DOI 10.20504/opus2016b2223

The Psychology of Music, editado por Diana Deutsch, 3ª edição: resenha dos capítulos 6 a 9

Ricieri Carlini Zorzal (UFMA)

Resumo: O presente texto traz uma resenha de quatro capítulos da terceira edição do livro *The Psychology of Music*, editado por Diana Deutsch. Nominalmente, serão analisados os seguintes capítulos: 6) Mecanismos de agrupamento em música, de autoria de Diana Deutsch; 7) O processamento de combinações de altura, também de autoria de Diana Deutsch; 8) Modelos computacionais de cognição musical, de autoria de David Temperley; e 9) Estrutura e interpretação do ritmo na música, de autoria de Henkjan Honing.

Palavras-chave: Sistema auditivo. Percepção musical. Modelos computacionais. Ritmo musical.

The Psychology of Music, Edited by Diana Deutsch, 3rd Edition: Review of the Chapters from 6 to 9

Abstract: This paper is a review of four chapters of the third edition of the book *The Psychology of Music*, edited by Diana Deutsch. Specifically, the following chapters will be analyzed: 6) Grouping Mechanisms in Music, written by Diana Deutsch; 7) The Processing of Pitch Combinations, also written by Diana Deutsch; 8) Computational Models of Music Cognition, written by David Temperley; and 9) Structure and Interpretation of Rhythm in Music, written by Henkjan Honing.

Keywords: Auditory system; music perception; computational models; musical rhythm.

ZORZAL, Ricieri Carlini. *The Psychology of Music*, editado por Diana Deutsch, 3ª edição: resenha dos capítulos 6 a 9. *Opus*, v. 22, n. 2, p. 581-595, dez. 2016.

Submetido em 02/03/2016, aprovado em 27/04/2016.

O presente texto é a sequência de um trabalho com o objetivo de analisar, individualmente, os capítulos da terceira edição do livro The Psychology of Music, de Diana Deutsch (2013a)[1]. Dessa forma, aqui são apresentadas resenhas sobre os capítulos 6 – Mecanismos de agrupamento em música; 7 – O processamento de combinações de altura; 8 – Modelos computacionais de cognição musical; e 9 – Estrutura e interpretação do ritmo na música, da obra de referência acima citada. Com isso, espera-se oferecer um panorama sobre a diversidade de áreas que têm sido abertas desde o lançamento das edições anteriores dessa obra (DEUTSCH, 1982; 1999), e proporcionar uma sinopse dos principais resultados dos estudos apresentados em cada um dos textos acima elencados, com descrições sobre os processos metodológicos empregados.

Capítulo 6 – Mecanismos de agrupamento em música

A temática abraçada por este capítulo está presente nas três edições do livro *The Psychology of Music*. Dessa forma, Diana Deutsch, responsável por todas as edições do referido livro e autora deste capítulo, volta a avaliar os princípios pelos quais os sons são agrupados ou segregados pela audição humana. A inserção de mais de 70 novas referências bibliográficas em relação a este capítulo na edição anterior oferece à discussão uma fundamentação atualizada dos processos envolvidos na percepção auditiva humana.

Para tanto, a autora aponta duas linhas de investigação para o estudo do sistema auditivo. A primeira linha diz respeito às regras sobre as quais ele opera. Por essa linha, Deutsch (2013b) afirma que o sistema auditivo atua conforme regras baseadas nos atributos físicos do som, tais como frequência, amplitude, *timing*, localização espacial, timbre, etc. A segunda linha assume que a organização do som ocorre nas bases de alguma dimensão sonora, tais como altura ou padrões rítmicos. Dessa forma, a autora reconhece a forte influência dos princípios gestálticos na organização do som em termos de proximidade, similaridade, boa continuação, etc. Indubitavelmente, a leitura deste capítulo oferece algumas respostas a questões inerentes ao universo da composição e à performance musical.

Inicialmente, o capítulo discute relações entre os componentes do espectro de um som musical que podem levar o ouvinte a fundir esse som em uma imagem sonora ou separá-lo em múltiplas imagens. Em linhas gerais, as pesquisas apresentadas neste tópico manipulam a afinação e/ou a sincronia de um harmônico em relação a seu complexo

[1] Esta é a terceira de uma série de quatro resenhas sobre o livro *The Psychology of Music*. As outras duas resenhas estão publicadas, respectivamente, nas duas edições anteriores desta revista (ZORZAL, 2015; 2016).

sonoro, algumas vezes considerando questões contextuais, a fim de investigar os efeitos perceptivos obtidos. O leitor identificará discussões referentes aos seguintes itens: fusão ou separação perceptual das notas de um intervalo, ou seja, os efeitos da harmonia na percepção de sons simultâneos; os efeitos da assincronia de componentes harmônicos no agrupamento de sons complexos; a possibilidade de continuidade auditiva de um som mesmo após sua interrupção; a contribuição de modulações coerentes de frequência no agrupamento de componentes espectrais ou, em outras palavras, a importância do vibrato para a percepção do som; os fracos efeitos da modulação coerente de amplitude e da separação espacial de um som como sugestões para a separação perceptual; e a possibilidade de utilização de repetidas estruturas espectrotemporais para a identificação de padrões musicais.

