

Memória absoluta para alturas como um componente cognitivo hipotético para a retenção da tônica*

ARTHUR RINALDI*, NAYANA DI GIUSEPPE GERMANO**

Resumo

Este artigo tem como objetivo escrutinizar um pressuposto teórico da prática tonal, de que se pode aumentar a tensão harmônica globalmente ao alterar o acorde que exerce a função de Tônica (processo denominado modulação) e diminuí-la quando o acorde original reassume a função de Tônica. Isso implica que um ouvinte deveria ser capaz de reconhecer simultaneamente a Tônica local e a Tônica principal após uma modulação. Os resultados de pesquisas experimentais são divergentes, alguns corroborando a existência desta habilidade cognitiva (Lerdahl & Krumhasl, 2007), outros questionando-a (Cook, 1987; Bigand & Parncutt, 1999; Marvin & Brinkman, 1999; Farbood, 2016). Neste artigo, hipotetizamos que a retenção da Tônica principal após modulações na música tonal somente é possível para indivíduos capazes de reter na memória alguma forma de informação absoluta sobre alturas e que esta habilidade é utilizada conjuntamente com a memória relativa para alturas.

Palavras-chave: retenção da Tônica, resolução tonal de larga escala, *pitch memory*, ouvido absoluto

Absolute Memory for pitch as a hypothetical cognitive component for Tonic retention

Abstract

The objective of this paper is to scrutinize the theoretical assumption of tonal practice that harmonic tension can increase globally by changing which chord exerts the Tonic function (a process called modulation), and decrease it when the original chord reassumes the Tonic function. This implies that a listener should be able to recognize simultaneously the local Tonic and the main Tonic after a modulation. Results from experimental researches are divergent, some corroborating the existence of this cognitive ability (Lerdahl & Krumhasl, 2007), some questioning it (Cook, 1987; Bigand & Parncutt, 1999; Marvin & Brinkman, 1999; Farbood, 2016). In this paper, we hypothesize that main tonic retention over modulatory passages in tonal music is only possible for subjects capable of retaining in memory some form of absolute pitch information, and that this ability is employed conjointly with relative memory for pitch.

Keywords: Tonic retention, large-scale tonal-closure, pitch memory, absolute pitch

* Este artigo é uma tradução revisada e expandida de *Absolute Memory for Pitch as a Hypothetical Cognitive Component for Tonic Retention*, publicado nos anais do ICMP15/ESCOM10, em 2018.

** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: art.rinaldi@gmail.com

*** Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
E-mail: nayana.germano@ufsm.br

Introdução

Na prática musical ocidental, as progressões harmônicas (sequências de acordes) constituem um pano de fundo para a expressividade melódica. Na prática tonal, este fundo harmônico é concebido a partir de um princípio teórico simples, que considera que existem duas funções harmônicas primordiais exercidas pelos acordes: Dominante (tensão) e Tônica (repouso)¹. Ao conceber uma sequência particular de acordes, um compositor pode aumentar a tensão harmônica ao progredir para o acorde que exerce a função de Dominante e, então, diminuí-la ao progredir para o acorde que exerce a função de Tônica.

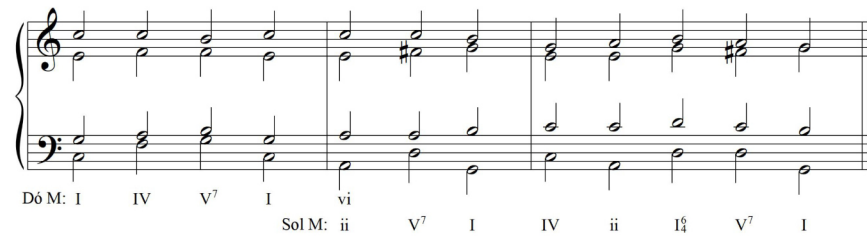
Conforme apresentado em livros de referência sobre harmonia tonal, como Schoenberg (1983) e Piston (1959), a Tônica não atua apenas como um ponto de repouso harmônico, mas também como um centro tonal para toda a composição, provendo um ponto de referência em relação ao qual todas as notas/acordes são percebidos de acordo com um mapeamento harmônico hierarquicamente organizado (denominado em teoria musical como campo harmônico). Outro princípio teórico importante para a música tonal é que a tensão harmônica também pode ser aumentada durante o curso de uma composição quando se altera o acorde que exerce a função de Tônica (processo denominando modulação). Assume-se que a tensão harmônica aumenta porque uma obra tonal possui apenas uma tonalidade principal, cujo campo harmônico é definido a partir de uma Tônica principal, a qual é percebida como tal por toda a extensão de uma composição. Conseqüentemente, quando o acorde que originalmente possuía a função de Tônica reassume esta função, a teoria harmônica tonal assume que é produzido um efeito de larga escala de resolução tonal (*tonal-closure*). Esta é uma característica essencial da prática tonal, necessária para que haja uma adequada finalização de qualquer composição em que ocorram modulações².

Se os princípios acima são válidos, então, para compreender adequadamente uma obra tonal, um ouvinte deveria ser capaz de reconhecer tanto a Tônica local quanto a Tônica principal de uma obra após qualquer passagem modulatória. No exemplo abaixo (figura 1), cuja tonalidade principal é Dó Maior, isto significa que, após a finalização da modulação (ou seja, ao final do segmento), um ouvinte deveria reconhecer a tríade de Sol Maior localmente como Tônica (já que ela atua como centro local para o mapeamento das notas/acordes subsequentes) e globalmente como Dominante (em relação à Tônica principal), o que geraria no ouvinte a expectativa de retorno para a tonalidade inicial em algum momento futuro.

Nas últimas décadas, várias pesquisas experimentais foram concebidas para fornecer evidências quanto a esta proposição teórica, que assume a capacidade de retenção da Tônica principal (*tonic retention*). Entretanto, há divergências quanto aos resultados reportados até o

Figura 1

Exemplo de encadeamento de acordes contendo modulação.



Dó M: I IV V⁷ I vi
Sol M: ii V⁷ I IV ii I[♯] V⁷ I

momento, alguns corroborando a existência desta habilidade cognitiva (Lerdahl & Krumhansl, 2007), outros questionando-a (Cook, 1987; Bigand & Parncutt, 1999; Marvin & Brinkman, 1999; Farbood, 2016).

