a notação seria o ambiente do trabalho do compositor. A obra emergiria como um *escritura da escrita*, de forma que o código notacional delimitaria as possibilidades composicionais. Assim, diferentemente do paradigma tradicional, não haveria uma ideia a priori; a obra emergiria como uma probabilidade em campo de possibilidades delimitado pela notação.

No paradigma tradicional, pressupõe-se uma correspondência unívoca entre signo e objeto sonoro, de forma que, manipular os signos, segundo determinadas regras composicionais, equivaleria a manipular os próprios objetos sonoros sob tais regras.

Schaeffer, no entanto, levanta algumas importantes questões a esse respeito ao afirmar:

> O solfejo, confiando todos os sentidos aos símbolos de escrita e deixando à orquestra a preocupação de ler e transformar em objetos sonoros, não pode senão obrigar o compositor a pensar em função desses símbolos (…) Se empregarmos a notação tradicional, nós exprimiremos nossas ideias em função de estereótipos (Schaeffer, 1966 p. 492-3 apud Zampronha, 2000 p. 119).

O importante na colocação de Schaeffer é que a comunicação entre compositor e intérprete só é possível por intermédio de signos convencionados, ou seja, estereótipos, de forma que, o mesmo aspecto que torna possível a comunicação, "*impossibilita* que o compositor expresse coisas fora desse estereótipo" (Zampronha, 2000 p. 119).

> […] o compositor expressa apenas aquilo que já está estereotipado dentro do código de escrita, e a decodificação do intérprete parte justamente dos estereótipos que esse símbolo carrega. Daí porque além de nefasta ela [a notação][85] é considerada tendenciosa. […] A expressão do compositor, assim como a fala do falante não é nada mais que uma combinação de conteúdos já previamente conhecidos, como se aquele que fala não falasse nada que já não fosse previsto. […] A comunicação só ocorre se o discurso for dito com signos estereotipados de acordo com regras também estereotipadas (Zampronha, 2000 p. 120).

Evidencia-se assim um caráter *fascista* da notação, afastando-a da neutralidade pressuposta pelo paradigma tradicional. Há ainda, no entanto, um segundo fator a se considerar, e a linguística será tomada por empréstimo para a discussão.

Saussure discute a arbitrariedade do signo na língua enfatizando que os significantes não são meros rótulos associados a significados, mas que, sobretudo, há uma natureza relacional que os define, por oposição.

Em primeiro lugar, há que se observar que as palavras (significantes) tomadas por simples nomenclaturas atribuídas a objetos ou conceitos pressuporiam estabilidade, tanto de significantes quanto de significados, o que, de fato não existe.

Culler (1979) fornece um exemplo da língua inglesa que evidencia a variação de um significado ligado a um mesmo significante.

A palavra "silly", era originalmente empregada para designar uma pessoa feliz. Gradualmente passou a designar uma pessoa inocente, indefesa e , posteriormente, uma pessoa simplória, insensata, ou seja:

> [...]o conceito ligado ao significante "silly" estava constantemente trocando suas fronteiras, mudando gradualmente seu contorno semântico, articulando o mundo de diferentes maneiras, de um período para o outro. E, ocasionalmente, o significante também evoluiu, sofrendo uma modificação de sua vogal central. […] O fato de que a relação entre significante e significado é arbitrária significa, então, que como não existem conceitos universais fixos ou significantes universais fixos, o significado em si é arbitrário, assim como os significantes (Culler, 1979 p. 17).

O que então define ambos, significante e significado, uma vez que são arbitrários, é um aspecto de natureza relacional, dentro de um campo conceitual. Assim, por exemplo, uma

[85] Comentário do autor

nota Dó só pode ser considerada Dó como parte de um sistema que particiona um continuum sonoro de uma determinada maneira. Ainda, pensando-se, a princípio, que uma nota Dó grafada na partitura refere-se a um objeto sonoro, se poderia argumentar que o significado do signo grafado é sua materialidade sonora. Entretanto, uma análise simples demonstraria que uma nota pode ser considerada Dó, ainda que a fisicalidade sonora, tomada pelo seu espectro, seja alterada. Seguindo com a busca, se poderia buscar o significado da nota Dó na sua correspondência com uma determinada frequência associada à onda sonora, digamos 562 Hz. Entretanto, o mais acurado ouvido continuaria a considera-la uma nota Dó, ainda que tivesse 561 ou 563 Hz. Assim, verifica-se a impossibilidade de tratar o signo como entidade autônoma. O que define o significado da nota Dó, não é exatamente uma característica que lhe é própria, mas o fato de não ser Ré ou Si, ou seja, sua relação de oposição com outros membros de um mesmo sistema. Saussure generaliza a questão:

> Em todos esses casos, pois, surpreendemos, em lugar de **ideias** dadas de antemão, **valores** que emanam do sistema. Quando se diz que valores correspondem a conceitos , subentende-se que são puramente diferenciais, definidos não positivamente por seu conteúdo, mas negativamente por suas relações com outros membros do sistema. Sua característica mais exata é ser o que os outros não são (Saussure 1973, 1974, [Cours, 162, ; Curso, 136] apud Culler, 1979 p. 20).

Depreendem do raciocínio diversos fatores que dizem respeito à notação. A inexistência do caráter autônomo do signo, sua definição segundo relações dentro de um sistema, mostra que, ao manipular signos, o compositor não manipula objetos sonoros, mas, representações mentais dos objetos sonoros cujos significados emergem, pela oposição, à outras representações mentais. Conclui-se que o que a notação representa é ela mesma uma representação, apontando para o caráter *narcisista* da notação (Zampronha, 2000). Ainda, a instabilidade do signo, desloca o significado, do signo, para o interpretante. Assim, diferente, por exemplo, do modelo de comunicação de Shannon (1948), onde um sinal elétrico codifica a informação que é restituída pelo receptor, no caso do signo linguístico ou musical, o que há é, sim, a interpretação do signo como construção perceptiva de representações mentais.

Se inexiste algo que “passa”, do compositor para o intérprete, ou, mais importante (para o presente trabalho), do intérprete para ouvinte, não há garantia, à princípio, de univocidade na comunicação, ou seja, se o signo gerado pelo pelo intérprete tem, necessariamente, que ser interpretado pelo ouvinte, a representação mental do signo é a representação do ouvinte, que, não necessariamente se assemelha à representação do intérprete, o mesmo ocorrendo na relação entre compositor e intérprete. Ocorre que, não

havendo equivalência, não há comunicação. A semelhança entre as representações é, no entanto, possível pela redução da margem interpretativa e, consequente formação de estereótipo. A semelhança entre estereótipos, no entanto, só é garantida pela existência, como explanado no início do capítulo, de um meio comum que permita a formação de estereótipos semelhantes. Pode-se entender o estilo, como colocado por Meyer (1956), como o meio comum que permite ao ouvinte a criação de estereótipos semelhantes por hábito de escuta.

Além do meio comum, o grau de estabilidade do signo é fundamental para a restrição interpretativa. Entende-se que, na música tonal, muito da regularidade que permite comunicação entre compositor, intérprete e ouvinte deve-se a um sistema notacional que favorece à interpretações estereotipadas. Por um lado, a notação age diretamente sobre o compositor, influenciando a composição, forçosamente construída a partir de estereótipos, de forma a permitir ao músico a interpretação regular dos signos e, por outro, age, indiretamente, sobre o ouvinte comum que, exposto a um material musical com restrita margem interpretativa dos signos cria, pelo hábito de escuta, representações mentais estereotipadas. É pois, nesse sentido que a notação tradicional, na impossibilidade plena de alcançá-la, aproxima-se da transparência almejada pelo paradigma tradicional. Assim é, então, possível compreender, ainda com a instabilidade do signo, a possibilidade de apreensão estatística de material sonoro e a formação de expectativas.

Busoni (1911, p.17) manifesta-se acerca do caráter fascista da notação: “Toda notação é em si uma ideia abstrata. No momento em que a caneta se apodera dela, a ideia perde sua forma original. A intenção de escrita, obriga a uma escolha de tonalidade e fórmula de compasso”[86].

A colocação de Busoni (1911) retrata, não só a forma como a notação influencia a composição, mas como restringe o próprio material musical.

Do ponto de vista histórico, a adoção do sistema tradicional de notação é um caso típico de restrição do campo de possibilidades se comparado aos sistemas notacionais precedentes. Fenerich (2011) observa que a notação surge como traços com função mneumônica que, colocados sobre o texto dos cântigos religiosos, indicavam movimento melódico ascendente ou descendente das sílabas ou palavras cantadas. Nesse tipo de notação, “sabe-se que a linha melódica sobe ou desce, mas não há uma quantificação precisa de quanto” (Bent et al. , 1980:344 apud Zampronha, 2000 p. 58).