Após a análise de pesquisas voltadas para o estudo dos componentes do espectro de um som, Deutsch passa a discutir aspectos da percepção envolvidos na audição de uma sequência de sons. Em termos metodológicos, e com a finalidade de obter tendências perceptivas, pesquisas nessa área apresentam aos ouvintes (em diferentes condições experimentais) padrões sonoros repetitivos que podem variar conforme algum atributo específico do som. Então, é solicitado aos sujeitos que julguem os padrões ouvidos como pertencentes a um único fluxo melódico ou a fluxos melódicos independentes[2].

A partir dessas pesquisas, Deutsch mostra que as relações intervalares e timbrísticas entre os sons seguem, respectivamente, os princípios de proximidade e de similaridade apresentados pela Gestalt[3] para o campo visual. Além disso, a autora discute evidências sobre a contribuição das relações temporais e das modulações de amplitude na percepção dos padrões melódicos, e reforça o papel do prévio conhecimento musical, da memória de curto termo e do contexto no julgamento perceptivo. Outrossim, interessantes resultados emergem no estudo da atenção. Pesquisas nesse escopo revelam que, ao mesmo tempo em que há uma região de ambiguidade na qual o ouvinte pode direcionar sua atenção à vontade, há suporte empírico que mostra que o julgamento perceptivo pode se desenvolver preatentivamente. Para aprofundar essa questão, fundamentada em pesquisas que utilizam técnicas oriundas da neurociência, o leitor

[2] É importante frisar que as pesquisas citadas no capítulo não investigam, necessariamente, a percepção de sons musicais. Por isso, *stream* é o termo utilizado pela autora para a descrição desse fluxo sonoro. A opção pelo termo fluxo melódico ocorre, na presente resenha, apenas com o objetivo de oferecer uma leitura mais próxima do universo musical.

[3] Teoria da psicologia que pretende explicar o processo perceptivo com base em princípios que podem segregar ou agregar objetos por meio de suas formas. As ideias dessa teoria foram muito populares em meados do século XX. Ver informações adicionais em Ash (1999).

encontrará uma discussão sobre os mecanismos cerebrais que subjazem aos processos pelos quais esses julgamentos ocorrem.

O texto do capítulo procura manter uma estreita relação entre os resultados empíricos e a prática de renomados compositores da música ocidental. Dessa forma, Deutsch tece proposições teóricas que visam explicar algumas dessas práticas. Alguns exemplos encontrados no capítulo são: a recusa ao cruzamento de vozes na música polifônica; a contribuição do timbre para a separação de linhas melódicas com frequências muito próximas; os efeitos perceptivos do trêmulo na execução violonística; a contribuição da relação intervalar para a percepção de padrões rítmicos e estruturas fraseológicas; os efeitos perceptivos obtidos quando um padrão melódico entra em conflito com uma estrutura métrica; e ilusões auditivas que podem ocorrer conforme a localização de uma fonte sonora no espaço.

Esses processos ilusórios que podem ocorrer na percepção auditiva humana ocupam boa parte do conteúdo do capítulo, pois a descoberta de alguns deles é atribuída à própria Deutsch. A autora coloca que a percepção de sons de diferentes origens espaciais é mais complexa que a percepção visual nas mesmas condições porque o mapeamento espacial do som é apenas inferido pelo sistema auditivo. Por esse motivo, a audição é mais passível de erros. Em termos metodológicos, investigações acerca das ilusões que podem acometer o sistema auditivo utilizam fontes sonoras em diferentes localizações espaciais com o objetivo de analisar como a percepção humana organiza esses sons. Nomeadamente, a ilusão da escala ocorre quando o ouvido direito recebe uma sequência melódica (por exemplo, Dó4 - Ré3 - Lá3 - Fá3) e o ouvido esquerdo recebe, simultaneamente, uma sequência melódica invertida (Dó3 - Si3 - Mi3 - Sol3). Submetidos a essas condições, Deutsch revela que destros tendem a perceber no ouvido direito uma escala descendente (Dó4 - Si3 - Lá3 - Sol3) e, no ouvido esquerdo, uma escala ascendente (Dó3 - Ré3 - Mi3 - Fá3)[4]. Ilusões semelhantes são obtidas com outros padrões melódicos, em efeitos como o glissando e na percepção de oitavas.