No presente texto, de cunho teórico, é proposta a hipótese de que a retenção da Tônica durante e após passagens modulatórias na música tonal só é possível para indivíduos capazes de reter na memória algum tipo de informação absoluta quanto às alturas, uma habilidade diretamente relacionada ao que a literatura sobre cognição musical define como Ouvido Absoluto (Bachem, 1937; Parncutt & Levitin, 2013; Germano, 2015). Nas páginas seguintes, serão apresentados argumentos em favor desta hipótese e sobre a sua relevância para pesquisas futuras. O texto começa com uma revisão bibliográfica sobre a habilidade de retenção da Tônica em passagens modulatórias e, depois, discorre sobre memória absoluta e relativa para alturas. Em seguida, é apresentada uma seção de discussão, dedicada à apresentação de correlações entre as informações coletadas e, ao final, é proposto um conjunto de questões que poderão guiar pesquisas empíricas futuras, que sejam capazes de examinar minuciosamente a hipótese aqui proposta.

Hierarquias tonais e cognição musical

Questionar a capacidade cognitiva de reter a Tônica principal durante passagens modulatórias é importante, já que este princípio é comumente utilizado não apenas para explicar como a música tonal é geralmente composta, mas também para analisar composições tonais. Neste caso, o intuito é explicar como essas obras criam uma sensação de coerência, trazendo implicações sobre os efeitos psicológicos e cognitivos que as obras geram (ou ao menos podem gerar) em um ouvinte. Embora nem todos os teóricos da música explicitamente assumam que a habilidade de reconhecer auditivamente tanto a Tônica local quanto a Tônica global seja necessária para que uma pessoa possa apreciar auditivamente uma música tonal, diversos autores assumem que a real beleza de uma composição tonal somente poderia ser verdadeiramente apreciada se uma pessoa for capaz de compreender auditivamente a rica rede de relações harmônicas tecida pelo compositor no decurso da extensão temporal de sua obra³. Esta rede harmônica é

criada em torno da Tônica, que fornece um ponto de referência que permite o posicionamento de todas as notas/acordes de acordo com um mapeamento harmônico hierarquicamente organizado.

Diversos estudos empíricos buscaram evidências psicológicas quanto à relevância de hierarquias tonais para nossa experiência auditiva. Os resultados mostram que as estimativas de um ouvinte quanto às distâncias entre alturas, acordes e regiões (ou tonalidades) em relação a dada Tônica formam padrões consistentes (Bharucha & Krumhansl, 1983; Krumhansl & Kessler, 1982, Krumhansl, 1990; Cuddy & Thompson, 1992; Cuddy & Smith, 2000; Krumhansl & Cuddy, 2010). No entanto, esses resultados possuem relevância limitada para o tema deste texto. A maioria das pesquisas não incluiu passagens musicais com modulações nos experimentos realizados. As demais pesquisas não tinham como objeto primário de estudo o processo psicológico de reconhecer mudanças de centro tonal e/ou de mensurar a distância (grau de tensão) entre a Tônica original e a nova Tônica após uma passagem modulatória. Além disso, todos os experimentos das pesquisas listadas utilizaram passagens musicais curtas, fato que limita qualquer avaliação quanto à influência exercida pelas Tônica local e Tônica global na experiência auditiva de um ouvinte a partir dos resultados reportados.

14

A principal evidência psicológica em favor da hipótese de que a Tônica principal exerce influência em uma passagem modulatória advém de Lerdahl & Krumhansl (2007). O objetivo dos autores foi testar um modelo teórico formal (denominando *Tonal Pitch Space*) desenvolvido por Fred Lerdahl, o qual gera previsões quantitativas em relação ao grau psicológico de tensão e de atração para eventos em qualquer passagem de música tonal (Lerdahl, 2001). Seus resultados são particularmente relevantes porque seus experimentos incluíram segmentos musicais mais longos, com processos modulatórios completos e o retorno para a Tônica principal ao final.

Dentre os quatro componentes incluídos no modelo de Lerdahl, o foco desse trabalho será exclusivamente na estrutura de prolongação (*prolongational structure*) e no modelo de espaço de alturas (*pitch-space model*). A estrutura de prolongação é uma representação da estrutura hierárquica de eventos em uma passagem musical. Ela se baseia em um sistema de regras que gera uma representação hierarquicamente estratificada de conexões entre os eventos-chave de passagem musical (seja uma frase ou uma composição inteira), destacando as mudanças nos níveis de tensão entre eles (representadas por uma notação em árvore). Por outro lado, o modelo de espaço de alturas é uma representação do esquema cognitivo de um ouvinte utilizado para o mapeamento das distâncias entre alturas, acordes e regiões tonais, que se baseia em seu conhecimento tácito de longo prazo sobre a prática tonal em geral. Este modelo quantifica a distância entre qualquer acorde em uma região

tonal e qualquer acorde na mesma região ou em outra região tonal. A tensão tonal é calculada do seguinte modo: as distâncias obtidas com o modelo de espaço de altura são posicionadas na estrutura de prolongação e segue-se de cima para baixo, de modo que os eventos herdaram distâncias no espaço de alturas de eventos a eles superordenados⁴.

A estrutura de prolongação de Lerdahl é diretamente influenciada por teorias musicais de redução harmônica das alturas, como as de Schenker (1935), e, portanto, considera que a Tônica principal exerce influência harmônica por toda a duração de uma composição (ou seja, mesmo após passagens modulatórias). Como a representação hierárquica da estrutura de prolongação é utilizada para quantificar o nível de tensão tonal, pode-se observar que o modelo formal de Lerdahl considera tanto o efeito da Tônica local quanto da Tônica global. Como as quantificações teóricas fornecidas pelo Modelo de Espaço Tonal (*Tonal Pitch Space*) foram fortemente corroboradas pelos resultados dos testes experimentais (Lerdahl & Krumhansl, 2007), eles também reforçam a hipótese de que a Tônica principal exerce influência após uma passagem modulatória e, conseqüentemente, que o efeito de resolução tonal de larga escala é uma característica psicológica essencial para os ouvintes habituados culturalmente com a música tonal (e não apenas uma convenção composicional ou estilística).

Evidências contrárias são fornecidas por diversos pesquisadores que adotaram uma perspectiva metodológica diferente, realizando experimentos focados especificamente na comparação da percepção auditiva de passagens com e sem modulação. Os resultados reportados sugerem que os efeitos da retenção da Tônica principal na memória são restritos a um intervalo de tempo muito curto, com pouca ou nenhuma influência na sensação de um indivíduo quanto ao nível de tensão e relaxamento harmônico de larga escala (Cook, 1987; Marvin & Brinkman, 1999; Farbood, 2016). Bigand & Parncutt (1999) reportam resultados similares, mas incluem a observação de que em um de seus experimentos o retorno para a Tônica principal foi percebido como um aumento da tensão, ao invés da sensação de relaxamento teoricamente esperada. Conjuntamente, esses resultados sugerem que ouvintes utilizam características musicais locais (incluindo características estilística da prática tonal e convenções quanto à progressão harmônica), e não um esquema harmônico global de alturas, ao julgar alterações nos níveis de tensão e relaxamento durante o curso de uma composição.