[86] Every notation is, in itself, the transcription of an abstract idea. The instant the pen seizes it, the idea loses its original form. The very intention to write down the idea, compels a choice of measure and key.

Diferentemente da notação tradicional que tende à univocidade entre significante e significado, o tipo de notação descrito acima, neumática, convive, como apontado por Fenerich (2011 p. 107) com uma ambiguidade intrínseca:

> Há, portanto, um elemento discreto nessa notação e ela evolui para um tipo que é rigorosamente um sistema notacional digital[87] – a notação quadrada do século XIII, que dá as bases da nossa atual notação musical. O que desejamos salientar aqui é, no entanto, uma dupla natureza da notação neumática: ao mesmo tempo não digital por seus caracteres não se referirem a um som específico; embora, por outro lado, digital por cada caractere se referir a um gesto vocal determinado. O conteúdo de cada gesto vocal não é estritamente determinado, embora o perfil geral do gesto o seja.

Assim, a ao se passar a utilizar a notação tradicional adotou-se um tipo de notação que, em relação à notação neumática, estreita a margem de interpretação de seus signos, por um lado, aumentando a precisão da comunicação e, por outro, restringindo o campo de possibilidades oferecidas pelo material musical.

Outra restrição importante, do ponto de vista da percepção/apreensão, é o temperamento igual. Segundo Miskalo (2012, p. 284) “a estabilização do temperamento e dos instrumentos de teclado provocou, de certa maneira, a a primeira *digitalização* da música”.

Busoni (1911, p. 24) pronuncia-se veementemente acerca das restrições do material musical impostas pela notação e temperamento, bem como de suas consequências para a formação do hábito de escuta:

> Dividimos a escala em doze graus equidistantes porque tínhamos que manusear algo e construímos nossos instrumentos de forma a nunca podermos ter acima, abaixo ou entre eles [os graus]. Instrumentos de teclado, em particular, têm então tornado tão "bem educados" nossos ouvidos que já não somos capazes de ouvir nada mais - incapazes de ouvir exceto através desse meio impuro. No entanto a natureza criou gradações infinitas - infinitas! Quem ainda sabe disso hoje em dia?*[88][89]

[87] O termo “digital” utilizado pelo autor refere-se ao conceito de sistemas simbólicos de Nelson Goodman em: GOODMAN, N. Linguagens da Arte – uma abordagem a uma teoria dos símbolos. Lisboa: Gradiva, 2006.

[88]O asterisco refere-se a nota do texto original: *”The equal temperament of 12 degrees,which was discussed theoretically as early as about 1500, but not established as a principle until shortly before 1700 (by Andreas Werkmeister), divides the octave into twelve equal portions (semitones, hence 'twelve semitone system') through which mean values are obtained; no interval is perfectly pure, but all are fairly serviceable.” (RIEMANN, “Musik-Lexikon.”) Thus,through Andreas Werkmeister, this master-workman in art, we have gained the “twelve-semitone” system with intervals which re all impure but fairly serviceable. But what is “pure” and what “impure”? We hear a piano “gone out of tune” and whose intervals may thus have become “pure, but unserviceable” and it sounds impure to us. The diplomatic “Twelve-semitone system” is an invention mothered by necessity; yet none the less do we sedulously guard it imperfections.

[89] We have divided the octave into twfelve equi distant degrees, because we had to manage some how, and have constructed our instruments in such a way that we can never get in above or below or between them. Keyboard instruments, in particular, have so thoroughly schooled our ears that we are no longer capable of hearing anything else incapable of hearing except through thisimpure medium. Yet Nature created an infinite gradation infinite! who still knows it nowadays?*

A utilização do temperamento igual, por um lado propiciou à música a exploração mais efetiva das tonalidades, ao igualar as razões intervalares entre os semitons. O processo significa, do ponto de vista da percepção, mais um fator de invariância, favorecendo à apreensão das construções sonoras em toda tessitura disponível.

Todo esse processo influenciou profundamente a música realizada posteriormente permitindo o estabelecimento do tonalismo, a consolidação das leis harmônicas e a ampliação dos grupos instrumentais (Miskalo, 2012 p. 284).

Lembrando que a eficácia da comunicação está atrelada a um conjunto de signos esteriotipados, regidos por regras esteriotipadas, vale destacar as reivindicações de Busoni (1911) por uma música livre de regras pré-estabelecidas e do processo composicional como uma rotina que, sob a perspectiva aqui discutida, nada mais são do que a identificação do caráter restritivo e fascista, assim como o fez Schaeffer, imposto pela notação. Assim refere-se Busoni (1911, p. 23-4) acerca do tonalismo:

> Tão estreita tornou-se nossa gama tonal, tão estereotipada sua forma de expressão que, hoje em dia, não existe um só motivo familiar que não possa ser encaixado com algum outro motivo familiar tal que os dois possam ser tocados simultaneamente. […] O que nós agora chamamos de nosso Sistema Tonal não é nada mais que um conjunto de signos; um dispositivo engenhoso para captar um pouco daquela harmonia eterna; uma magra edição de bolso de um trabalho enciclopédico; luz artificial ao invés de sol. Você já reparou como as pessoas olham boquiabertas para a iluminação brilhante de um corredor? Eles nunca fazem isso ao sol um milhão de vezes mais brilhante do meio dia - E assim, na música, os signos assumiram uma consequência maior do que aquela que deveriam representar, e só podem sugerir.[90]

A reflexão sobre o sistema notacional será finalizada com a síntese dos principais elementos discutidos e que, entende-se, significativos para o processo de escuta tonal. De forma simplificada pode-se afirmar que: (1) a notação tradicional, empregada na música tonal, é constituída por elementos discretos de *altura* atrelados a unidades temporais discretas; (2) a natureza discreta da notação, a qual pode-se chamar de alfabética, é tal que promove o estreitamento de margem interpretativa dos signos, tendendo (ou vislumbrando) à univocidade entre significante e significado. Do estreitamento interpretativo, nascem os

[90]So narrow has our tonal range become, só stereotyped its form of expression, that nowadays there is not one familiar motive that cannot be fitted with some other familiar motive so that the two may be played simultaneously […]What we now call our Tonal System is nothing more than a set of signs; an ingenious device to grasp somewhat of that eternal harmony; a meagre pocket-edition of that encyclopedic work; artificial light instead of the sun. Have you ever noticed how people gaze open-mouthed at the brilliant illumination of a hall? They never do so at the millionfold brighter sunshine of noonday. And so, in. music, the signs have assumed greater consequence than that which they ought to stand for, and can only suggest.

estereótipos, compartilhados por compositor, intérprete e ouvinte; (3) a natureza do signo faz com que o compositor, ao manipulá-lo, manipule o estereótipo que o habita, o que caracteriza a natureza fascista da notação; (4) as regras utilizadas são, também, estereotipadas, de forma que as construções tornam-se, de certo modo, previsíveis.

A investigação dos sistemas cognitivos de apreensão apresentadas nos capítulos anteriores, mostram que apreensão e exposição estão correlacionadas de forma diretamente proporcional, e de forma inversamente proporcional com o número de elementos do conjunto com a qual lida. A apreensão do material sonoro forma o sistema de referência que possibilita a formação de expectativas, e, por sua vez, a emergência de significados incorporados e resposta hedônica.

Assim, a notação tem dupla importância no que concerne à estabilidade do sistema tonal. Historicamente, o progresso da impressão e edição, permitiu ampla difusão da música ocidental (Candé, 1994). A ampliação da difusão, aumentou, consequentemente, a exposição do ouvinte à música. Por outro lado, a construção de uma notação alfabética, restringiu o material musical em virtude da ação do estereótipo, presente, tanto nos signos como nas regras que regem suas relações. Ambos os aspectos contribuem diretamente para o aumento de probabilidade de apreensão do próprio material exposto, como objetos sonoros, como dos diversos aspectos sintáticos inerentes ao sistema, como a probabilidade transicional entre os elementos em suas diversas ordens, como demonstrado pelos experimentos de Saffran, ou, as próprias regras gramaticais empregadas, como abordado no capítulo 5.