A partir desses resultados, a autora apresenta estudos neurológicos mostrando padrões sonoros geradores de ilusões perceptivas que dão origem a uma maior atividade no hemisfério dominante para sons agudos e a uma maior atividade no hemisfério não dominante para sons graves[5]. Ou seja, há evidências de que a forma como uma ilusão é

[4] O texto aponta que o padrão percebido por destros tende a permanecer inalterado mesmo se as fontes sonoras forem espacialmente invertidas.

[5] Deutsch sugere a existência de dois mecanismos decisórios na percepção de um som. Um mecanismo determina qual altura ouvir e outro determina de onde o som está vindo. Essa proposição ajuda a entender a dominância cerebral na percepção auditiva.

percebida pode representar um confiável indicador da direção da dominância cerebral de um indivíduo.

Na parte final do capítulo, Deutsch revisita alguns princípios gestálticos para discutir formas complementares de agrupamento de sons complexos. Nesse contexto, a interminável circularidade perceptiva de um *pitch class* que ascende ou descende por proximidade intervalar[6] e a possibilidade de agrupamento de tríades por destino comum põem em contato, novamente, os resultados empíricos e o repertório tradicional ocidental. Assim, pelo constante diálogo entre teoria e prática, e pela atual efervescência na área da psicologia da música, reforça-se a importância e a aplicabilidade do conteúdo deste capítulo para intérpretes, compositores e pesquisadores.

Capítulo 7 – O processamento de combinações de altura

Assim como descrito no capítulo anterior, esse texto é de autoria de Deutsch (2013c) e está presente nas três edições do livro *The Psychology of Music*. Da mesma forma, a inclusão de mais de 50 novas referências bibliográficas atualiza o conteúdo aqui apresentado e possibilita uma rediscussão acerca dos aspectos da percepção e da memória envolvidos no processamento das informações de altura de um som.

Inicialmente, a autora propõe um modelo de sistema neural de abstração de relações de alturas que toma emprestado conceitos e princípios utilizados pela Gestalt para o campo da visão. Esse modelo sugere que a informação sonora seja tratada por dois canais, sendo que um canal projeta sons específicos para a formação de intervalos e acordes e outro canal projeta sons específicos para a formação de *pitch class units*[7]. Dessa forma, Deutsch indica que a altura é vista como um atributo bidimensional do som, sendo que uma dimensão determina seu nível geral de altura (*pitch height*), e outra dimensão determina sua posição com relação à oitava (*pitch class*). Nesses termos, a autora discute a equivalência perceptual de oitavas, intervalos e acordes, e apresenta alguns resultados empíricos encontrados a partir da proposição teórica acima.

[6] A esse respeito, Deutsch traz uma demonstração em que é possível ter uma série de pares de sons que ascendem interminavelmente no sentido horário do círculo do *pitch class* (Dó♯ mais agudo que Dó, Ré mais agudo que Dó♯, etc.) ou, da mesma forma, descendem no sentido anti-horário (Dó mais grave que Dó♯, Dó♯ mais grave que Ré, etc.).

[7] *Pitch class units* são grupos de notas que mantém uma relação de oitava entre si, desconsiderando a oitava na qual as notas ocorrem. Por exemplo, Sol3, Sol4, Sol5, e assim por diante, fazem parte de um mesmo *pitch class unit*.

Ao se considerar os aspectos perceptivos básicos mais diretamente aplicáveis ao repertório musical de diferentes culturas, merecem destaque os estudos sobre classes de intervalo[8], contorno melódico e organização das alturas na melodia. Nessa argumentação, Deutsch faz emergir evidências empíricas que relatam a necessidade de um claro estabelecimento de expectativas e de estruturas harmônicas para uma compreensão perceptiva de classes de intervalo[9]. Outrossim, a autora destaca a importância do desenho formado pelo contorno melódico no reconhecimento de melodias. Além disso, são explicadas, a partir de uma vasta fundamentação teórica, a contribuição da repetição de um som e algumas características musicais que estão presentes na continuidade e na mudança de direção melódicas para a organização de alturas em uma melodia[10].

Complementarmente, aspectos perceptivos de ordens mais elevadas são discutidos a partir dos conceitos de transposição, inversão e retrogradação. Dito isso, não é difícil imaginar que o leitor perceberá a presença de Schoenberg e de fundamentos da música atonal nessa parte do texto. A transposição é analisada em termos de graus de similaridade entre uma melodia que sofreu algum tipo de transposição em relação à sua versão original, e os conceitos de inversão e retrogradação são debatidos a partir da pretensa correspondência entre as transformações visuoespaciais e as transformações musicais[11].

---

[8] Classe de intervalo é um conceito teórico que agrupa uma combinação de dois sons dentro do intervalo de uma oitava. Assim, por exemplo, pode-se considerar o par Dó3 - Ré5 como pertencente à mesma classe de intervalo do par Sol2 - Fá6.

[9] Por esse motivo, Deutsch destaca que classes de intervalo não podem ser consideradas aspectos perceptuais de primeira ordem.

