



## **Percepção métrica: estudando a percepção do ritmo musical através de experimentos com estruturas metricamente ambíguas**

MODALIDADE: COMUNICAÇÃO

*Pedro Paulo Kohler Bondesan dos Santos*  
*Universidade de São Paulo – ppsantos@usp.br*

**Resumo:** Trabalho de doutorado em andamento que visa a aplicação de modelos atuais de percepção temporal desenvolvidos pela psicologia experimental, pelas ciências cognitivas e pela neurociência na compreensão do fenômeno musical. Para tanto, parte de questões como estruturas metricamente ambíguas, buscando revelar outros aspectos além dos que compõem o *corpus* de conhecimento atual sobre a formação de representação métrica temporal. Como objetivos específicos, pretende-se avaliar experimentalmente alguns problemas de ambiguidade na percepção métrica encontrados e analisados do ponto de vista dos modelos atuais de percepção temporal.

**Palavras-chave:** Ritmo. Percepção. Métrica. Cognição. Pesquisa experimental.

**Beat Perception: Studying Perception of Musical Rhythm through Experiments with Structures Metrically Ambiguous**

**Abstract:** Doctoral work in progress, that aims to apply current models of temporal perception, developed by experimental psychology, the cognitive sciences and neuroscience in understanding the musical phenomenon. For this purpose, we starts from questions like musical structures metrically ambiguous seeking reveal other aspects than those who comprise the *corpus* of current knowledge on the formation of temporal metric representation. As specific objectives, we intend to experimentally evaluate some problems of ambiguity in the metric perception found and analyzed from the point of view of current models of temporal perception.

**Keywords:** Rhythm. Perception. Meter. Cognition. Experimental Research.

### **1. Formação de interpretações das regularidades do tempo musical**

A percepção métrica temporal musical é definida, basicamente, pela diferenciação da acentuação relativa (duracional, dinâmica) em sequências de eventos, seu consequente agrupamento que vai definindo e redefinindo em tempo real outros agrupamentos maiores, hierarquizados em estruturas estáveis.

Este trabalho de doutorado recém-iniciado, orientado por Adriana Lopes da Cunha e sediado na Universidade de São Paulo, pretende estudar a percepção da métrica musical e os fatores que influenciam na formação de interpretações das regularidades do tempo musical, valendo-se de experimentos sonoros com ouvintes músicos e não músicos, com o intuito de contribuir para o desenvolvimento de uma análise perceptiva da música. Nesse sentido, os experimentos consistem na proposição de escuta de ritmos metricamente ambíguos previamente estudados, com modificações em parâmetros que influenciam na

percepção e na indução da representação métrica realizada pelo ouvinte. Assim, temos por objetivo conhecer melhor os modelos atuais de percepção temporal desenvolvidos pela psicologia experimental, pelas ciências cognitivas e pela neurociência com o objetivo de aplicá-los, sempre que possível, na compreensão do fenômeno musical. Para tanto, partimos de problemas musicais como estruturas metricamente ambíguas na tentativa de revelar outros aspectos além daqueles que compõe o *corpus* do conhecimento atual sobre a formação da representação métrica temporal.

Em pesquisa anterior, na tentativa de incorporar os conhecimentos das ciências cognitivas e trazê-los para o campo musical, desenvolvemos, na dissertação de mestrado (BONDESAN DOS SANTOS, 2012), a perspectiva do estudo do ritmo musical adicionando o ponto de vista da representação rítmica formada na mente do ouvinte. Em decorrência dos modelos elencados para compreensão do funcionamento da percepção métrica musical, estabelecemos alguns possíveis parâmetros para a análise auditiva de estruturas rítmicas. O conceito de acentuação subjetiva (POVEL; OKKERMAN, 1981), a abordagem das regras de preferência (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983. POVEL; ESSENS, 1985. TEMPERLEY; BARTLETTE, 2002) foram as nossas referências iniciais para investigar o problema da ambiguidade métrica encontrada em alguns estruturas de obras musicais.