9.3 Fonógrafo

Se a escrita foi, a seu tempo, elemento importante para a difusão musical, esta teria sua potencialidade maximizada a partir da invenção do fonógrafo e a possibilidade de gravação e reprodução do material sonoro. Pode-se pensar que o surgimento da escrita restringe a circulação aos músicos, enquanto que a gravação do material sonoro permite a circulação irrestrita da música. Tendo-se o dispositivo (fonógrafo), qualquer pessoa poderia a qualquer tempo, ouvir suas músicas preferidas por quantas vezes o desejasse. Benjamin (1935/ 1980 p. 7) refere-se a essa peculiaridade criada pelas técnicas de reprodução:

> Ao mesmo tempo, a técnica pode levar a reprodução de situações, onde o próprio original jamais seria encontrado. Sob a forma de fotografia ou de disco permite sobretudo a maior aproximação da obra ao expectador ou ouvinte. A catedral abandona sua localização real a fim de se situar no estúdio de um amador; o musicômano pode escutar a domicílio o coro executado numa sala de concerto ou ao ar livre.

A difusão, sob o ponto de vista da presente abordagem, pode ser encarada como aumento de exposição média aos estímulos musicais pela sociedade. Assim como no caso da notação musical, a gravação da matéria sonora, também, inexoravelmente, opera no sentido de restrição do material sonoro. Assim, vale abordar o tema de forma mais detalhada, enfatizando ambos os aspectos de interesse em questão.

A inserção do fonógrafo no contexto social provocaria desdobramentos fundamentais no comportamento em relação à música, e, por conseguinte, em relação à escuta musical.

Um primeiro fato a ser destacado é que o fonógrafo não foi, inicialmente, aceito pela sociedade. Sua introdução, foi fruto de um processo de convencimento longo e contínuo forjado às custas de agressivas e curiosas campanhas de *marketing.*

Temia-se o esvaziamento da cultura musical na sociedade. A música “produzida” pelo fonógrafo chega a ser rotulada de “música enlatada”.

> Em 1906, Souza previu “ um acentuada deteriorização na música e gosto musical americano, uma interrupção no desenvolvimento musical do país e, uma série de outros danos à música em suas manifestações artísticas, em virtude, ou melhor, pelo vício da multiplicação de máquinas de reprodução de música. “Sousa temia a substituição do fazer musical com audição passiva[...](Thompson, 1995 p. 139).[91]

A rejeição social das “music-machines” se justifica quando analisado o contexto. A audição musical, antes dos meios de gravação e reprodução, só poderia ocorrer *in loco*. Duas principais formas de apreciação musical se destacam na sociedade americana do final do século XIX: As audições tradicionais, de âmbito público, ligadas a uma classe social específica e as audições privadas, onde, geralmente, a figura feminina era predominante nas execuções ao piano em reuniões particulares.

O *marketing* da incipiente indústria fonográfica difundia a ideia de que possuir um fonógrafo seria ter a possibilidade de ter sua orquestra preferida a qualquer momento, dentro de casa, evocando a ideia de fidelidade, de equivalência entre a escuta ao vivo e via fonógrafo, o que já, por princípio, é absurdo, uma vez que a gravação, por melhor que seja,

---

[91] In 1906, Sousa predicted "a marked deterioration in American music and musical taste, an interruption in the musical development of the country, and a host of other injuries to music in its artistic manifestations, by virtue-or rather by vice-of the multiplication of the various music-reproducing machines." Sousa feared the replacement of music making with passive listening [...]

gera, no mínimo, dois artefatos: a “deformação” da fonte sonora e o direcionamento da escuta.

O processo de convencimento se deu por uma campanha mirabolante que durou anos a fio (e não poderia ser de outra forma): os *tone tests*.

Com *status* de grandes eventos, e com uma estrutura especificamente voltada para a produção, os *tone tests* punham lado a lado fonógrafo e artista nas grandes salas de concerto. Às escuras, alternava-se a voz gravada do próprio cantor com sua execução ao vivo, tudo com o intuito de convencer acerca da fidelidade, da sensação de realidade que o novo aparelho seria capaz de proporcionar ao ouvinte.

O processo empregado na construção dessa nova forma de escuta envolve uma série de aspectos psicológicos que não fazem são escopo do presente trabalho, no entanto, grosso modo, pode-se afirmar que em última instância a “filtragem” dos ruídos de mídia juntamente com certa insensibilidade à deformação do processo de gravação e reprodução estão alicerçados na característica peculiar de desconstrução e reconstrução inerentes a qualquer processo perceptivo. Os *tone tests* foram a primeira grande padronização introjetada na sociedade pela indústria cultural.

Duas rupturas causadas pela introdução do fonógrafo são fundamentais: A mudança comportamental da sociedade perante a música, já que, com o fonógrafo, a música se desvincula do evento social e, principalmente, uma mudança radical da escuta musical engendrada pela dissociação entre escuta e fonte sonora.

Essa mudança paradigmática da escuta traz, dentre várias consequências, duas que se relacionam diretamente à argumentação em questão. Por um lado proporciona-se, como nunca antes, a possibilidade de escutas repetidas. Antes da possibilidade de gravação, a única referência permitida ao ouvinte de uma determinada obra era a da sua própria memória. Do ponto de vista neurológico, as repetidas audições proporcionam, simultaneamente, o refinamento de memórias específicas (de músicas ouvidas) e o aumento da probabilidade de apreensão das estruturas gerais. Tendo-se em conta que o sistema tonal baliza-se por um conjunto finito de relações estreotipadas, calcadas sob um pequeno grupo de elementos, pode-se entender a escuta reiterada de um conjunto de peças musicais como incremento de aprendizado por amostragem, de forma que, grosso modo, a apreensão estrutural de um pequeno conjunto de peças significa um incremento de apreensão do próprio sistema, ou seja, incrementa-se a possibilidade de formação de expectativas sobre todo o repertório tonal. Esse

tipo de processo foi demonstrado anteriormente com a utilização de modelo computacional[92], onde a "alimentação" do sistema com um pequeno conjunto de peças musicais proporcionou a possibilidade de predições (expectativas) num contexto geral e também nos experimentos de Tillmann e Poulin-Charronnat (2010)[93].

A partir do momento em que o fonógrafo se estabelece no interior dos lares forma-se, juntamente com o rádio e, posteriormente com o cinema e a televisão, um poderoso conjunto midiático que torna a música onipresente na sociedade.

Novamente se incrementa o ciclo exposição-apreensão-formação de expectativas-respostas hedônicas, agora de uma forma muito mais pujante. O cidadão da sociedade "pós-fonógrafo" começa a adquirir as estruturas tonais no útero materno, enquanto a mãe lava a louça do jantar ouvindo seu *hit* predileto que é entoado no toca-discos.

Interessante notar que, a música veiculada pela mídia, qualquer que seja, é a música "escolhida" pela indústria que, por motivos diversos, opta não pela produção contemporânea, mas pela que Adorno chamaria de "música ligeira" ou pela reedição dos grandes clássicos do passado.

> Assim, a *música do passado*, especialmente aquela baseada no confortável arcabouço do tonalismo, tornou-se a *música do presente* no século XX. A orquestra na sala de concertos e as gravações em nossas salas de estar transformaram-se numa espécie de museu, em que o passado musical tomou o espaço da produção contemporânea (Iazzetta, 2001 p. 3).

A produção contemporânea, além da dificuldade natural, própria do desconhecido, sofre um golpe duplo, uma vez que, ao não ter espaço na nova mídia não lhe é dada a chance da escuta reiterada, e portanto da apreensão de um novo tipo de estrutura. Nesse sentido, a natureza da percepção humana corrobora a assertiva de Jonh Cage que, "sabiamente, sugeriu que a escuta reiterada de um som aparentemente "feio" ajudaria os ouvintes a descobrir sua beleza" (Huron, 2007 p. 241).

A onipreseça da música na sociedade acaba por formar uma escuta desatenta e fragmentada. A descrição caricata da mãe ouvindo música ao lavar louça é emblemática nesse sentido e, na sociedade moderna, a divisão da atenção entre a escuta musical e outras tarefas é quase que uma regra.

---

[92]Ver modelo de Pearce (2010) descrito no capítulo 5.
[93] Ver capítulo 5.

Novamente, duas forças operam conjuntamente sobre percepção musical social, uma, pelo incremento da difusão (exposição) e outra, pela restrição, agora, do repertório, favorecendo a apreensão de regras e apreensão de expectativas no sistema tonal.

9.4 Escutas

Adorno (2011) categorizou a escuta musical pós indústria cultural em oito tipos distintos, sendo: o *expert*, o bom ouvinte, o consumidor cultural, o emocional, o ouvinte do ressentimento, o *expert* em jazz, o ouvinte de entretenimento e o antimusical.