[10] A contribuição da repetição de um som reside no princípio de, quanto mais ele é lembrado, maior influência esse som pode exercer na organização da frase por completo. A direcionalidade de uma melodia é fundamentada por estudos que mostram que um pequeno intervalo melódico gera nos ouvintes a expectativa de continuidade na mesma direção e grandes intervalos melódicos geram a expectativa de mudança na direção. Essa característica é chamada de *post-skip reversal*. Leonard Meyer propõe que isso se deve ao fato de os ouvintes desejarem preencher o vão criado pelo salto. Von Hippel e Huron apresentam uma explicação em termos de regressão a uma média de centro melódico, ou seja, a melodia estabelece uma frequência média sobre a qual as notas gravitam. Eugene Narmour trata dessa questão dentro da proposta teórica intitulada modelo implicação-realização de expectativas musicais. Todas essas referências são discutidas no escopo do capítulo.

[11] Deutsch coloca que nem toda possível representação no campo visuoespacial tem um correspondente direto na música. Por exemplo, a dificuldade de reconhecimento de sequências de sons no tempo reverso e a falta de similaridade na retrogradação de tríades maiores e menores são colocadas como questões de difícil tratamento por parte da música atonal.

Assim como no campo visuoespacial, Deutsch considera que a representação mental das informações musicais ocorre hierarquicamente. Para suportar essa assertiva, a autora apresenta um modelo assumindo que um ouvinte adquire um repertório de alfabetos musicais a partir de unidades estruturais que podem ser baseadas em princípios universais, tais como proximidade e boa continuação, ou em esquemas que podem ser adquiridos através da exposição à música de uma particular tradição. Nesse modelo, chamado de Deutsch-Feroe, a hierarquização de uma melodia ocorre com o estabelecimento de cinco operadores que organizam, a partir de um ponto de referência em comum, as notas de uma ou mais estruturas melódicas. O texto traz uma equação matemática e alguns exemplos musicais que ajudam a entender o funcionamento desse modelo. Além disso, a autora descreve, minuciosamente, o processo pelo qual um ouvinte adquire a representação de uma passagem melódica e traz algumas vantagens que essa proposta tem em relação à proposta de Schenker[12].

O papel da memória na representação mental, organização e retenção dos sons também foi discutido por Deutsch no escopo deste capítulo. Nessa discussão, a autora coloca como evidente que a memória para a música é uma função de um sistema heterogêneo com diferenças na persistência com a qual cada subdivisão desse sistema retém a informação. Ou seja, a análise perceptual do som atribui valores de altura, intensidade e duração (níveis mais baixos), e intervalos, acordes, ritmos e timbres (níveis mais altos) em diferentes subdivisões do sistema auditivo. Assim, essas informações são retidas paralelamente nesses subsistemas, onde interações específicas ocorrem e os *outputs* dessas diferentes subdivisões se combinam durante a recuperação da informação na memória.

Os estudos que suportam essa proposição teórica empregam, em sua maioria, o seguinte desenho metodológico: dois sons-prova, idênticos ou distantes um semitom entre si, são separados por um intervalo de tempo. Sons intervenientes, geralmente em número de seis e que variam conforme algum atributo do som que é de interesse da pesquisa, são inseridos entre esses sons-prova. Então, é avaliado o grau de interferência obtido pelos sons intervenientes no reconhecimento do segundo som-prova em relação ao primeiro som-prova.

[12] O fato de o modelo Deutsch-Feroe permitir que subsequências em diferentes níveis estruturais sejam codificadas como grupos coesos de pouco itens, o que leva à uma otimização da performance da memória, é uma das vantagens citadas. Outras propostas de modelagem sobre identificação de tonalidades também são discutidas no escopo deste capítulo, em especial na letra F do item III (início na p. 280). Porém, esse conteúdo é discutido com maior profundidade no capítulo 8 desta edição. Por esse motivo, este item não é resenhado aqui.

A parte final do capítulo é dedicada à discussão de alguns paradoxos baseados na relação entre o *pitch class* e a altura de um som. Os estudos aqui apresentados evidenciam as diferenças perceptivas que os sujeitos experimentam tanto na audição do intervalo de trítono, quanto na audição de pares de sequências melódicas. A partir dessas diferenças, Deutsch aponta algumas interessantes implicações práticas, tais como: a altura percebida de um som é relacionada à sua posição no círculo do *pitch class*, ou seja, elas não são dimensões ortogonais; a transposição de um padrão de uma tonalidade para outra pode resultar em, por exemplo, uma permuta entre as vozes; o ouvido absoluto pode não ser tão raro quanto é geralmente sugerido; e a forma como esses paradoxos são percebidos pode estar intimamente relacionada ao aprendizado da língua-mãe.