Diante de resultados divergentes, torna-se necessário questionar o papel exato exercido pela Tônica principal nos resultados reportados por Lerdahl. A teoria de Lerdahl é complexa, mesclando múltiplas variáveis para a obtenção de um único valor de tensão capaz de ser experimentalmente testado. Isto torna difícil avaliar o impacto exercido individualmente por cada um dos princípios teóricos que a compõem.

Neste sentido, talvez a Tônica principal exerça um papel menor sobre as mudanças no nível de tensão experienciados pelos indivíduos quando comparado ao papel previsto pela teoria de Lerdahl (que é, por sua vez, baseada em preceitos teóricos sobre a prática tonal). Ou talvez ela exerça um papel variável, sendo mais ou menos importante de acordo com as capacidades cognitivas de diferentes ouvintes.

Se um centro tonal fornece um mapeamento harmônico hierarquicamente organizado que guia a percepção de alturas de um indivíduo em uma passagem musical, então é essencial investigar se é cognitivamente possível a sobreposição de dois mapeamentos harmônicos distintos, um local (centro tonal variável, fruto de passagens modulatórias) e um global (centrado na Tônica principal da obra). Em vista das divergências apontadas acima, acreditamos que esta sobreposição somente é possível se um ouvinte for capaz de reter na memória não apenas informações de alturas relativas a um centro tonal, mas também alguma forma de informação absoluta quanto às alturas.

Memória absoluta e relativa para alturas

16

A literatura em cognição musical fornece dois conceitos básicos quanto à percepção de alturas: Ouvido Relativo e Ouvido Absoluto (para uma revisão bibliográfica crítica recente sobre as duas habilidades, ver Germano, 2015). Ouvido Relativo é a habilidade de perceber alturas baseado em sua distância intervalar. É considerada uma habilidade generalizada, já que a população em geral é capaz de reconhecer uma canção muito familiar independentemente de transposição, tendo como base a sequência de intervalos melódicos que caracterizam esta canção específica. Entre músicos, o Ouvido Relativo é tratado sob uma perspectiva mais estrita. Ele é definido como a habilidade de reconhecer conscientemente e de nomear diferentes tipos de elementos musicais, como intervalos, acordes, escalas e progressões harmônicas. Desenvolvido ao longo de anos de treinamento auditivo, é uma versão refinada do Ouvido Relativo mais geral. Conforme apresentado na seção anterior, o princípio teórico que trata do mapeamento das hierarquias tonais possui relação direta com a habilidade do Ouvido Relativo, já que todas as alturas de uma passagem musical seriam percebidas hierarquicamente em *relação* a um centro tonal.

O Ouvido Absoluto é uma habilidade distinta, geralmente apresentada na literatura sobre cognição musical em oposição ao Ouvido Relativo. É comumente descrita como uma habilidade cognitiva rara, que permite ao indivíduo a identificação de qualquer nota (em outras palavras, uma classe de altura específica, como G/Sol) pelo nome e sem referência externa (ver Germano, 2015). Contudo, contrariamente ao entendimento comum, a maioria dos portadores desta habilidade enfrentam dificuldades em certas condições (por exemplo, em certos

timbres e registros). Esses indivíduos também são passíveis de erros, na maioria das vezes por semitom. As variações quanto à percepção de alturas nos portadores de Ouvido Absoluto ainda demandam uma avaliação futura em termos de quantificação e prevalência. Conforme visto em Germano (2015), a falta de valores de referência leva diferentes pesquisadores a adotarem diferentes notas de corte em testes para a classificação de um indivíduo como portador de ouvido Absoluto. Consequentemente, isto torna difícil a comparação dos resultados e das conclusões de diferentes pesquisas, já que elas podem estar mensurando populações cognitivamente distintas e rotulando-as como idênticas.

Independentemente das questões aqui levantadas, é consensual que o Ouvido Absoluto demanda uma representação estável (possivelmente de longo prazo) para alturas na memória. Como esta representação absoluta é reportada por pesquisadores dedicados ao estudo da aprendizagem animal, é razoável considerar a hipótese de que humanos também são capazes de manter na memória algum grau de informação absoluta de alturas, uma habilidade denominada por Levitin (1994) como *pitch memory*. Há evidências de que a memória absoluta para alturas pode ser encontrada (em certa medida) em não-portadores de Ouvido Absoluto: tanto em indivíduos com treinamento musical (Terhardt & Ward, 1982; Terhardt & Seewan, 1983; Hsieh & Saberi, 2008; Schlemmer, 2009) quanto em indivíduos com pouco ou nenhum treinamento (Levitin, 1994; Schellenberg & Trehub, 2003; Frieler et al., 2013; Ben-Haim et al., 2014). Resultado similar é reportado por Germano et al. (2018), que conduziram um experimento de larga escala sobre a percepção de alturas em estudantes de música. De acordo com os autores, seus resultados sugerem que a habilidade de reconhecer alturas isoladas apresenta melhor ajuste a um modelo dimensional (contínuo) do que a um modelo categórico, levando-os a questionar se a perspectiva tradicional de uma divisão clara entre portadores e não-portadores de Ouvido Absoluto é de fato correta. Conjuntamente, os resultados acima mencionados sugerem que muitos indivíduos são capazes de manter algum tipo de representação estável para informações absolutas de alturas na memória, embora com variados graus de precisão.

Alguns pesquisadores também reportam que certas alturas podem ser mais precisamente e rapidamente reconhecidas do que outras (Miyazaki, 1989; Miyazaki, 1990; Takeuchi & Hulse, 1991; Marvin & Brinkman, 2000; Ben-Haim et al., 2014). Os autores sugerem que isso seja o resultado de um efeito de exposição causado pela alta recorrência de certas alturas na prática musical (como as notas C/Dó ou A/Lá). Contrariamente, Hsieh & Saberi (2008) reportam que não encontraram evidências quanto a este efeito de exposição em tarefas de reconhecimento de alturas.

Ainda é necessário desenvolver mais pesquisas sobre as habilidades de codificar e recuperar informações absolutas e relativas de alturas, especialmente em termos de quantificação: qual é a média de valor para cada uma das habilidades (Ouvido Absoluto e Ouvido Relativo) na população em geral? E entre músicos? Qual é a probabilidade de distribuição para diferentes níveis de cada habilidade em ambas as populações? Quais fatores podem reduzir a eficácia de cada uma das habilidades? Até que ponto esta redução pode ocorrer?