De especial interesse para o foco da questão é o "ouvinte de entretenimento". Esteio da indústria cultural, é de difícil e abrangente tipificação. Duas características, no entanto, são particularmente relevantes: a escuta desatenta e o fato desse ouvinte ser quantitativamente o mais presente na sociedade.

> No caso extremo desse tipo é possível que nem mesmo os estímulos atomizados sejam degustados, de sorte que a música já não é mais apreciada a partir de algum sentido inteligível. A estrutura desse tipo de escuta assemelha-se àquela consoante ao ato de fumar. É antes definida mediante o mal-estar ocasionado pelo desligamento do aparelho de rádio do que mediante ao prazer obtido, por mais moderado que seja, enquanto ele ainda se acha ligado (Adorno, 2011 p.76).

Muito curioso o fato de, mediante o total esvaziamento estético, erigir um tipo de ouvinte que "consome música" ao ponto de direcionar os rumos de toda uma indústria. Adorno chega a comparar essa forma de escuta ao vício, o que, observada a atuação dos sistemas de recompensa na audição de música tonal, pode ser entendido de forma a se transcender o sentido metafórico da afirmação.

A forma de "apreciação" desse tipo de ouvinte certamente está muito longe do que se concebe por fruição musical em seu sentido lato, e, certamente só é concebível pensar em alguma forma de fruição levando em conta as características de apreensão da música que não dependam da consciência ou de postura ativa, mas sim da exposição reiterada. A "música" toma aqui uma forma estritamente objetiva, não mais como algo que carrega significado, mas como um exercício de predição não consciente que tem como bônus algum grau de resposta hedônica. Quantitativamente, pode-se considerar essa característica, como um dos grandes sustentáculos hodiernos do sistema tonal, e o que possibilita seu uso funcional irrestrito formando um sistema quase intocável de retroalimentação contínua. Nesse sentido, a "recepção patológica" de Hanslick nunca foi tão verdadeira.

O fato é que o sistema tonal permite-se esvaziar de significado e ainda assim "agir" sobre o ouvinte. Essa superficialidade da escuta não é, entretanto, criada pela indústria cultural e tampouco exclusividade da música ligeira como se pode observar:

> Entretanto, dir-se-ai que no decorrer do século XIX a escuta musical muda de natureza. Parece tornar-se tal qual Wagner a denuncia a propósito de um concerto dedicado a obras de Beethoven em que "os maestros e o público percebem apenas o som (como sonoridade agradável de uma língua desconhecida) ou lhe atribuem um sentido literário, superficial, arbitrário e anedótico (Lévi-Strauss, 1997, p.36).

A indústria cultural, no entanto, leva essa peculiaridade inerente à percepção às últimas consequências, tendo na música ligeira seu maior pilar.

> Nos países industrialmente desenvolvidos, a música ligeira se define pela padronização: seu protótipo é o *hit.* Há trinta anos, um popular manual americano sobre como se poderia escrever e vender *hits* já havia confessado isto com um franco apelo comercial. A principal diferença entre um *hit* e uma canção séria, ou, conforme o belo paradoxo da linguagem de tais autores, uma canção *standard*, estaria no fato de que a melodia e a letra de um *hit* teriam de ficar internamente limitadas a um esquema inflexivelmente restrito, ao passo que canções sérias permitiriam ao compositor uma composição livre e autônoma. […] A padronização estenderia-se do arranjo geral às individualidades. Na prática americana que globaliza a produção global, a regra básica é a de que o refrão deve consistir 32 compassos, com uma *bridge*, isto é uma parte introduzida no meio com vistas à repetição. […] o hit remete a algumas poucas categorias básicas da percepção conhecidas à exaustão, sendo que nada de verdadeiramente novo pode transcorrer, apenas efeitos calculados que temperam a mesmice sem colocá-la em perigo, fiando-se eles mesmos, uma vez mais, nos ditos esquemas (Adorno, 2011 p. 92-3).

Se o esvaziamento estético tem como causa, por um lado, um tipo de escuta fragmentada e desatenta, a música ligeira como colocada por Adorno age no interior do próprio material musical provendo a percepção de material de "fácil absorção".

> No entanto, graças a sua simplicidade, a padronização da música ligeira não deve ser interpretada tanto do ponto de vista internamente musical, senão que sob uma ótica sociológica. Ela visa a reações padronizadas e seu êxito, sobretudo a veemente aversão de seus adeptos àquilo que poderia ser diferente, confirma o fato de que ela é capaz de motiva-las. A escuta da música ligeira não é primordialmente manipulada pelos pelos interessados que a produzem e a divulgam, mas por ela mesma, por sua constituição imanente. Ela estabelece em sua vítima, um sistema de reflexos condicionados (Adorno, 2011 p. 98).

Promover padronização significa, em outras palavras, ampliar probabilisticamente a ocorrência de invariâncias pela diminuição da oferta de material perceptivo, o que ao final das contas engendra a falsa sensação de "significado musical". Guardadas as devidas proporções, pode-se, unidimensionalmente, aproximar esse tipo de padronização, dos experimentos de Jenny Saffran onde a apreensão de "linguagem" foi balizada pela probabilidade transicional.

Assim, a indústria cultural atua tal qual o cientista que controla o ambiente

experimental, provendo à cobaia somente o necessário para a obtenção dos resultados desejados.

A música ligeira, no entanto, não é o único braço de ação da indústria cultural. Tão logo iniciou-se a possibilidade de comercialização do material sonoro, entram também no mercado os grandes clássicos do passado em múltiplas reedições ou em "versões simplificadas", sob a mesma lógica empregada à música ligeira.

É importante lembrar que a fruição musical, na sua complexidade, é fruto não de uma, mas de múltiplas dimensões paralelas de representação mental. Mais especificamente deve-se afirmar que a expectativa não é a única fonte de respostas emocionais na música. Sugere-se a ela, no entanto, um papel relevante baseando-se nas evidências coligidas pela análise dos mecanismos neurais subjacentes à audição musical.

Tomando-se a música tonal como um estímulo que atua sequencialmente, em fluxo, onde eventos presentes geram expectativas futuras continuamente durante a audição, tem-se nas padronizações um agente facilitador de "acertos", gerador de recompensas em forma de resposta hedônica via dopamina e μ-opióide, e portanto, gerador de prazer. Colocado-se em um tom informal tem-se que:

> À medida que a música avança, o cérebro constantemente atualiza estimativas sobre quando deverão ocorrer novos acentos, extraindo satisfação da convergência entre um acento mental e um real e deliciando-se quando um músico mais hábil rompe essa expectativa de uma forma interessante – numa espécie de pilhéria musical da qual todos participamos (Levitin, 2010 p. 215).

A mesma lógica pode ser atribuída à re-escuta, ou a comparação entre as várias interpretações de uma mesma obra onde uma opção interpretativa diferente da referência do ouvinte pode tornar-se fonte de prazer em função do cumprimento ou não das expectativas construídas. Justifica-se desta forma as inúmeras reedições das mesmas obras de forma recorrente com obtenção de sucesso mercadológico[94].

A re-escuta por si só é geradora de "expectativa verídica[95]", "extraindo-se satisfação da convergência" pelo acompanhamento dos estímulos já amplamente experienciados. Na sociedade moderna é pratica comum da indústria fonográfica, no âmbito da "música popular", a utilização da "música de trabalho", veiculada exaustivamente em todo o conjunto da mídia

[94] Refere-se aqui, a reedição em seu caráter exclusivamente mercadológico, não deixando de reconhecer a existência da reinterpretação em seu caráter legítimo, como necessidade artística; pelo diálogo entre o intérprete e a composição.

[95] Termo utilizado por Huron (2007) para se referir às expectativas geradas por músicas já conhecidas.

no lançamento de um novo álbum musical. Adorno (2011 p. 105) se refere a esse tipo de prática:

"Escolhidos como *best-sellers*, os *hits* são pregados nos ouvinte a golpes de martelo durante tanto tempo que, por fim, estes são obrigados a reconhecê-los, e, também, adorá-los, tal como os publicitários da composição calculam acertadamente."

Práticas como essa sujeitam o ouvinte a intensa exposição ao mesmo estímulo, involuntariamente. A possibilidade de uso funcional da música por outro lado, *constrói a ubiquidade musical* de forma a não deixar passar incólume nem mesmo os ouvintes mais conscientes visto não poderem fugir da exposição massiva imposta pelos meios de produção.

Em vários dos estudos apresentados no curso da presente investigação, pôde se observar o efeito da magnitude da exposição sobre o processamento do material sonoro, sugerindo determinadas relações entre tempo de exposição e respostas hedônicas.