O emprego dos princípios gestálticos para a construção de uma base teórica e o suporte de exemplos do repertório musical tradicional fazem desse texto uma complementação do capítulo anterior e uma leitura de grande interesse para intérpretes, compositores e pesquisadores na área da psicologia da música. Pelo exposto, reconhece-se que a autora, nesses dois capítulos, oferece um panorama consubstanciado do fenômeno perceptivo em música.

Capítulo 8 – Modelos computacionais de cognição musical

Ao lado da psicologia experimental e das neurociências, a pesquisa computacional é uma das três principais aproximações para o estudo da cognição. Por esse motivo, a temática desse capítulo é um pilar teórico de diversas discussões apresentadas nas duas edições anteriores do livro *The Psychology of Music*. Todavia, somente na terceira edição o termo computacional aparece no título de um capítulo. Como desdobramento desse termo, Temperley (2013) oferece um texto inteiramente dedicado à apresentação de modelos que procuram descrever ou aplicar, de alguma maneira, o processo cognitivo envolvido em diversos aspectos da percepção musical. Assim, o autor divide o capítulo em modelos destinados à identificação da tonalidade, à identificação da métrica, à identificação da altura, ao agrupamento e separação de vozes, à análise harmônica e definição do nome da nota, à descoberta de padrões, e à redução de altura. Além dos aspectos da percepção mencionados, Temperley também discute modelos de experiência musical, de performance e de composição. Em linhas gerais, o texto apresenta um modelo e descreve seu *modus operandi*, a estrutura teórica que o suporta, exemplos de sua aplicabilidade, suas vantagens e possíveis falhas em seu desempenho.

Como indicado acima, o primeiro rol de modelos trazido pelo autor são aqueles destinados à identificação da tonalidade. Usualmente, esses modelos adotam um princípio

que pode ser ou processual, segundo o qual a melodia é processada uma nota de cada vez e a tonalidade que não tem aquela nota é eliminada, ou distribucional, segundo o qual o modelo julga a tonalidade com base na distribuição de classes de altura desconsiderando o arranjo temporal ou o registro. Temperley aponta que o principal desafio para modelos processuais é lidar com melodias que não usam uma escala completa ou usam notas fora da escala. Para os modelos distribucionais, o desafio é lidar com modulações e mudanças de tonalidade.

Semelhantemente aos modelos de identificação da tonalidade, os modelos de identificação da métrica também são categorizados como processuais ou de otimização[13]. Contudo, como a performance humana não é traduzida por notas que representam durações exatas de uma unidade rítmica, Temperley coloca a quantização das durações como uma questão premente na metodologia de identificação da métrica por um sistema computacional. Assim, o autor aponta alguns modelos que propõem uma flexibilização da duração do intervalo entre as notas para estabelecimento dos níveis métricos e revela uma recente tendência em aplicar técnicas probabilísticas bayesianas para esse fim[14]. Outras aproximações trabalhadas no texto envolvem o uso de sistemas dinâmicos, que aplicam a relação entre regularidade e expectativa de um *input* padrão, e a autocorrelação, que busca autossimilaridades no sinal de áudio em diferentes períodos de tempo e usa isto para inferir níveis métricos. Muito embora reconheça os avanços na área nos últimos anos, Temperley destaca que esses modelos ainda usam poucos e simples princípios rítmicos e indica a necessidade de se considerar outros fatores, como a harmonia, para uma mais precisa avaliação da métrica musical.

Os demais aspectos da percepção são discutidos mais brevemente na sequência do texto. O autor pontua o suporte da psicologia, das neurociências e da engenharia para a construção de modelos de identificação da altura em duas categorias, a saber, os que trabalham a partir da análise espectral da onda e os que trabalham a partir da onda em si. Para os modelos de agrupamento e separação de vozes, Temperley destaca o uso de princípios probabilísticos ou gestálticos na determinação de estruturas ao nível da frase.

[13] O princípio dos modelos de otimização para a identificação da métrica é semelhante aos princípios dos modelos distribucionais na identificação da tonalidade. Modelos de otimização operam considerando um arranjo da completa análise do *input* total para então avaliar esse *input*, ou seja, é uma função de avaliação.

[14] A vantagem da estatística bayesiana em modelos de identificação reside no fato de essa técnica permitir uma distribuição probabilística a priori para a composição do modelo, ou seja, a "inexatidão" da performance humana pode ser contemplada quando os dados de entrada do modelo são considerados como intervalos de valores prováveis, e não como medidas exatas de duração.