Na seção anterior, foi questionado se é possível sobrepor dois mapeamentos harmônicos distintos, um local e outro global. Hipotetizamos que isso seria possível porque os ouvintes podem acessar dois tipos de memória para alturas. Para as relações harmônicas locais, utiliza-se a memória relacional para alturas, que, sob certas restrições culturais relativas à prática tonal, produz um mapeamento harmônico hierarquicamente organizado em torno do centro tonal de uma passagem musical. Para relações harmônicas de larga escala, hipotetizamos que a memória absoluta para alturas precisa ser utilizada, pois ela permitiria o reconhecimento de uma mesma altura em segmentos musicais distintos e com diferentes centros tonais (ou seja, independentemente de hierarquias tonais).

Discussão

Conforme visto na seção anterior, há evidências suficientes para que se considere a possibilidade de que ouvintes possam reter na memória tanto informações absolutas quanto relativas para alturas, ainda que em graus muito variados. Embora seja considerada uma habilidade rara, a memória absoluta para alturas pode apenas ser menos desenvolvida na população em geral, possivelmente devido à maior utilidade de informações relativas de alturas para humanos em sua vida cotidiana. Como apontado anteriormente, há relatos de que os efeitos de exposição podem facilitar a codificação de uma representação absoluta para certas alturas. Se considerarmos que a maioria das pesquisas sobre o tema conduziram experimentos em estudantes de música (ou seja, em indivíduos que estudaram um instrumento musical por, ao menos, alguns anos, e que estão familiarizados com conceitos musicais básicos), é prudente questionar o papel que as experiências pregressas podem exercer no desenvolvimento de representações de alturas em músicos em comparação com a população em geral, tanto representações absolutas quanto relativas.

Hsieh & Saberi (2008) fornecem um relato interessante. Ao comparar portadores e não-portadores de Ouvido Absoluto, os autores reportam que ambos os grupos não foram precisos em uma tarefa de ajuste de frequência (*frequency match task*) usando um oscilador, mas que foram extremamente precisos em vocalizar uma altura dada. Os

autores atribuem esta diferença à presença de uma memória procedimental, que permitiria um acesso preciso a representações internas de alturas absolutas por meio do sistema motor-vocal. A pesquisa dos autores pode indicar um caminho para a compreensão sobre como os efeitos de exposição podem reforçar a retenção de informações absolutas de alturas, mesmo em indivíduos que não seriam tradicionalmente classificados como portadores de Ouvindo Absoluto.

Retornando à questão central deste artigo, a capacidade de retenção na memória da Tônica principal após uma passagem modulatória, é importante reforçar que os resultados das pesquisas citadas na seção anterior são divergentes, havendo também diferenças significativas quanto aos métodos adotados. Observe-se, ainda, que a maioria dos experimentos lançaram aos voluntários questões subjetivas baseadas em termos genéricos (“sensação de prazer”, “coerência”, “completude” e “nível de tensão”), assumindo que estes termos possuem uma significação padronizada na população estudada.

Em primeiro lugar, é importante que o pesquisador tenha consciência de que a própria definição de música tonal pode ser problemática (ver Nattiez, 1984). Assim, ao mesmo tempo em que não se pode assumir a prática tonal como plenamente homogênea, deve-se ter cautela em assumir que a escuta de música tonal siga padrões homogêneos, especialmente na população em geral. Acrescente-se a isso o fato de que convivemos com uma multiplicidade de manifestações musicais em nosso dia-a-dia, muitas das quais são essencialmente não-tonais, levando diversos autores a proporem a emergência de uma nova situação sonora a partir de finais do século XX. Cox & Warner (2013) utilizam o termo cultura do áudio (*audio culture*) para se referir a esta nova situação. Por outro lado, Solomos (2013) defende que vivemos uma mudança de paradigma, em que passamos de uma cultura musical centrada no tom para uma *cultura do som*.

Em segundo lugar, e em complementação ao parágrafo anterior, o pesquisador também deve ter consciência de que as respostas obtidas quanto à coerência e ao nível de tensão podem resultar de um conjunto diverso de variáveis ligadas ao indivíduo, como nível e foco de atenção, nível de conhecimento musical, familiaridade com a música tonal, capacidade de memorização individual e preferências musicais pessoais. Como muitas pesquisas são conduzidas com estudantes de música, um cruzamento dos resultados obtidos com o nível de treinamento musical (indicando o nível de conhecimento e familiaridade com a música tonal) pode ser essencial para avaliar o impacto exercido por esta variável. Os resultados podem servir como referência para um estudo mais embasado sobre a população em geral.

Em terceiro lugar, e assumindo que as questões acima sejam adequadamente consideradas para a elaboração da pesquisa, é de extrema

importância que o pesquisador se recorde de que a sensação de coerência de uma obra, assim como sua avaliação quanto ao nível de tensão de uma determinada passagem, dependem não apenas da estrutura harmônica (incluindo regiões tonais e a progressão de acordes), mas da interação desta com diversos outros parâmetros musicais, como ritmo e métrica, dinâmica, andamento, ritmo harmônico, entre tantos outros.

Tendo em vista as observações acima, para que se possa alcançar uma avaliação mais precisa sobre a habilidade de retenção da Tônica, pesquisas futuras precisam limitar o número de variáveis envolvidas nos experimentos. Neste sentido, embora pareça pertinente utilizar excertos de obras musicais tonais, seria mais adequado utilizar estímulos auditivos elaborados especialmente para o experimento, nos quais haja a neutralização de outros parâmetros musicais e, preferencialmente, certa padronização estilística. Também é importante avaliar cuidadosamente a duração dos estímulos auditivos e considerar em que medida cada estímulo define a tonalidade inicial e a tonalidade final. Considerando as pesquisas citadas na seção anterior, deve-se apontar que não há uma padronização quanto aos estímulos auditivos utilizados, o que dificulta uma comparação direta de seus resultados.

20

Pesquisas futuras também devem adotar questões mais objetivas quanto à hipótese a ser testada. Sob uma perspectiva teórica (e desvinculada da teoria harmônica tonal), a hipótese de que qualquer ouvinte tenha a habilidade de retenção da Tônica deveria ser considerada problemática, ao menos se este ouvinte depender exclusivamente de informações relativas de alturas. O problema é que a sobreposição de dois mapeamentos harmônicos, um para a Tônica local e outro para a Tônica principal, faz com que a mesma altura possua, simultaneamente, duas hierarquias tonais distintas. Retornando ao exemplo da figura 1 apresentado na Introdução, a teoria harmônica tonal assume que, após a modulação, o acorde de Sol Maior exerce duas funções opostas: localmente a função de Tônica (repouso) e globalmente a função de Dominante (tensão).