Estudos específicos acerca da relação entre exposição e preferência musical corroboram a sugestão e fornecem suporte para as afirmações sobre às práticas mercadológicas.

Loui e Wessel (2008), utilizando linguagem artificial e escala construída com harmônicos artificiais, mostraram que, enquanto a exposição de indivíduos a um grande volume de material sonoro faz com que haja internalização da estrutura gramatical subjacente, grande tempo de exposição a um pequeno conjunto de estímulos promove incremento de preferência às melodias apresentadas. A exposição, no experimento, foi concomitante a uma tarefa distratora, de forma que o incremento de preferência se deu implicitamente.

A relação entre exposição e preferência aparece, também, no estudo de Szpunar et al. (2004) que, no entanto, se atêm a outros parâmetros. No estudo são utilizadas sequências musicais (excertos de gravações de concertos) e sequências artificiais bem como comparada a exposição com foco à exposição incidental.

Os resultados mostram que a preferência pelas sequências melódicas aumenta em função da exposição quando apresentadas incidentalmente, como em Loui e Wessel (2008), e são, ainda, maximizadas quando em contexto com validade ecológica (quando expostos a sequências reais, oriundas de gravações comerciais de orquestras). A audição com foco mostra-se significativamente superior no aspecto de memorização (ou reconhecimento) dos trechos expostos, enquanto que o gráfico de preferência apresenta a forma de um "U" invertido, ou seja, após um determinado número de exposições a preferência decresce tanto no

contexto artificial como na exposição com validade ecológica. A memorização é atenuada, ou mesmo inexistente, na exposição incidental.

Os resultados experimentais são, assim, um retrato objetivo das já empiricamente conhecidas estratégias mercadológicas da indústria cultural. A característica de incremento de preferência pelo aumento de exposição incidental é o pilar central de sustentação da música em sua utilização funcional. Assim, a escuta desatenta ou fragmentada, impulsionada pela indústria cultural, atua como grande aliada da música em contexto funcional, permitindo a associação, implícita, de valências afetivas positivas a eventos ou produtos.

Esse tipo de utilização inclui desde a presença da música em trilhas sonoras de filmes ou propagandas, até sua utilização como pano de fundo nas salas de espera. O auge desse tipo de utilização é simbolizado pela empresa *Muzak*[96], responsável pela criação de "músicas para não serem ouvidas", produtora de "paraísos musicais para todas as situações voltadas para a venda de um produto" (Obici, 2008, p. 43).

No site da empresa (2012) lê-se:

> O poder da música é inegável. Música cria uma conexão e define um estado de espírito. Ela pode motivar, atrair e envolver. Ela pode ser uma vantagem competitiva e a razão para consumidores virem e voltarem. Deixe a Muzak ajudar você usar a ampla seleção de soluções musicais totalmente licenciada para criar um ambiente que vai melhorar sua marca e construir seu negócio […] Conduza sua marca, Conduza a fidelidade do cliente. Impulsione as vendas – a experiência do cliente é uma oportunidade de negócios. Muzak pode fazer uma parceria com você em caminhos estratégicos e criativos para maximizar a oportunidade e garantir que todos os aspectos da experiência do cliente trabalhem para você (Muzak, 2012)[97] .

As classificações de escuta descritas por Adorno, se tomadas de um modo global, podem ser enxergadas como uma seta que parte da escuta consciente (*expert*) chegando até a total inconsciência[98] (ouvinte antimusical). Entende-se aqui consciência como uma postura ativa, como intencionalidade, na busca de um sentido estético.

---

[96]Empresa norte americana criada em 1934 com o intuito de comercializar "música fácil" para a utilização como música de fundo em diversos tipos de atividade comercial. A produção tem intenção explícita de provocar efeitos psicológicos no cliente, induzindo à comportamentos de consumo.

[97]The power of music is undeniable. Music creates a connection and sets a mood. It can motivate, attract and engage. It can be a competitive advantage and a reason for customers to come in and come back. Let Muzak help you use the widest selection of fully licensed music solutions to create an environment that will enhance your brand and build your business. [...] Drive your brand. Drive customer loyalty. Drive sales - Your customer experience is a business opportunity. Muzak can partner with you in strategic and creative ways to maximize this opportunity and ensure that every aspect of the customer experience works for you (Muzak, 2012).

[98] O que não significa que a classificação seja estritamente rígida e compartimentada, pelo contrário, consideram-se, no plano real, as matizes e interseccções entre as classificações propostas.

A interferência ativa no comportamento da escuta, pode ser traduzida em padrões de ativação neural, lembrando-se que se tem a escuta musical como um tipo específico de comportamento motivado.

Comportamentos motivados básicos, de uma forma geral, como comportamento alimentar ou sexual são, em grande parte, fruto de processos automatizados. A constituição anatômica desse tipo de comportamento revela, no entanto, integração hipotalâmica entre vias ligadas à funções autonômicas e entradas sensoriais e cognitivas que por sua vez projeta-se para área tegmental ventral e núcleo acumbente gerando resposta hedônica[99] (Canteras, 2012).

Berridge (2008) inclui os prazeres sociais ao *repertório de prazeres fundamentais*, sendo que, em não humanos, prazer sensorial está intimamente ligado a prazer social, incluindo características sensoriais visuais como faces ou características de toque e carícias, enquanto que em humanos, à "características mais abstratas e cognitivas de recompensa social" (Berridge, 2008 p. 459).

> Além desses prazeres sensoriais e sociais, há um grande número de prazeres de ordem superior que são proeminentes em humanos, incluindo prazeres monetários, artísticos, musicais, altruísticos e transcendentais. Tais prazeres de ordem superior dependem de aprendizado e podem ser conceitualizados como combinações de dimensões superiores de prazeres básicos, e, como tais, podem reutilizar alguns dos mesmos mecanismos cerebrais (Berridge, 2008 p. 459).[100]

As projeções de regiões ligadas à cognição, em humanos, permitem a modulação dos comportamentos. Trazendo o foco para o comportamento de escuta musical tem-se, grosso modo, por essa via, possibilidade ativa de ação, permitindo um tipo de escuta não limitada a respostas automatizadas do sistema. De maneira geral, esse fator é determinante na diferenciação entre "escutas conscientes" e "escutas inconscientes"

---

[99] Nos comportamentos alimentares e sexuais a projeção área tegmental ventral/núcleo acumbente está ligada a fase apetitiva do comportamento.

[100] In addition to these basic sensory and social pleasures,there are a large number of higher-order pleasures that are prominent in humans, including monetary, artistic, musical, altruistic, and transcendent pleasures. Such higher- order pleasures depend on learning and might be conceptualized as higher-dimensional combinations of the basic pleasures, and as such may re-use some of the same brain mechanisms.

9.5 Comentários finais

A análise desenvolvida centrou-se no papel dos mecanismos inatos de recompensa na audição da música tonal, essencialmente, no que diz respeito à formação de expectativas e geração de respostas hedônicas, bem como nas características de aquisição e processamento cognitivos sem ação consciente do indivíduo. Neste capítulo, levando-se o ser humano, como proposto por Leman (2008) como agente de interação entre processos naturais e culturais, acresceu-se uma dimensão social, objetivando-se, assim a compreensão mais abrangente do envolvimento com a música, mais especificamente, por uma questão de delimitação do objeto de estudo, com a música tonal em seu caráter funcional e de entretenimento.

Alguns dos principais pressupostos utilizados na construção argumentativa da discussão serão, então, sintetizados:

Os sucessivos processos de padronização sofridos pelo sistema tonal em seu percurso histórico relacionam-se, diretamente, ao aumento da oferta probabilística de seus elementos, por restrição. A ubiquidade musical engendrada após a possibilidade de gravação, reprodução e difusão da música em grande escala opera concomitantemente (1) pelo aumento da exposição ao material musical, portanto aumento da taxa de amostragem sobre a percepção e, (2) pelo processo de padronização que facilita o aprendizado, já que faz aumentar a ocorrência probabilística de determinados elementos estruturais.