Modelos de análise harmônica procuram identificar as raízes do acorde, os pontos de mudanças harmônicas e algumas outras informações, tais como classificação do acorde (maior/menor, tríade/acorde de sétima) e rótulos numerais da harmonia tradicional[15]. Para modelos dedicados à definição do nome da nota, Temperley sugere o uso do ciclo das quintas e das resoluções cromáticas da melodia como tipos de representação espacial que podem favorecer nomes de nota que localizam alturas no espaço. Já modelos que visam identificar padrões a partir da repetição de temas e motivos esbarram, segundo o autor, em aspectos subjetivos da percepção e enfrentam dois principais problemas, a saber, a tendência que padrões musicais têm de sofrer leves variações rítmicas e/ou melódicas e a nem sempre perceptualmente significante repetição de um padrão[16]. Para finalizar a discussão acerca dos aspectos perceptivos, Temperley evidencia o suporte das teorias de Schenker e de Lerdahl e Jackendoff para modelos de redução de altura e aponta que eles ainda exigem um *input* muito simples ou já reduzido ou um guia do usuário para apresentar bons resultados.

Os modelos de experiência musical são discutidos por meio da expectativa, da tensão e da similaridade que a música pode despertar no ouvinte. Assim, os conceitos de expectativa e tensão são trabalhados, principalmente, a partir das teorias de implicação-realização, de Eugene Narmour, e da atração tonal, de Fred Lerdahl, com o apoio de algumas metáforas físicas, tais como a de que a gravidade favorece intervalos descendentes e a inércia favorece a continuação da direção melódica. Para modelos de experiência musical que trabalham o conceito de similaridade, Temperley sugere o emprego de ferramentas matemáticas. Assim, quando a similaridade está envolvida com propriedades gerais da peça, tais como estilo, humor ou sentimento rítmico, o autor aponta o uso da regressão múltipla. Quando a similaridade está envolvida com padrões específicos de ritmo e altura, por exemplo, há a indicação da aplicação da análise de Fourier.

Os modelos de performance são apontados como os que carregam os efeitos práticos mais concretos. Dessa forma, são discutidas modelagens computacionais para erros de performance e para a digitação no piano e no violão. Além disso, propostas de modelagem a partir de métodos correlacionais entre aspectos da performance e aspectos da estrutura musical sugerem o aumento do volume na execução de notas agudas, um encurtamento ainda maior das notas curtas, a aplicação hierárquica do decrescendo e do

[15] Assim como na identificação da tonalidade, o autor coloca que o problema de modelos de análise harmônica é lidar com notas que não são parte do acorde, com acordes implícitos e com acordes incompletos.

[16] Para lidar com esses problemas, o autor sugere que os modelos devem permitir algum tipo de aproximação e devem ter um método para selecionar os padrões significantes.

ralentando, etc. Temperley destaca que esses modelos são desenvolvidos com a capacidade de aprender a gerar performances expressivas através de análises estatísticas e armazenamento das informações com as quais eles são alimentados.

Por fim, o autor discute os modelos de composição. Em geral, esses modelos são guiados pela simulação de eventos distribuídos estatisticamente dentro dos padrões de um estilo musical. Para esse propósito, Temperley coloca que a cadeia de Markov é o princípio mais usado[17]. Não obstante, o autor também trabalha modelos que simulam processos ao longo do tempo, as chamadas redes neurais. Nesses modelos, uma rede é treinada em um corpo de música e seleciona eventos que têm uma alta probabilidade de ocorrer em um determinado contexto. A diferença com a cadeia de Markov é que a rede neural é capaz de mover-se em diferentes tamanhos de contexto. Outras aproximações apontadas utilizam regras pré-determinadas[18], algumas vezes em combinação com processos estocásticos, ou empregam o princípio de geração e teste, segundo o qual melodias randomicamente geradas são avaliadas com a ajuda de uma função de ajuste que pode ser humana ou automática.

Pelo exposto, é possível perceber a importância da modelagem computacional para a cognição musical. Temperley vê que mesmo as falhas dos modelos podem ser úteis na medida em que despertam atenção de aspectos do processamento humanos que precisam ser incorporados. Todavia, os desafios que ainda permanecem são considerar a ampla extensão de tipos de informação e conhecimento no processamento musical e encontrar modelos e princípios que são aplicáveis a uma extensão de processos cognitivos.

Capítulo 9 – Estrutura e interpretação do ritmo na música

A temática desse capítulo acompanha as três edições do livro *The Psychology of Music*. Contudo, ao contrário do que ocorre com as discussões sobre mecanismos de agrupamento em música e sobre o processamento de combinações de altura (ambos escritos por Deutsch em todas as três edições) cada edição do *The Psychology of Music* traz

[17] Beran (2004: 169) aponta que cadeias de Markov são modelos simples em tempo discreto que são definidos pelo condicionamento de um passado imediato. Ou seja, essa cadeia representa a probabilidade de ocorrência de um evento a partir de um estado atual conhecido, desconsiderando-se estados anteriores ao atual na predição de estados seguintes. Temperley também descreve algumas variantes dos princípios de Markov ao longo do texto. Outro importante material de referência sobre a utilização de princípios matemáticos na música, que também considera conceitos da Gestalt, pode ser encontrado em Mazzola (2002).