Ambiguidade aqui é entendida pela uma definição do cientista cognitivo Roger Shepard, professor da Stanford University, ao escrever que “a ambiguidade na percepção significa que o mesmo estímulo físico pode dar origem a diferentes interpretações perceptivas em ocasiões diferentes” (SHEPARD, 1999, p. 123). Em outras palavras, temos ambigüidade quando uma evidencia sensorial acústica pode ser alocada em dois perceptos (objetos perceptuais). (BREGMAN, 1990, p. 695)

Ambiguidade no sentido que entendemos aqui tampouco se trata daquilo denominado como **modulação métrica** pois diferentemente desta, a ambiguidade métrica de que tratamos não apresenta a preparação e a mudança intencional e explicitamente escrita na partitura.

Por vezes, a ambigüidade métrica provoca no ouvinte uma escuta diferenciada daquela proposta na partitura pelo compositor .

Acreditamos que estruturas metricamente ambíguas têm o potencial de ajudar a revelar mecanismos da percepção métrica, devido ao seu conteúdo fronteiro, localizado entre duas interpretações possíveis. Assim da mesma maneira que figuras ambíguas como o Vaso de Rubin<sup>1</sup> revelam o mecanismo perceptivo figura-fundo, estruturas com potencial métrico ambíguo podem revelar mais sobre como percebemos diferentes estruturas temporais.

Na avaliação das estruturas com grande potencial metricamente ambíguo recorreremos a aos critérios de Regras de Preferências, Acentuação Subjetiva (POVEL; OKKERMAN, 1981. POVEL; ESSENS, 1985) e segregação de fluxos (BREGMAN, 1990). Encontramos até o momento, exemplos de três tipos de ambiguidades: ambiguidade entre a métrica proposta pelo compositor e a métrica efetivamente percebida pelo ouvinte; ambiguidade entre padrões rítmicos aparentemente diferentes, mas de estrutura igual, diferenciados apenas por deslocamento da métrica da percepção; ambiguidade de padrão rítmico propriamente dito, em que o mesmo padrão ora propõe a acentuação métrica em um lugar, ora em outro.

Como exemplo da ambiguidade entra a métrica proposta pelo compositor e aquela efetivamente percebida, encontramos exemplos em Beethoven, principalmente no início dos 1<sup>os</sup> movimentos da *Sinfonia* n. 5 e da *Sonata* para piano, op. 14, n. 2. A questão métrica no motivo principal da Quinta Sinfonia reside na tendência de parte dos ouvintes perceberem a anacruse binária proposta pelo compositor, como se fosse uma estrutura ternária. Gunther Schuller (1997), analisou 92 gravações da obra e concluiu que segundo a sua percepção, apenas 9 gravações não tripletizam o motivo principal nos compassos iniciais do primeiro movimento. Schuller aponta que isso se deve à grande dificuldade de interpretação do trecho em questão. Porém, sem duvidar do mestre, resolvemos questionar se essa dificuldade interpretativa se deve à própria estrutura rítmica do motivo e sua relação com uma possível tendência cognitiva da percepção; ou seja, o motivo anacrusicamente binário seria preferencialmente interpretado como ternário.

Através dos modelos definidos experimentalmente e sintetizados nas regras de preferência, vimos que, juntamente com os problemas interpretativos, pode haver uma tendência do ouvinte em perceber o motivo tripletizado, o que complica ainda mais para os interpretes a execução do início da quinta sinfonia. Nesse contexto, o estudo da sincronização métrica (*entrainment*) nas anacruses pode ajudar definir os fatores que influenciam a formação da representação métrica? Será possível descobrir mais sobre o perfil da percepção métrica usando de estruturas metricamente ambíguas ?

Acreditamos que estruturas metricamente ambíguas podem desempenhar um bom papel na avaliação dos principais parâmetros envolvidos na representação interna destas estruturas temporais, o que caracteriza o processo denominado “*entrainment*”, ou seja na “*desambiguação*” de uma determinada estrutura, a mudança de um parâmetro (a acentuação duracional, por exemplo) pode provocar a mudança de interpretação métrica e ajudar na melhor compreensão do peso deste parâmetro no processo de formação da representação métrica do ouvinte.