De uma forma bastante prática, pode-se exemplificar: (1) suponha-se que um sujeito viva em um planeta A, em uma sociedade cujos indivíduos estão expostos à música tonal por um período médio de 2 horas diárias. Esse indivíduo viaja para um planeta B onde a população está exposta ao mesmo sistema musical, entretanto, pelo período médio de 4 horas ao dia, ou seja, a amostragem musical ao qual o sujeito passa a estar exposto dobra, assim como suas possibilidades de apreensão do material musical. O aumento de exposição provocado pelo aumento de distribuição e difusão atuam nesse sentido. (2) Suponha-se agora que um indivíduo habite um planeta X onde ouve-se exclusivamente música tonal e cuja construção musical esteja restrita à utilização de 4 tipos de cadência de 3 acordes. Esse indivíduo passa a habitar um planeta Y, onde também se escuta, exclusivamente, música tonal formada entretanto, por apenas duas cadências de três acordes, sendo tais cadências idênticas às duas das quatro cadências ouvidas no planeta X. Se o tempo médio de exposição à música em ambos os planetas for igual, a redução do número de cadências à metade fará, novamente,

com que esse indivíduo dobre sua possibilidade de apreensão, já que será, em média, duplicada a exposição às duas cadências. (3) Num caso onde os dois fatores se alterem como no exemplo, ou seja, dobre-se a exposição e reduza-se os elementos estruturais à metade, haverá um incremento da probabilidade de apreensão quadruplicado.

As ações sucessivas de aumento de exposição e padronização do sistema tonal ocorridas no decorrer da história agem de forma similar ao exemplo proposto.

Voltando-se o olhar para os processos cognitivos envolvidos na escuta musical, pôde-se observar nos experimentos de Jenny Saffram, que estruturas verbais e não verbais são apreendidas de acordo com a probabilidade transicional, ainda que não haja direcionamento de atenção para o estímulo, e que o aumento da exposição ao estímulo melhora a performance. Experimentos com utilização de gramáticas artificiais evidenciaram a possibilidade de apreensão implícita de estruturas subjacentes aos estímulos apresentados. Pearce et al. (2010) mostraram que as estimativas de probabilidade de diferentes sequências são construídas segundo sua experiência musical prévia e também que notas com alta probabilidade de ocorrência geram expectativas maiores que notas com baixa probabilidade de ocorrência, corroborando as hipótese da relação entre tempo de exposição e geração de expectativas.

Por outro lado tem-se que a audição musical tonal utiliza mecanismos inatos de recompensa responsáveis por aprendizado, motivação e resposta hedônica. Brown et al. (2004) e Menon e Levitin (2005), mostraram que a audição musical passiva age sobre os mecanismos de recompensa. Portanto a escuta, ainda que sem direcionamento atencional, proporciona resposta hedônica. Em outras palavras, a exposição à música, ainda que inconsciente, gera algum grau de prazer.

Os processo discutidos até então são apenas parte dos processos envolvidos da escuta musical. A escuta musical do *expert*, por exemplo difere-se qualitativamente da escuta passiva, ou mesmo de escutas de ouvintes menos especializados.

Do ponto de vista ainda da expectativa, os *experts*, por penetrarem mais profundamente no material musical, assim como pelo treino auditivo mais intenso, são capazes de se relacionar com a música de modo analítico, o que faz com que sejam geradas expectativas de ordens superiores, como as relativas à forma, por exemplo. O processo analítico faculta um aumento de ativação cerebral em áreas não ativas no processo de escuta passiva, assim, pode-se afirmar que a maior compreensão do material musical altera

expectativas qualitativa e quantitativamente. Pode-se, sucintamente, dizer que a escuta do *expert* difere-se de escutas menos capacitadas por (1) efeito do treinamento, que confere respostas mais intensas aos mecanismos “passivos” e (2) por conter um componente ativo, analítico, que permite a compreensão mais profunda do material musical.

Outrossim, há de se ponderar que as expectativas não são a única forma de prazer proporcionada pela música e, mais importante, a fruição musical não é, por princípio, atrelada unicamente a uma relação de prazer, à respostas emocionais de valência positiva. Possivelmente nesse fato residam os maiores equívocos no que diz respeito ao significado musical.

A motivação inicial para o desenvolvimento do presente trabalho foi a indagação acerca do motivo pelo qual nenhum sistema musical pós tonal fixou-se socialmente com a mesma força que manteve vivo o sistema tonal até os dias de hoje e que grau de influência poderia ser associado à percepção e cognição humanas.

Por uma questão de viabilidade, optou-se por um recorte específico, baseado em possíveis significações erigidas a partir de relações exclusivamente internas com relação ao material musical. A complexidade imposta por um tipo de escuta ativa, atenta as relações intramusicais, como proposta por Hanslick, pareciam, a princípio, incompatíveis com o fenômeno da onipresença musical na sociedade. Não há necessidade de investigação para se observar que a esmagadora maioria da sociedade, consumidora de música e, portanto, responsável pela manutenção de um ciclo gerador da ubiquidade musical, não possui conhecimento musical formal e, portanto, não possuem o ferramental necessário para a fruição estética segundo tais parâmetros.

Na reinterpretação da ideia de “recepção patológica”, cunhada acidamente por Hanslick (1994), seriam encontrados apontamentos passíveis do encaminhamento a possíveis soluções.

A ação pura da matéria sonora sobre o corpo a que Hanslick (1994) se refere como fonte de prazer da recepção patológica, pode ser entendida, não como um fenômeno particular, ou extra musical, mas, com origem no próprio material musical, tal qual a fruição estética proposta, divergindo desta, não pela origem, mas pelo grau de envolvimento de consciência e aprendizado formal. Assim, a recepção patológica deixa de ser algo não cognitivo, para ser enxergado como um processo de cognição implícita cuja fonte de prazer estaria associada ao atendimento ao não das expectativas construídas pela exposição ao

material musical. A nova visão sobre o tipo de escuta, não elimina, no entanto, seu caráter ingênuo, tampouco elimina prováveis vínculos extra-musicais de ordens diversas capazes de contribuir para a formação da representação mental musical.

Entendeu-se então que esse tipo de escuta seria parte integrante de um processo complexo, envolvendo aspectos sociais, culturais e econômicos, responsáveis pela construção de um um sistema cíclico, onde a ubiquidade musical seria, ao mesmo tempo, responsável pela fragmentação da escuta e pela exposição contínua do indivíduo a estímulos musicais estrereotipados, favorecendo à apreensão das estruturas subjacentes ao material,e, portanto permitindo a formação de expectativas alimentadas pelo ciclo exposição, apreesão, formação de expectativas, respostas hedônicas.

A restrição de material musical, ao mesmo tempo em que favorece aspectos específicos de percepção, cria barreiras à fruição de material musical diferente daquele moldado pelo hábito, ou, utilizando o conceito proposto por Meyer (1970), a incorporação de um hábito de escuta específico, opera como ruído cultural quando da exposição a material musical de outra espécie.

Assim, conclui-se que a manutenção da utilização da música tonal de forma funcional, assim como da música de entretenimento, que pode ser encarada de maneira similar, visto o esvaziamento estético ao qual foi submetida, assenta-se, por um lado sobre características do sistema nervoso na sua capacidade de construção de expectativas e geração de respostas hedônicas, assim como pela existência de mecanismos cognitivos que atuam de forma implícita, tanto na apreensão como no processamento do material musical e, por outro pela ubiquidade musical que, ao mesmo tempo é responsável pela formação de um tipo de escuta fragmentada e pela alimentação contínua do sistema de apreensão humano.

10. Conclusão

Os mecanismos de recompensa e sistema dopaminérgico envolvidos na escuta passiva de música tonal, como descrito por Menon e Levitin (2005), são normalmente abordados sublinhando-se a geração de respostas emocionais.

O presente trabalho buscou, em primeiro lugar, trazer à tona a discussão acerca do papel da emoção dentro do contexto musical para, posteriormente, iniciar a investigação mais abrangente do papel dos mecanismos de recompensa na escuta da música tonal.

Meyer (1956) prôpos um tipo de escuta baseada em expectativas construídas probabilísticamente a partir do material musical, de onde emergiriam respostas emocionais e o significado musical.

Os mecanismos de recompensa, envolvidos diretamente com aprendizado, motivação e respostas hedônicas, moduladas por dopamina e μ-opióide, codificam informações preditivas probabilisticamente, atualizando-as de maneira contínua, por meio de alterações das forças sinápticas, de acordo com a ocorrência de *inputs* e o grau de acerto das predições. Sugere-se que esse processo de plasticidade neural, moldado à partir da oferta estatística de inputs, possa estar na origem da formação de expectativas, também na música tonal.

Diversos experimentos comportamentais fornecem evidências da apreensão de regularidades, probabilisticamente, na linguagem e na música, demonstrando a aquisição de elementos do discurso, tanto em suas relações internas, na internalização das probabilidades transicionais de ocorrência do material sonoro, como pela internalização da própria estrutura subjacente ao discurso. Demonstrou-se, ainda, que os processos de internalização e formação de expectativas, ocorrem independentemente de processos conscientes de aquisição. Assim, sugere-se que, no caso da música, mesmo indivíduos sem formação musical sejam capazes de adquirir conhecimento implícito das estruturas tonais, possibilitando a formação de expectativas e, por conseguinte, a geração de respostas hedônicas.