[18] Por exemplo, regras extraídas do contraponto da música renascentista.

o ritmo sob a perspectiva de um diferente autor[19]. Por este motivo, Honing (2013), autor desse capítulo, abstém-se de uma profunda discussão histórica na área e foca sua atenção no desenvolvimento recente da ciência cognitiva do ritmo e do *timing*[20]. Para aqueles interessados em outras ramificações do estudo do ritmo, o autor oferece uma lista de referências bibliográficas complementares com mais de 230 títulos de pesquisas relacionadas.

Para desenvolver o conteúdo do texto, o autor inicia sua discussão apontando importantes diferenças entre o que é notado em uma partitura, o que pode ser medido de um sinal sonoro, e o que é percebido pelo ouvinte. A partir dessas diferenças, Honing afirma que o estudo do ritmo e do *timing* tem mudado de uma perspectiva psicofísica para estudos nos quais a validade ecológica dos materiais usados, a tarefa e os efeitos do contexto musical têm sido observados. Para esses estudos, que consideram que os ouvintes são capazes de derivar do sinal acústico diferentes tipos de informação rítmica, o autor propõe um modelo universal de visualização rítmica e determina quatro componentes do ritmo, a saber, padrão rítmico, estrutura métrica, *timing* e tempo.

O modelo proposto por Honing sugere um espaço rítmico composto por quatro notas com três intervalos entre elas, sendo que cada um desses intervalos é representado nos eixos x, y e z de um plano tridimensional[21]. Em seguida, o espaço rítmico é reduzido a uma certa duração total que é idêntica nos três eixos. Ou seja, se for definido o tempo de um segundo como duração total para o espaço rítmico, tem-se x=1, y=1 e z=1. Por conseguinte, pela ligação desses três pontos, obtêm-se um triângulo equilátero, o qual é chamado de mapa cronotopológico ou de gráfico de ritmo.

Como a compreensão deste modelo é importante para a discussão central do texto, Honing oferece exemplos de sua aplicabilidade, um dos quais é descrito a seguir. Na situação de o espaço rítmico receber a duração total de um segundo, o leitor será solicitado a considerar os seguintes intervalos entre as notas: 0,25s, 0,50s, e 0,25s[22].

---

[19] A primeira edição traz o tema sob o título *Rythm and Tempo* com assinatura de Fraisse (1982). A segunda edição apresenta temática similar sob o título *Rythm and Timing* e autoria de Clark (1999).

[20] Majoritariamente fundamentada em pesquisas conduzidas por ele mesmo. Honing trabalha como autor único ou como coautor em quase 25% das referências utilizadas no corpo da discussão.

[21] Em outras palavras, o que é representado no modelo é o intervalo de tempo entre as notas. Essa medida é comumente chamada de *interonset intervals* (IOI) pela literatura especializada.

[22] Esses intervalos representam uma figura rítmica de quatro notas na qual os ataques ocorrem em 0,00s, 0,25s, 0,75s e 1,00s (o que pode ser representado pela grafia musical como, por exemplo, semicolcheia, colcheia, semicolcheia e semínima, ou seja, um ritmo 1:2:1).

Portanto, isso representa um ponto no plano tridimensional em que os valores de x, y e z são, respectivamente, 0,25, 0,50, e 0,25. Como a execução humanizada de um ritmo musical impõe a esse ritmo pequenas variações de *timing*, a vantagem deste modelo é que ele apresenta visualmente quaisquer desvios na execução desse padrão rítmico.

Assim, Honing discute interessantes abordagens teóricas que refletem sobre a relação perceptiva entre um sinal rítmico, que é uma variável contínua, e um padrão rítmico simbólico, que é a notação musical que representa uma variável discreta. Para aprofundar essa discussão, o autor também traz estudos empíricos, com resultados surpreendentes, sobre o processo de categorização da percepção do ritmo em tarefas de identificação e de discriminação de diferentes padrões. Por exemplo, há evidências de que alguns padrões rítmicos, tais como 1:2:1 e 1:1:2, permitem uma considerável variação de *timing* sem correrem o risco de serem percebidos como outros ritmos. Por outro lado, ritmos como 2:3:1 e 3:1:4 são rapidamente percebidos como outros ritmos quando uma variação no *timing* é aplicada a eles. Além disso, ritmos mais frequentemente percebidos, como 1:1:1, nunca são os mesmos de suas versões metronômicas. Honing mostra que a maioria dos ouvintes percebe o ritmo 0,33, 0,31, 0,36 como 1:1:1, e a minoria dos ouvintes percebe o ritmo 0,33, 0,33, 0,33 como 1:1:1[23]. As questões levantadas pelo autor indicam que a habilidade de ouvir nuances no *timing* é resultado de um processo cognitivo de categorização que depende da memória, dos modos pelos quais somos expostos à música ao longo da vida e das expectativas criadas pelo contexto métrico.