Durante o mestrado, desenvolvemos respostas teóricas para a questão da percepção da ambiguidade rítmica e respostas decorrentes de estudos relacionados à Music Information Retrieval, promovendo uma análise comparativa de estruturas temporais definidas por intervalos IOI (Inter-Onset-Interval ou Intervalo Entre Inícios) onde avaliamos se possíveis alterações mínimas na execução de colcheias seriam responsáveis pela por uma percepção métrica diferente daquela proposta na partitura ou na representação da ideia do compositor. Concluímos, neste particular, em favor da participação da acentuação na formação da percepção métrica.

Para o doutorado, a ideia seria avaliar se a Teoria da Assistência Dinâmica e das estruturas e o conceito de Estrutura de Acentos Conjuntos acrescentam respostas aos questionamentos do mestrado, e estudar o perfil das respostas, de sujeitos à estímulos metricamente ambíguos. A construção deste perfil seria alcançada através da elaboração testes de escuta com acompanhamento EEG (Eletroencefalograma), avaliando potenciais evocados EP (*Evoked Potentials*)<sup>2</sup>.

A idéia do uso de estruturas ritmicamente ambíguas é interessante por proporcionar boa situação para avaliação dos parâmetros que melhor auxiliam no processo de “desambiguação” da percepção destas estruturas por parte do ouvinte.

## **2. Referenciais teóricos**

Partindo da referência da hierarquização de níveis métricos definidos por Lerdahl e Jackendoff (1983) e do fenômeno de acentuação subjetiva (POVEL; ESSENS, 1985), vários pesquisadores estabeleceram um conjunto de regras de preferência para a percepção de acentuação temporal em música. A síntese dos pontos comuns foi elaborada por Temperley e Bartlette (2002) cujas regras mais importantes para nosso estudo consistem em: preferência por acentuar a primeira e última ocorrência em uma sequência de três ou mais eventos idênticos; preferência por acentuar eventos isolados; preferência por acentuar o segundo de um grupo de dois eventos idênticos (POVEL; OKKERMAN, 1981: 570-571. POVEL; ESSENS, 1985: 414-415).

Logicamente, algumas dessas regras referem-se a situações nas quais os acentos duracionais ou de intensidade não estão presentes no sinal acústico, indicando que existe um fenômeno de interpretação em que o sujeito interpreta o sinal físico colocando acentuação onde esta não ocorre, promovendo uma diferenciação entre eventos iguais conforme seu posicionamento dentro da sequência. Porém, podemos deduzir das regras validadas para sons

equitoniais, ou acusticamente idênticos que, em situações ambíguas para a percepção, a acentuação subjetiva e suas regras de preferência atuam para informar ao sujeito algum tipo de estrutura métrica relacionada ao sinal.

Na tentativa de incorporar estes novos conhecimentos e trazê-los para o campo musical, desenvolvemos no mestrado a perspectiva do estudo do ritmo musical adicionando o ponto de vista da representação rítmica formada na mente do ouvinte. Em decorrência dos modelos elencados para uma compreensão do funcionamento da percepção rítmica, estabelecemos alguns possíveis parâmetros para uma análise auditiva de estruturas rítmicas.

Pretendemos acrescentar às questões que estudamos anteriormente a Teoria da Assistência Dinâmica (DAT, *Dinamic Attending Theory*), que endereça “momento a momento as expectativas na escuta”<sup>3</sup>, partindo das pesquisas de Mari Riess Jones (2004, 1987). Esta teoria se baseia no conceito correlato de *entrainment*, que seria “um processo biológico que compreende na sincronia adaptativa de oscilações internas da atenção com um evento externo”<sup>4</sup> (JONES, 2009: 83).