Observou-se também, que o aumento do tempo de exposição à melodias construídas a partir de gramáticas artificiais incrementam o grau de preferência dos sujeitos, quando expostos sem direcionamento atencional, sugerindo que a exposição contínua à música, ainda quando sua presença não é diretamente notada, é capaz de interferir nas preferências musicais do ouvinte.

O sistema tonal, por outro lado, apresenta características que favorecem à ação dos mecanismos neurais estudados, visto que é formado por um conjunto finito de elementos discretos regidos por regras bem definidas, o que faz com que suas construções musicais operem no universo probabilístico, gerando regularidades que tornam possível a apreensão de sua estrutura subjacente e permitem a formação de expectativas.

Na sociedade moderna, a onipresença da música por meio das mais diversas mídias e meios, expõe maciçamente o indivíduo à categorias específicas de material musical. Assim, alta exposição aliada à restrições do material musical, forjam um tipo de escuta fragmentada e desatenta, mas, que, ainda assim, são capazes, pelas características de apreensão do sistema nervoso, de formar expectativas e beneficiarem-se das respostas hedônicas geradas no atendimento ou não das expectativas, alimentando um ciclo formado por exposição-apreensão-formação de expectativas-respostas hedônicas.

Conclui-se então, que os mecanismos de recompensa, aliados à características do sistema e material musical tonal e da presença ubíqua da música na sociedade moderna, moldam um eficiente sistema de apreensão e formação de expectativas, que independem de postura ativa do espectador, contribuindo significativamente para a longevidade da música tonal, especialmente em seu caráter funcional. Outrossim, as investigações acerca dos mecanismos subjacentes à escuta tonal no presente trabalho, confirmam a hipótese de Meyer (1956) de uma escuta, em seu caráter formal, baseada em expectativas, que por sua vez, engendram respostas emocionais, de forma a fornecer-lhe suporte científico.

A confirmação da hipótese de Meyer (1956) com base nos dados atuais, assim como a expansão do pensamento, na análise específica da música tonal em sua utilização funcional, são elementos importantes na composição do mosaico que compõe o processo de escuta como um todo. Outros estudos são necessários, no entanto, no intuito de aproximar-se da compreensão da fruição e emergência de significados na música tonal de uma forma mais abrangente, assim como, futuros estudos são necessários para a compreensão dos mecanismos envolvidos na escuta do repertório pós tonal, formado por elementos significativamente diferentes dos estudados neste trabalho.

11. Referências

AARDEN, B. **Dyamic melodic expectancy.** Ph.D. dissertation, School of Music, Ohio State University, 2003.

ADORNO, T. W. **Introdução à sociologia da música: doze preleções teóricas**. Tradução: Fernando R. de Moraes Barros. São Paulo: Editora Unesp, 2011

BARTO, A. G. **Adaptive critics and the basal ganglia**. In: *Models of Information Processing in the Basal Ganglia,* J. C. Houk, J. Davis and D. Beiser (Eds.), Cambridge, MA: MIT Press, 1995, pp. 215-232.

BENJAMIN W. **A obra de arte na época de suas técnicas de reprodução.** In Textos escolhidos / Walter Benjamin, Max Horkheimer, Theodor W. Adorno, Jürgen Habermas . Traduções de José Lino Grünnewald...[et al.] - São Paulo: Abril Cultural, 1980.

BERRIDGE, K.C. **The debate over dopamine's role in reward: the case for incentive salience.** Psycopharmacology, 2007. 191:391–431.

BERRIDGE, K.C., KRINGELBACH, M. L., **Affective neuroscience of pleasure: reward in humans and animals**. Psycopharmacology, 2008. 199: 457-480.

BESSON, M. e FAÏTA, F. **An event-related potential (ERP) study of musical expectancy: comparison of musicians with non-musicians.** J. Exp. Psychol. Human Percept. Perform. 21: 1278–1296.

BESSON, M. SCHÖN, D**. Comparison between Language and Music.** Annals of the New York Academy of Sciences. Biological Foundations of Muisic, 2001. vol. 930 p. 232-258.

BLOOD A. J. E ZATORRE, R. J. **Intensely pleasurable responses to music correlate with activity in brain regions implicated in reward and emotion**. PNAS, 2001 vol. 98 no. 20 PP. 11818–11823.

BROWN, S., MARTINEZ, M.J., PARSONS, L.M. **Passive music listening spontaneously engages limbic and paralimbic systems**. NeuroReport, 2004 vol.15 n.13 2033–2037.

BUSONI, F. **A new esthetic of music**. New York: G. Schirmer, 1911.

CANDÉ, R. **História universal da música: volume 1**. Tradução: Eduardo Brandão. 2 ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

CANTERAS, N. S. **Hypothalamic goal-directed behavior – ingestive, reproductive and defensive.** In: The mouse nervous system. Charles Watson, George Paxinos and Luis Puelles. Elsevier capítulo 20, p. 539-557, 2012.

CARDOSO, A. O. **Relações entre softwares e composição na peça "Histórias ocultas ou metamúsica?".** Dissertação de mestrado. Departamento de Música. UNESP, 2007.

CASTRO JÚNIOR, A. **Introdução à radiologia**. São Paulo:Rideel, 2006.

CHION, M. **A audiovisão: som e imagem no cinema.** Lisboa: Edições Texto & Grafia, 2011.

CHURCHLAND, Paul M. **Matéria e consciência: uma introdução contemporânea à filosofia da mente.** São Paulo: Editora UNESP, 2004.

CULLER, J. **As idéias de Saussure.** São Paulo: Editora Cultrix, 1979.

DAMÁSIO, António, R. **O mistério da consciência: do corpo e das emoções ao conhecimento de si**. Tradução Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.

DEUTSCH, D. **Speaking in tones**. Scientific American Mind, 2010. 33-43.

EGELMAN, D. M., PERSON, C. MONTAGUE, P. R. **A Computational Role for dopamine delivery in human decision-making.** Journal of Cognitive Neuroscience, 1998 10:5 623–630.

ETTLINGER, M., MARGULIS, E. H., WONG, C. M. **Implicit memory in music and language**. Frontiers in Psychology, 2011 2: 211 1-10 .

FENERICH, A. S. **A natureza da representação musical na música concreta**. Revista do Conservatório de Música da UFPel Pelotas, nº4, 2011. p. 100-126.

FIORILLO D. C., TOBLER, P. N., SCHULTZ, W. **Discrete coding of reward probability and uncertainty by dopamine neurons**. SCIENCE, 2003 Vol. 299 1898 –1902.

FRISTON, K. **Functional and effective connectivity: a synthesis**. Hum. Brain Mapp, 1994 2, 56–78.

GRANT M. J. **Serial music, serial aesthetics: compositional theory in post-war Europe.** Cambridge: Cambridge University Press, 2005.

GLIMCHER, P. W. **Understanding dopamine and reinforcement learning: The dopamie reward prediction error hypotesis**. PNAS, 2011. vol. 108 suppl.3 15647-15654.

HARRER, G., HARRER, H. **Music, emotion, and autonomic function**. In Music and the brain. Studies in the neurology of music, (ed. M. Critchley & R. A. Henson) pp. 202-16. London:William Heinemann Medical Books., 1977.

HANSLICK, E., **Do belo Musical.** Campinas: Editora da UNICAMP, 1989.

HANSLICK, E., **Do belo Musical: Um contributo para a revisão da estética da arte dos sons.** Trad. A. Mourão. Lisboa: Edições 70, 1994.

HELENE, A. F. e XAVIER, G. F., **Memória e (elaboração da) percepção, imaginação, inconsciente e consciência** em: Intersecções entre psicologia e neurociências/ J. Landeira Fernandez, M. Tereza Araújo Silva (organizadores). Rio de Janeiro: Medbook, 2007.

HOLLERMAN, J. R., SCHULTZ, W. **Dopamine neurons report an error in the temporal prediction of reward during learning.** Nature Neuroscience, 2008. vol 1 n. 4 p. 304-309.

HOUK, J.C., ADAMS, J.L., e BARTO, A.G., **A Model of how the basal ganglia might generate and use neural signals that predict reinforcement**. In J. C. Houk, J. L. Davis, & D. G.Beiser (Eds.), Models of information processing in the basal ganglia (pp. 249–270). Cambridge, MA: MIT Press. 1995.