Como este é um pressuposto básico da teoria harmônica tonal, ele é assumido como verdadeiro por muitos músicos, já que serve de referência para a elaboração do conteúdo programático de disciplinas básicas da grade curricular de Música, especialmente Harmonia. Contudo, conforme Cook (1987, p. 204), a maioria das teorias musicais, especialmente as teorias mais tradicionais, foram desenvolvidas com objetivos pedagógicos. Em outras palavras, essas teorias dizem-nos mais sobre como os compositores de música tonal criavam suas obras do que sobre como os ouvintes de música tonal percebem essas mesmas obras (Cook, 1994, p. 89).

Ainda que tenham surgido sem a pretensão de descreverem a escuta musical, não se pode negar a influência que as teorias harmônicas

tonais exerceram e ainda exercem em nosso entendimento sobre este repertório. Por exemplo, o pressuposto quanto à habilidade de retenção da Tônica está na base de uma das principais abordagens analíticas da atualidade, denominada análise schenkeriana, que se propõe não apenas a explicar a organização composicional das obras tonais, mas também como elas são (ou deveriam ser) ouvidas para serem verdadeiramente apreciadas. Nas palavras de Schenker (2014, p. 214), “qualquer pessoa que nunca ouviu música como progressões lineares... não ouviu nada.”⁵ O pressuposto quanto à habilidade de retenção da Tônica também faz parte da teoria formulada por Lerdhal e Jackendoff (1999), a qual propõe um conjunto de regras que buscam codificar a gramática da música tonal. Segundo os autores, sua teoria visa fornecer uma descrição formal das intuições musicais de um ouvinte experiente em um idioma musical, no caso, a música tonal (Lerdhal e Jackendoff, 1999, p. 1). Como as formulações desta teoria podem ser empiricamente testadas, ela é uma referência conceitual importante para diversas pesquisas experimentais sobre cognição musical.

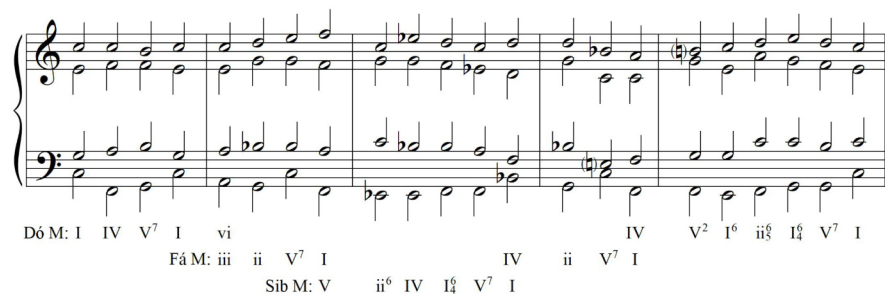
Tendo em vista a importância que a habilidade de retenção da Tônica possui para nosso entendimento atual sobre a prática tonal, entende-se por que testá-la experimentalmente é uma etapa essencial para que seja possível compreender de modo mais concreto como funciona o processo de escuta de obras tonais e quanto este processo está ou não alinhado às teorias harmônicas estabelecidas.

Do ponto de vista das pesquisas em cognição musical, esta é uma questão complexa, já que existem algumas lacunas experimentais importantes. Primeiro, a acuidade da memória relativa para alturas ainda não foi quantificada. Embora seja razoável assumir que todos os indivíduos são capazes de reconhecer auditivamente todas as alturas em relação a um centro tonal estabelecido, isto não exclui a possibilidade de que certas alturas sejam mais facilmente identificáveis do que outras devido à sua importância para a prática tonal. Exercícios de percepção musical com progressões harmônicas tonais focam justamente no treinamento do aluno para o reconhecimento dos graus principais (I, IV, ii e V) e dos padrões cadenciais por eles formados. Neste caso, seria esperado que as alturas relativas mais difíceis de serem identificadas poderiam ser erroneamente apontadas em determinadas situações, como no caso de um centro tonal parcialmente estabelecido, o que constitui uma realidade em diversas passagens harmônicas de obras tonais.

Em segundo lugar, é importante lembrar que diversas composições tonais sobrepõem mais de dois mapeamentos harmônicos (campos harmônicos). Para as teorias harmônicas tradicionais, não há problemas nesta sobreposição, que pode ser feita indefinidamente. Contudo, de um ponto de vista cognitivo (e assumindo que a sobreposição de

Figura 3

Exemplo progressão harmônica com a subordinação de tonalidades secundárias.



Dó M: I IV V⁷ I vi
 Fá M: iii ii V⁷ I
 Sib M: V ii⁶ IV I⁴ V⁷ I

A maior parte dos relatos de pesquisas mencionados na seção anterior aponta que os ouvintes focam nas características musicais locais ao julgar alterações nos níveis de tensão. Em outras palavras, isto indicaria que os ouvintes são capazes de identificar as mudanças de centros tonais, mas que não são necessariamente capazes de estabelecer as relações entre os centros tonais. Isto não é tão inesperado. No exemplo linguístico (figura 2), as duas primeiras frases são deixadas incompletas, de modo que o ouvinte aguarda a chegada do complemento necessário para que se possa assimilar a mensagem das frases. No exemplo musical (figura 3), as passagens iniciais sobre Dó Maior e Fá Maior, ainda que curtas, são suficientes para que o ouvinte perceba que os acordes utilizados remetem a essas tonalidades. Assim, ainda que não ocorra uma estabilização plena dessas tonalidades, não se pode afirmar que sejam segmentos incompletos, no sentido de demandarem, obrigatoriamente, algum tipo de complementação para que façam sentido de um ponto de vista tonal.

Ainda em relação às pesquisas que indicaram que os ouvintes não são necessariamente capazes de estabelecer as relações entre os centros tonais, deve-se considerar os seguintes fatores: 1) os estímulos auditivos dos experimentos focavam apenas na relação entre dois centros tonais; 2) que diversas obras tonais apresentam esta sobreposição de múltiplos centros tonais; 3) que diversas obras tonais possuem uma longa duração, podendo chegar a três ou quatro horas. Em conjunto, percebe-se que mesmo que a habilidade de retenção da Tônica após passagens modulatórias seja uma realidade cognitiva para ouvintes de música tonal, é mais do que esperado que haja restrições cognitivas em diversas situações, as quais não foram empiricamente avaliadas.