A formação da percepção da regularidade de eventos sonoros em música, também denominada percepção métrica, ocorre pela modulação periódica de alguns fatores acústicos, como acentos melódicos, harmônicos, de intensidade e de duração temporal. A maneira segundo a qual o cérebro realiza esses processos ainda não está clara. No modelo de Assistência Dinâmica proposto por Jones e Boltz (1989), assim como por Large e Jones (1999), a percepção da pulsação de uma estrutura métrica é considerada como o resultado de um processo dinâmico, no qual a estrutura periódica das “batidas” sincroniza (de *entrainment*) a atenção do ouvinte, levando a uma modulação periódica da expectativa como uma função do tempo.

A percepção métrica diz respeito à percepção de regularidades temporais em relação à estruturas seriais de eventos sonoros. Por sua vez, essas regularidades são processadas através do endereçamento da diferença nas acentuações físicas contidas na série de eventos ou de acentuações chamadas de “subjetivas” (POVEL; OKKERMAN, 1981), que em condições e situações específicas seriam atribuídas subjetivamente pelo ouvinte a determinados eventos da série, obedecendo algumas regras de preferência (LERDAHL; JACKENDOFF, 1983. POVEL; ESSENS, 1985. TEMPERLEY; BARTLETTE, 2002: 118-119).

Um experimento recente conseguiu codificar diretamente a hipótese de sincronização (*entrainment*) neuronal associada à percepção dos tempos ouvidos do compasso (*beats*) (NOZARADAN; PERETZ; MISSAL; MOURAUX, 2011), assim como a hipótese do

fenômeno da ressonância de ordem superior subjacente à representação da métrica. Em outras palavras, este trabalho conseguiu registrar em imagens a possibilidade da “leitura” da interpretação métrica de estímulos externos realizada pelo cérebro. Nesse caso, eles detectaram imagens especificamente relacionadas à representações de métricas binárias e ternárias através de uma técnica de EEG (Eletroencefalografia) conhecida como Potenciais Relacionados a Eventos ou ERP na sigla em inglês. Esta técnica relaciona os potenciais neuronais evocados às respostas gravadas no exato momento em que ocorrem por eventos estímulos externos captados pela percepção auditiva no caso em questão.

Estes resultados além de estabelecerem uma relação entre a representação da codificação cerebral do EEG através dos Potenciais Relacionados a Eventos e a sincronização neuronal com a métrica (binária e ternária), nos fazem também pensar na possibilidade da observação de como o cérebro interpretaria metricamente trechos musicais metricamente ambíguos. Que tipos de respostas cerebrais seriam obtidas, por exemplo, durante a compreensão a partir da escuta, do ambíguo início da *Sinfonia* n. 5 de Beethoven enquanto estrutura em métrica binária ou ternária? Nosso objeto, então, seria a percepção da métrica musical em face de estruturas musicais metricamente ambíguas e seus desdobramentos. Assim, elaboramos algumas hipóteses a serem desenvolvidas neste projeto.

Hipótese 1: Frente a estruturas metricamente ambíguas, deve haver algum fator operante na “desambiguação” da representação métrica formada pelo ouvinte. Quais fatores seriam estes? Jones (1987) formaliza a ideia de que vários tipos de acentos concorrem na formação de estruturas temporais, no conceito denominado JAS (*Joint Accent Structure*) ou Estrutura de Acentos Conjuntos, em que os acentos melódicos concorrem na formação da representação métrica de estruturas musicais.

Hipótese 2: Quais os fatores contidos em estruturas rítmicas anacrúsicas seriam responsáveis formação de uma determinada representação métrica? Essa hipótese constituiria em uma tentativa de identificar outras variáveis musicais que influenciam a formação da representação métrica.

Hipótese 3: As regularidades dos sons graves também são referenciais para a formação da representação métrica?

### **3. Considerações finais**



Partindo do objetivo de estudar o perfil das respostas de sujeitos a estímulos metricamente ambíguos, a construção deste perfil seria alcançada através de pesquisa experimental com a elaboração testes de escuta em dois formatos básicos:

- propondo exemplos sonoros previamente elaborados, alterando parâmetros para avaliação de quais parâmetros influenciam na “desambiguação” da estrutura proposta;
- propondo exemplos sonoros previamente elaborados, com acompanhamento EEG Eletroencefalograma, avaliando as Respostas a Estímulos Evocados (ERP em inglês).