HURON, David. **Sweet Anticipation: music and psychology of expectation**. Cambridge: MIT, 2007.

IAZZETTA, F. ***O que é música (hoje)*.** Anais do I Fórum Catarinense de Musicoterapia, Florianópolis-SC, 31/08 e 01/09 de 2001, Associação Catarinense de Musicoterapia, pp. 5-14, 2001.

IKEMOTO, S. e PANKSEEP, J. **Dissociations between appetitive and consummatory responses by pharmacological manipulations of reward-relevant brain regions**. 1996, Behavaviour Neuroscience. 110, 331–345.

KAGAN, Jerome. **Surprise, uncertainty, and mental structures**. London: Harvard University Press Cambridge, 2002.

KRINGELBACH, M. L., ROLLS, E.T. **The functinal neuroanoatomy of the human orbitofrontal cortex: evidence from neuroimaging and neuropsychology**. Progress in Neurobiology 72, 2004. 341–372.

KRINGELBACH, M. L. **The human orbitofrontal cortex: linking reward to hedonic experience.** Nature Revews Neuroscience, 2005 6:691–702.

KRUMHANSL, C. L. SHEPARD, L. N. **Quantification of the hierarchy of tonal functions whitin a diatonic context**. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance 1979, Vol. S, No. 4, 579-594.

KRUMHANSL, C. L.; KESSLER, E. J., **Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial representation of musical keys**. Psychological Review, 1982. Vol 89(4), Jul 1982, 334-368.

KUTAS, M. e HILLYARD, S. A. **Reading senseless sentences: brain potentials reflect semantic incongruity.** Science, 1980 207: 203–205.

KUTAS, M. e HILLYARD, S. A. **Event-related brain potentials (ERPs) elicited by novel stimuli during sentence processing.** Ann. N.Y. Acad. Sci, 1984 425: 236–241.

LEMAN, M. **Embodied music cognition and mediation technology**. Cambridge: MIT Press, 2008.

LÉVI-STRAUSS, Claude. ***Olhar Escutar Ler*.** Trad. Beatriz Perrone-Moisés. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.

LEVITIN D. J. **A música no seu cérebro: a ciência de uma obsessão humana**. Tradução: Clóvis Marques. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2010.

LEW-WILLIANS C., SAFFRAN, J. R. **All words are not created equal: Expectations about word length guide infant statistical leraning**. Cognition, 2012 122:241-246.

LOUI, P., WESSEL, D. **Learning and liking an artificial musical system: effects of set size and repeated exposure**. Music Sci. 2008 12(2): 207.

MATTHEWLS, B.R. CHANG, C. DE MAY, M. ENGSTROM, J. MILLER, B. L. **Pleasurable emotional response to music: a case of neurodegenerative generalized auditory agnosia.** Neurocase, 2009 15, 248–259.

MCCLURE, S.M., NATHANIEL, D.D. e MONTAGUE, P. R. **A computational substrate for incentive salience. Trends in Neurosciences**, 2003 Vol. 26 n. 8 423-428.

MENEZES FILHO, F. **Apoteose de Schoenberg: ensaio sobre os arquétipos da harmonia contemporânea.** São Paulo: Nova Estella:Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

MENEZES FILHO, F. **A acústica musical em palavras e sons.** São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

MENON, V. & LEVITIN, D.J. **The rewards of music listening: Response and physiological connectivity of the mesolimbic system**. NeuroImage, 2005 vol. 28, n.1 :175-184.

MEYER, Leonard B., **Emotion and meaning in music**. Chicago: University of Chicago Press, 1956.

MEYER, Leonard B., **Music the arts and ideas: Patterns and predictions in twentieth-century culture**. Chicago: University of Chicago Press, 1970.

MEYER, Leonard B., **Explaining music: essays and explorations**. California: University of California Press, 1973.

MISKALO, V. K. **O computador enquanto sistema instrumental musical de criação e performance na música interativa de concerto.** Anais do IV Seminário de música ciência e tecnologia: Fronteiras e Rupturas. São Paulo: 2012.

MONTAGUE, P. R. HYMAN, S. E., COHEN J. D. **Computational roles for dopamine in behavioural control**. Nature, 2004 vol.431 760-767.

MUZAK. www. muzak.com (abril/2012).

NOBRE, A. C. CORREA, A. COULL, J. **The hazards of time.** Current Opinion in Neurobiology, 2007 17:1-6.

OBICI, G. L. **Condição de escuta: mídias e territórios sonoros.** Rio de Janeiro: 7 letras, 2008.

PEARCE, M. T., RUIZ, M. H. KAPASI, S. WIGGINS, G. A. BHATTACHARYA, J. **Unsupervised statistical learning underpins computational, behavioural, and neural manifestations of musical expectation.** NeuroImage, 2010 50: 302-313.

PIGNATARI, D. **Informação linguagem comunicação.** São Paulo: Cultrix, 1982.

REBER, A. S., **Implicit learning of artificial grammars.** Journal of verbal learning and verbal beharviour. 1967. 6:855-863.

RESCORLA R.A., WAGNER A.R.: **A theory of Pavlovian conditioning: Variations in the effectiveness of reinforcement and nonreinforcement. In Classical Conditioning II: Current Research and Theory** Edited by: Black A.H., Prokasy W.F. New York: Appleton Century Crofts; 1972:64-99.

RICKARD, N. S. **Intense emotional responses to music: a test of the physiological arousal hypothesis**. Society for Education, Music and Psychology Research, 2004 vol 32(4): 371–388.

SAFFRAN, J. R., ASLIN, R. N., NEWPORT E. L. **Statistical learning by 8-month-old infants.** SCIENCE, 1996 vol.274 p.1926-1928.

SAFFRAN, J.R., NEWPORT, E.L., ASLIN, R.N., TUNICK, R.A., BARRUECO, S. **Incidental language learning: Listening (and learning) out of the corner of your ear.** 1997 Psychological Science 8, 101–195.

SAFFRAN, J.R., JOHNSON, E.K., ASLIN, R.N., Newport, E.L. ***Statistical learning of tone sequences by adults and infants*.** 1999 Cognition, 70, 27-52.

SCHULTZ, W. **Dopamine signals for reward value and risk: basic and recent data.** Behavioral and Brain Functions, 2010 6:24.

SCHULTZ, W. **Getting formal with dopamine and reward.** Neuron, 2002. Vol. 36 241-263.

SCHULTZ, W. **Predictive reward signal of dopamine neurons**. Journal of Neurophysiology, 1998 80: 1-27.

SHANNON, C. E. **Prediction and entropy in printed english**. Bell System Technical Journal, 1951 30: 50-64.

SHANNON, C. E. **Mathematical theory of communication**. Bell System Technical Journal, 1948 vol.27 379-423.

SHORE, B. **Culture in mind: cognition, culture, and the problem of meaning.** New York: Oxford University Press, 1996.

SLOBODA, John A. **A mente musical: psicologia cognitiva da música**. Trad. Beatriz Ilari e Rodolfo Ilari. Londrina: EDUEL, 2008.

SMITH, K. S., BERRIDGE, K. C. e ALDRIDGE, W. **Disentangling pleasure from incentive salience and learnind signals in brain reward circuitry**. PNAS, 2011 vol. 108 n. 27: 255-264.

SOUZA, R. C. **Música.** São Paulo: Ed. Novas Metas, 1983.

SZPUNAR, K, K, SCHELLENBERG, E. G., PLINER, P. **Liking and memory for musical stimuli as a function of exposure**. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 2004, Vol. 30, No. 2, 370–381.

THOMPSON, Emily. ***Machines, Music, and the Quest for Fidelity: Marketing the Edison Phonograph in America, 1877-1925***. The Musical Quarterly 79(1): 131-171, 1995.

TILLMANN e POULIN-CHARRONAT B. **Auditory expectations for newly acquired structures.** The quarterly journal of experimental psychology 63 (8), 1646–1664, 2010.

UNDERWOOD, G. e BRIGHT, E. H. **Cognition with and without awareness.** In: Implicit Cognition**.** New York: Oxford University Press, 1996.

VIDEIRA, M. **O romantismo e o belo musical**. São Paulo: Ed. UNESP, 2006.

WEBERN, A. **O caminho para a nova música.** Trad. Carlos Kater. São Paulo: Ed. Novas Metas, 1984.

WISNIK, J. M. **O som e o sentido**. São Paulo: Companhia das Letras, 1989.

ZAMPRONHA, E. **Notação, representação e composição: um novo paradigma da estrutura musical.** São Paulo: Annablume: Fapesp, 2000.