Em vista de todas as questões levantadas, consideramos que o uso da memória absoluta para alturas poderia fornecer um caminho hipotético para explicar como a sobreposição de deferentes mapeamentos harmônicos poderia ser conduzida cognitivamente. Há indícios de que ela não seja restrita a portadores de Ouvido Absoluto e que poderia ser encontrada até mesmo em não-músicos. Assim, como esta habilidade possibilita o reconhecimento de alturas em segmentos musicais

com diferentes centros tonais (ou seja, independentemente de hierarquias tonais), ela forneceria uma explicação hipotética para o efeito de resolução tonal (*tonal-closure effect*). Contudo, como esta habilidade apresenta alto grau de variabilidade em termos de precisão entre os indivíduos estudados, ainda seria esperado que muitos indivíduos enfrentem dificuldades em reconhecer o retorno para a Tônica principal após passagens modulatórias. De fato, esta poderia ser uma realidade psicológica apenas para uma pequena parcela da população em geral, mesmo com a utilização conjunta de uma memória absoluta e relativa para alturas.

Retornando para uma perspectiva musical, é essencial enfatizar que compositores se utilizam de múltiplos recursos para induzir o ouvinte à sensação de nível de tensão desejada, o que inclui o efeito de resolução tonal. Conforme Cook:

O plano tonal de uma sonata fornece uma concepção tão abstrata: e embora ela não possa ser diretamente percebida pelo ouvinte, seus efeitos serão aparentes em todas as partes da música. A disposição das texturas e materiais temáticos, a padronização de passagens sonoras e suaves e com tessitura aguda ou grave, o contorno em termos de tensão e relaxamento – todos esses aspectos de uma sonata são organizados em torno de um plano tonal e servem para projetar sua conclusão estrutural de um modo diretamente perceptível. Consequentemente, se as relações tonais de larga escala não são audíveis por si mesmas, isto não significa necessariamente que elas não possuem significância musical: pode apenas ser que sua influência sobre o que é ouvido é indireta. (Cook, 1987, p. 204)⁹

Na prática tonal, todas as escolhas relativas à disposição de temas, texturas, dinâmicas, registros, andamentos e orquestração são feitas em conjunto com a estrutura harmônica da peça. Assim, na prática tonal, é prática comum que quando ocorre o retorno da Tônica principal, outros elementos também sejam reapresentados de modo similar ao que foram apresentados no início de uma composição. Por meio da repetição de uma música ouvida anteriormente, compositores tentam facilitar o reconhecimento auditivo de que houve o retorno para o centro tonal inicial. Este é um procedimento muito importante, especialmente se considerarmos que a maioria dos ouvintes não possui uma representação precisa e estável de longo prazo para todas as alturas, como no caso de portadores tradicionais de Ouvido Absoluto.

A memória absoluta para alturas pode também se provar relevante para a música não-tonal. Muitos compositores de música contemporânea (como Paul Hindemith e Luciano Berio) repetem certas alturas para que elas sejam estabelecidas como pontos de referência estruturais em suas obras musicais. Se indivíduos forem capazes de reter estas alturas na memória, mesmo após elas deixarem serem proeminentes na superfície musical, então a memória absoluta para alturas poderia ser um importante recurso cognitivo para explicar como é construída a sensação de coerência harmônica em composições não-tonais.

Por fim, deve ser destacada uma importante lacuna quanto à compreensão sobre a memória absoluta para alturas: não há estudos suficientes sobre o processamento e reconhecimento de informações harmônicas em portadores de Ouvido Absoluto¹⁰. Uma melhor avaliação de suas capacidades e de seus níveis de precisão para o mapeamento de mudanças no centro tonal (ou seja, quais alturas funcionam localmente como Tônica após cada passagem modulatória) poderia fornecer uma perspectiva sobre o papel exercido ou não pela memória absoluta para alturas em relação ao efeito de resolução tonal, além de servir como um ponto de referência para experimentos com a população em geral.

Argumentos finais e implicações futuras

Neste artigo, foi proposta a hipótese de que a retenção da Tônica principal após passagens modulatórias na música tonal somente é possível para indivíduos capazes de reter na memória alguma forma de informação absoluta quanto às alturas, uma habilidade denominada na literatura em cognição musical como memória absoluta para alturas. Acreditamos que esta habilidade possibilita o reconhecimento da mesma altura em segmentos musicais distintos e com diferentes centros tonais (ou seja, independentemente de hierarquias tonais), e que ela seria utilizada conjuntamente com a memória relativa para alturas, a qual permite a representação de um mapeamento harmônico hierarquicamente organizado em torno de um centro tonal em uma determinada passagem musical.

Nas seções anteriores, foram apresentados os referenciais teóricos que nortearam a proposição desta hipótese, incluindo uma seção de discussão quanto à sua pertinência. Dentre os argumentos apresentados, destaca-se o fato de que, na prática tonal, é recorrente a sobreposição de múltiplos centros tonais, especialmente em obras de longa duração. Neste sentido, foi questionado se a habilidade de retenção da Tônica após passagens modulatórias é, de fato, uma realidade cognitiva caso o ouvinte dependa exclusivamente de informações relativas de alturas, uma vez que ele precisaria manter na memória simultaneamente dois ou mais mapeamentos de alturas referentes a centros tonais distintos. Também foi salientado que um melhor entendimento sobre as habilidades de codificar e recuperar informações absolutas e relativas sobre alturas ainda demanda quantificação em termos de valor médio e probabilidade de distribuição. Seria interessante se futuras pesquisas focassem na testagem de indivíduos acerca da audição de elementos musicais básicos, como alturas isoladas, intervalos musicais e acordes, na tentativa de mapear quais fatores podem aprimorar ou reduzir suas performances (por exemplo, idade, gênero, timbre, registro, tempo de resposta) e até que ponto esses fatores exercem influência. Essas

informações podem fornecer um importante referencial para experimentos mais avançados, que abarcam excertos musicais reais, algo necessário para avaliar a hipótese aqui apresentada.

A partir das informações anteriores, concluímos este artigo com a proposição de um conjunto de questões objetivas que podem guiar futuras pesquisa empíricas dedicadas ao escrutínio da hipótese aqui proposta. Algumas questões foram elaboradas especificamente para indivíduos com conhecimento musical, mas, em sua maioria, as questões foram concebidas para serem aplicáveis à população em geral:

■ Após indivíduos ouvirem uma passagem musical que contém uma modulação e que termina em uma nova Tônica: 1) Os indivíduos são capazes de cantar a Tônica principal? 2) Eles são capazes de identificar a Tônica principal em um teclado de piano? 3) Eles são capazes de ajustar um oscilador para que a frequência corresponda à da Tônica principal? 4) Eles podem reconhecer a Tônica principal dentre algumas alternativas fornecidas pelo pesquisador? 5) Os indivíduos apresentam melhor desempenho na tarefa de vocalização? Se sim, estariam eles acessando uma memória procedimental?