Para os exemplos sonoros propomos, em princípio, um recorte em que tenhamos músicos e não músicos. Os músicos seriam incitados a fazer transcrições rítmicas de trechos musicais partindo da aplicação de um teste em que o ouvinte, com alguma habilidade na escrita musical e sem conhecimento da partitura original proposta, transcreva musicalmente suas percepções e relate como chegou àquela configuração de transcrição.

- Esta pesquisa tem apoio do NAP - NuSom - Núcleo de Pesquisas em Sonologia na Universidade de São Paulo. <http://www2.eca.usp.br/nusom/> e do Laboratório de Percepção e Análise Musical (PAM) do Departamento de Música da Escola de Comunicação e Artes da Universidade de São Paulo (CMU-ECA-USP) <http://www3.eca.usp.br/cmu/laboratorios/pam> .

## Referências Bibliográficas

BREGMAN, A. S. *Auditory Scene Analysis: the perceptual organization of sound* (Second MIT Press paperback edition, 1999 ed.). Cambridge, Massachusetts: MIT Press, 1990.

BROCHARD, R. ;ABECASIS, D.; RAGOT, R.; DRAKE, C. The "Ticktock" of Our Internal Clock: Direct Brain Evidence of Subjective Accents in Isochronous Sequences. *Psychological Science* , 14 (4), pp. 362-366, 2003, Jul.

JONES, M. R. Attention and Timing. In J. G. Neuhoff, & J. G. Neuhoff (Ed.), *Ecological psychoacoustics* (p. 350). Boston: Elsevier Academic Press, 2004.

JONES, M. R. Dynamic Pattern Structure in Music: Recent Theory and Research. *Attention, Perception and Psychophysics* , 41 (6), 621-634, 1987.

JONES, M. R. Musical Time. In S. Hallam, I. Cross, & M. Thaut (Eds.), *Oxford Handbook of Music Psychology (Oxford Library of Psychology)*. OXFORD UNIVERSITY PRESS, 2009.



JONES, M. R. Time, Our Lost Dimension: Toward a New Theory of Perception, Attention, and Memory. *Psychological Review* , 83 (5), 1976, September.

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

NOZARADAN, S.; PERETZ, I.; MISSAL, M.; MOURAUX, A. Tagging the Neuronal Entrainment to Beat and Meter. *The Journal of Neuroscience* , 31 (28), 10234-10240, 2011.

POVEL, D.-J.; ESSENS, P. Perception of Temporal Patterns. *Music Perception* , 2 (4), 411-440, 1985.

POVEL, D.-J.; OKKERMAN, M. Accents in equitone sequences. *Perception & Psychophysics* , 30 (6), pp. 565-572, 1981.

SCHULLER, G. *The Compleat Conductor*. Oxford: Oxford University Press, 1997.

TEMPERLEY, D.; BARTLETTE, C. Parallelism as a Factor in Metrical Analysis. *Music Perception* , 20 (2), 117-149, 2002.

---

<sup>1</sup> Trata-se da conhecida figura desenvolvida pelo psicólogo dinamarquês Edgar Rubin, que ora é percebida como um vaso, ora como duas silhuetas humanas se olham mutuamente. Pode ser vista em : [http://en.wikipedia.org/wiki/Rubin\\_vase#mediaviewer/File:Rubin2.jpg](http://en.wikipedia.org/wiki/Rubin_vase#mediaviewer/File:Rubin2.jpg)

<sup>2</sup> Um potencial evocado (EP) é a resposta elétrica do cérebro a um estímulo sensorial - nesse caso, um estímulo auditivo.

<sup>3</sup> “(...) Dynamic attending theory DAT addresses 'in-the-moment' expectancies in listening. (...)” (JONES, 2009).

<sup>4</sup> “(...) Entrainment is a biological process that realizes adaptive synchrony of internal attending oscillations with an external event. (...)” (JONES M. R., 2009: 83).