Após dissertar sobre a relação entre padrão rítmico e *timing*, Honing trabalha o papel da cognição na percepção e apreciação musicais sob a égide da interação entre ritmo e métrica. Nesse sentido, o autor extrai informações sobre figuras sincopadas e sobre a indução de uma batida musical para revelar que o padrão rítmico pode ser caracterizado como um padrão de variação das durações que é percebido pelo ouvinte, e que a estrutura métrica envolve a percepção e antecipação de tais padrões. Ou seja, Honing defende a métrica como um fenômeno cognitivo[24].

Na parte final do capítulo, o autor traz evidências empíricas sobre a variação à que a percepção do *timing* está sujeita na execução musical de padrões rítmicos em diferentes

[23] Por esse motivo, Honing faz duas principais observações. Primeiro, as categorias rítmicas não são simplesmente ritmos de relações inteiras como notados na partitura. Segundo, o *timing* expressivo não pode ser entendido simplesmente como o desvio do que é notado na partitura. Para o autor, o *timing* expressivo é melhor definido como o desvio da versão mais frequentemente ouvida de um ritmo, o que, por sua vez, depende da memória.

[24] A partir desse entendimento, o texto traz uma discussão com implicações biológicas e culturais da percepção de uma estrutura métrica.

tempos. Por conseguinte, Honing coloca que o entendimento da performance musical como uma curva de tempo (uma representação mental de um *timing* abstrato do material rítmico que se simboliza por uma forma contínua ou uma função) tem sido criticada como um construto tanto musical, quanto perceptual e cognitivo. Além disso, o autor apresenta estudos que sugerem uma ligação direta entre ritmo musical e movimento. Assim, Honing traz breves resultados de pesquisas que investigam os meios pelos quais fenômenos fisiológicos, tais como batimento cardíaco e velocidade do passo, podem influenciar ou determinar a percepção rítmica. O leitor perceberá que, conscientemente ou não, os resultados práticos dessas pesquisas estão presentes em nossa rotina diária.

Referências

ASH, Mitchell G. *Gestalt Psychology in German Culture, 1890-1967*: Holism and the Quest for Objectivity. Cambridge: Cambridge University Press, 1999.

BERAN, Jan. *Statistics in Musicology*. London: Chapman & Hall/CRC, 2004.

CLARK, Eric. Rythm and Timing in Music. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1999. p. 473-500.

DEUTSCH, Diana (Ed.). *The Psychology of Music*. San Diego: Academic Press, 1982.

_____. *The Psychology of Music*. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 1999.

_____. *The Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2013a.

_____. Grouping Mechanisms in Music. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2013b. p. 183-248.

_____. The Processing of Pitch Combinations. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2013c. p. 249-326.

FRAISSE, Paul. Rhythm and Tempo. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. San Diego: Academic Press, 1982. p. 149-180.

HONING, Henkjan. Structure and Interpretation of Rhythm in Music. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2013. p. 367-404.

MAZZOLA, Guerino. *The Topos of Music–Geometric Logic of Concepts, Theory, and Performance*. Berlin: Birkhäuser, 2002.

TEMPERLEY, David. Computational Models of Music Cognition. In: DEUTSCH, Diana (Ed.). *Psychology of Music*. 3rd ed. San Diego: Academic Press, 2013. p. 327-368.

ZORZAL, Ricieri Carlini. The Psychology of Music, editado por Diana Deutsch, 3ª edição: uma resenha dos quatro capítulos finais. *Opus*, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 231-242, dez. 2015. Disponível em <http://dx.doi.org/10.20504/opus2015c2102>. Acesso em: jan. 2016.

_____. The Psychology of Music, editado por Diana Deutsch, 3ª edição: resenha dos capítulos 10 a 13. *Opus*, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 373-386, jun. 2016. Disponível em <http://dx.doi.org/10.20504/opus2016a2216 >. Acesso em: jul. 2016.

Ricieri Carlini Zorzal é bacharel em Violão pela Universidade Federal de Minas Gerais, mestre em Práticas Interpretativas pela Universidade Federal da Bahia e doutor em Educação Musical pela Universidade Federal da Bahia. É Professor Adjunto III da Universidade Federal do Maranhão, onde exerceu, entre 2012 e 2015, a função de chefe do Departamento de Artes. Coordenou, de 2010 a 2014, o Núcleo de Humanidades do Centro de Ciências Humanas (CCH) da UFMA, órgão deliberativo responsável pelas publicações científicas e pela organização de eventos acadêmicos do CCH-UFMA. Coordena o grupo ENSAIO (grupo de pesquisa em Ensino e Aprendizagem da Performance Musical), que tem projetos de pesquisa financiados pela FAPEMA e CNPq e tem publicado seus resultados em periódicos especializados e congressos no Brasil e no exterior. Organizou, recentemente, em parceria com a professora Cristina Tourinho, o livro *Aspectos práticos e teóricos para o ensino e aprendizagem da performance musical*. ricieri@pq.cnpq.br