■ Se indivíduos ouvem duas versões da mesma passagem musical que contém uma modulação (uma é a versão original, que retorna para a Tônica principal; a outra é uma versão alterada, que termina em um novo centro tonal): os indivíduos conseguem identificar qual é a versão original e qual é a versão modificada?¹¹

■ Relativamente às questões anteriores, deve-se levantar algumas questões secundárias: 1) A memorização da Tônica principal é mais fácil em certas composições? Se sim, devido a quais razões? Isto se deve ao reforço exercido pela recorrência de outros elementos musicais (por exemplo, se é apresentado um tema igual ou similar em comparação ao início da composição)? Ou isto ocorre quando os centros tonais são próximos? Ou isto se deve a uma alta taxa de recorrência da altura que corresponde à Tônica principal? 2) Há alguma diferença em termos de performance se os indivíduos conhecem as questões antes de ouvir os estímulos auditivos? Se eles ativamente focam em memorizar a Tônica principal, eles apresentam uma performance melhor? 3) Algumas alturas são mais fáceis de serem memorizadas do que outras? Se sim, quais alturas? Elas são as mesmas para a maioria dos indivíduos? 4) O treinamento musical afeta a performance de retenção da Tônica principal? 5) Os estímulos auditivos estabelecem plenamente as tonalidades inicial e final? É possível observar diferenças quanto à performance dos voluntários quando os estímulos não são tão afirmativos em relação à tonalidade inicial e/ou final?

■ Indivíduos codificam informação absoluta de alturas como classes de alturas abstratas, ou holisticamente (como uma combinação de altura, timbre e registro)? Em outras palavras, a ausência de alterações

no registro facilita o reconhecimento de uma altura ao longo de uma composição? Essa habilidade pode, de fato, ser encontrada em músicos e não-músicos? Se sim, há alguma diferença de nível de habilidade entre os grupos?

Esperamos que as reflexões apresentadas neste artigo diminuam a distância entre teoria musical e pesquisas experimentais em cognição musical, possibilitando a realização de pesquisas cujos resultados tragam contribuições para estes dois domínios.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), processo 2016/08377-4.

Notas

¹ A teoria harmônica tonal considera ainda a existência de uma terceira função, denominada Subdominante (afastamento), além de funções derivadas, mas que não são essenciais para as discussões apresentadas neste texto e, portanto, não serão aqui abordadas.

² Arnold Schoenberg (1983) e Heinrich Schenker (1935) são duas referências teóricas essenciais para esta perspectiva. Ambos consideram que uma obra tonal possui, de fato, uma única tonalidade e que o processo de modulação (tal qual observado nas obras dos grandes compositores de música tonal) não é capaz de estabelecer plenamente uma nova nota/acorde como Tônica. Para os autores, a sugestão e/ou exploração de outras regiões (ou campos harmônicos) tonais é um componente essencial da prática tonal. Contudo, essas regiões secundárias estão sempre subordinadas à tonalidade principal.

³ Heinrich Schenker, Arnold Schoenberg e Fred Lerdahl são autores cujas teorias exercem grande influência sobre a compreensão atual da música tonal e que serão mencionados ao longo deste texto.

⁴ Para maiores detalhes, ver Lerdahl & Krumhansl (2007).

⁵ *Anyone who has not heard music as linear progressions of this kind has not heard it at all.*

⁶ Em Linguística, *centre-embedding* é apenas uma das formas de subordinação de orações em relação a uma oração principal (superordenada), denominadas *initial embedding* e *final embedding* (ver Karlsson, 2007, p. 366-367). Para simplificar a argumentação aqui apresentada, essas outras formas foram omitidas no texto principal.

⁷ O termo tonicização (ou tonicalização) indica uma digressão temporária em torno de outro campo harmônico, já que um novo acorde passa a exercer a função de Tônica. Este processo possui características similares ao processo de modulação e, por isso, também serve como referência para a argumentação desenvolvida no texto. A principal diferença é que, na tonicização, a nova Tônica não é estabelecida plenamente (em outras palavras, não há a confirmação da nova tonalidade). Para maiores detalhes, ver Piston (1959). Interessante notar que esta diferenciação aparece em Schenker (1968), embora tenha sido abandonado em suas obras posteriores.

⁸ A interpretação desta tonalidade como VII grau alterado de Dó Maior não indica plenamente a relação hierárquica entre as tonalidades da passagem musical, onde Fá maior atua como tonalidade intermediária entre Dó Maior e Sib Maior. Entretanto, ela se torna necessária se, de um ponto de vista teórico, assumir-se que o mapeamento harmônico de todas as alturas precisa ser estabelecido diretamente em relação à tonalidade principal. Esta perspectiva não é predominante nos livros atuais de Harmonia tonal.

⁹ The tonal plan of a sonata provides such an abstract conception: and although it may not be directly perceived by the listener, its effects will be everywhere apparent in the music. The disposition of textures and thematic materials, the patterning of loud and soft passages and of high and low tessitura, the pacing of tension and relaxation - all these aspects of a sonata are organized around the tonal plan and serve to project its structural closure in a directly perceptible manner. Hence if large-scale tonal relations are not in themselves audible, that does not necessarily mean that they are of no musical significance: it may just be that their influence on what is heard is an indirect one.

¹⁰ De modo a preencher esta lacuna, em uma pesquisa recente, Germano (2018) testou estudantes de música autodeclarados portadores e não-portadores de Ouvido Absoluto em termos de percepção de alturas, incluindo testes quanto à percepção de intervalos harmônicos e tríades. Os resultados foram comparados considerando as respostas absolutas e as respostas relativas.

¹¹ Essas questões foram objeto de pesquisas anteriores, mas seus resultados não foram conclusivos, o que demanda mais pesquisas para uma avaliação mais embasada. Adicionalmente, todos os voluntários das pesquisas realizadas possuíam treinamento musical, de modo que seria importante a avaliação dessas questões em não-músicos.

Referências

- Bachem, A. (1937). Various types of absolute pitch. *Journal of the Acoustical Society of America*, 9, 146-151.
- Bharucha, J., & Krumhansl, C. L. (1983). The representation of harmonic structure in music: Hierarchies of stability as a function of context. *Cognition*, 13(1), 63-102.
- Ben-Haim, M. S., et al. (2014). Pitch Memory and Exposure Effects. *Journal of Experimental Psychology*, 40(1), 24-32.
- Bigand, E., & Parncutt, R. (1999). Perceiving Musical Tension in Long Chord Sequences. *Psychological Research*, 62, 237-254.
- Cook, N. (1987). The Perception of Large-Scale Tonal Closure. *Music Perception*, 5(2), 197-205.
- Cook, N. (1994). Perception: A perspective from Music Theory. In R. Aiello (Org.), *Musical Perceptions* (p. 64-95). Oxford University Press.
- Cox, C., & Warner, D. (Orgs.). (2013). *Audio Culture: Readings in modern music*. Bloomsbury.
- Cuddy, L. L., & Smith, N. A. (2000). The perception of tonal pitch space and tonal tension. In D. Greer (Ed.), *Musicology and sister disciplines: Past, present and future* (pp. 47-59). Oxford University Press.
- Cuddy, L. L., & Thompson, W. F. (1992). Asymmetry of perceived key movement in chorale sequences: Converging evidence from a probe-tone analysis. *Psychological Research*, 54(2), 51-59.
- Farbood, M. M. (2016). Memory of a Tonal Center after Modulation. *Music Perception*, 34(1), 71-93.
- Frieler, K., et al. (2013). Absolute Memory for Pitch: A Comparative Replication of Levitin's 1994 Study in Six European Labs. *Musicae Scientiae*, 17(3), 334-349.
- Germano, N. G. (2015). *Em busca de uma definição para o Fenômeno do Ouvido Absoluto*. *Dissertação de mestrado*. Instituto de Artes da UNESP. São Paulo, Brasil. http://www.academia.edu/15426596/Em_busca_de_uma_defini%C3%A7%C3%A3o_para_o_fen%C3%B4meno_do_Ouvido_Absoluto
- Germano, N. D. G. (2018). *Ouvido absoluto e ouvido relativo: Um estudo psicométrico dos traços latentes*. Tese (Doutorado em Música). Instituto de Artes da UNESP. São Paulo, Brasil. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/157223>

- Germano, N. G., et al. (2016). Absolute Pitch: In Search of a Testable Model. *Proceedings of the International Conference on Music Perception and Cognition 14*. San Francisco, USA, 710-713.
- Germano, N. G., et al. (2018). Psychometric Features to Assess Absolute Pitch: Looking for Construct Validity Evidences Regarding Isolated Pitch Tasks in Undergraduate Brazilian Music Students. *Proceedings of the 15th International Conference on Music Perception and Cognition (ICMPC15)*. Graaz, Austria.
- Gibson, E. L. (1998). Linguistic complexity: locality of syntactic dependencies. *Cognition*, 1(1), 1-76.
- Hsieh, I. H., & Saberi, K. (2008). Dissociation of procedural and semantic memory in absolute-pitch processing. *Hearing Research*, 240, 73-79.
- Hurford, J. R. (2012). *The Origins of Grammar: Language in the Light of Evolution II*. Oxford: oxford University Press.
- Karlsson, F. (2007). Constraints on Multiple Center-Embedding of Clauses. *Journal of Linguistics*, 43(2), 365-392.
- Krumhansl, C. L. (1990). *Cognitive foundations of musical pitch*. New York: Oxford University Press.
- Krumhansl, C. L., & Kessler, E. J. (1982). Tracing the dynamic changes in perceived tonal organization in a spatial map of musical keys. *Psychological Review*, 89, 334-368.
- Lerdahl, F. (2001). *Tonal pitch space*. New York: Oxford University Press.
- Lerdahl, F., & Jackendoff, R. (1999). *A Generative Theory of Tonal Music*. MIT Press.
- Lerdahl, F., & Krumhansl, C. L. (2007). Modeling Tonal Tension. *Music Perception*, 24(4), 329-366.
- Levitin, D. J. (1994). Absolute Memory for Musical Pitch: Evidence from the Production of Learned Melodies. *Perception & Psychophysics*, 56(4), 414-423.
- Marvin, E. W., & Brinkman, A. (1999). The Effect of Modulation and Formal Manipulation on Perception of Tonic Closure by Expert Listeners. *Music Perception*, 16(4), 389-407.
- Marvin, E. W., & Brinkman, A. (2000). The Effect of Key Color and Timbre on Absolute Pitch Recognition in Musical Contexts. *Music Perception*, 18(2), 111-137.
- Miller, G. A., & Isard, S. (1964). Free Recall of Self-Embedded English Sentences. *Information and Control*, 7, 292-303.
- Miyazaki, K. (1989). Absolute Pitch Identification: Effects of Timbre and Pitch Region. *Music Perception*, 7(1), 1-14.
- Miyazaki, K. (1990). The Speed of Musical Pitch Identification by Absolute-Pitch Possessors. *Music Perception*, 8(2), 177-188.
- Nattiez, J.-J. (1984). Tonal-Atonal. In *Enciclopédia Einaudi* (Vol. 3, p. 331-356). Lisboa: Imprensa Nacional.
- Parncutt, R., & Levitin, D. J. (2018, May 4). Absolute pitch. *Grove Music Online*. Disponível em:
<http://www.oxfordmusiconline.com/grovemusic/view/10.1093/gmo/9781561592630.001.0001/omo-9781561592630-e-0000000070>
- Piston, W. (1959). *Harmony* (5th edition). W. W. Norton & Company.
- Schlemmer, K. B. (2009). Do Absolute Pitch Possessors Have a Field Independent Cognitive Style? *Proceedings of the 7th Triennial Conference of European Society for the Cognitive Sciences of Music (ESCOM 2009)*. Finland: University of Jyväskylä, 480-486.
- Schellenberg, E. G., & Trehub, S. E. (2003). Good Pitch Memory Is Widespread. *Psychological Science*, 14(3), 262-266.
- Schenker, H. (1935). *Der freie Satz [Free Composition]*. Wien: Universal.
- Schenker, H. (1968). *Harmony*. University of Chicago Press.
- Schenker, H. (2014). *The Masterwork in Music: Volume I*. New York: Dover Publications.
- Schoenberg, A. (1983). *Theory of Harmony*. University of California Press.
- Smith, N. A., & Cuddy, L. L. (2003). Perceptions of musical dimensions in Beethoven's Waldstein sonata: An application of Tonal Pitch Space theory. *Musicae Scientiae*, 7(1), 7-34.

- Smith, N. A., & Schmuclker, M. A. (2008). Dial A440 for absolute pitch: Absolute pitch memory by non-absolute pitch possessors. *The Journal of the Acoustical Music Society of America*, 123(4), EL77-EL84.
- Solomos, M. (2013). *De la Musique au Son: L'Emergence du Son dans la Musique des XXe-XXIe Siècles*. Presses Universitaires de Rennes.
- Takeuchi, A. H., & Hulse, S. H. (1991). Absolute-pitch judgments of black- and white-key pitches. *Music Perception*, 9(1), 27-46.
- Terhardt, E., & Ward, W. D. (1982). Recognition of Musical Key: Exploratory Study. *The Journal of the Acoustical Music Society of America*, 72(1), 26-33.