

## Ampliando os horizontes das pesquisas em música através dos estudos neurocientíficos da percepção de tempo

*Thenille Braun Janzen*  
Universidade de São Paulo  
[thenillebraun@yahoo.com.br](mailto:thenillebraun@yahoo.com.br)

*Ronald Ranvaud*  
Universidade de São Paulo  
[ranvaud@usp.br](mailto:ranvaud@usp.br)

### **Sumário:**

Compreender os mais variados processos cognitivos e comportamentais inerentes às atividades musicais tem sido um objetivo comum de estudos multidisciplinares empreendidos a fim de conhecer a cognição musical. Particularmente, o estudo da percepção de tempo tem destacado quão complexos são os processos cognitivos envolvidos com o fazer e a percepção musical. Este artigo tem por objetivo apresentar uma revisão de literatura na temática “percepção de tempo”, e fazer uma breve apresentação de um projeto de pesquisa de mestrado pela Universidade de São Paulo, Departamento de Neurociências e Comportamento, que pretende investigar aspectos fisiológicos muito peculiares à percepção temporal.

**Palavras-Chave:** Cognição musical, percepção de tempo, revisão bibliográfica.

### **Introdução**

A complexidade e diversidade dos processos cognitivos inerentes à prática musical têm instigado à realização de estudos provenientes de importantes áreas do conhecimento científico. A partir da década de 1980, olhares oriundos de diversas áreas, como a Psicologia e as Neurociências, têm buscado “compreender os diversos processos mentais que regem as mais variadas atividades musicais humanas, incluindo suas influências externas e internas” (Ilari, 2006: p. 11-12).

O crescente interesse científico na cognição musical deve-se ao fato de que, através da investigação de problemas que vão desde o desenvolvimento dos processos cognitivos até o funcionamento do cérebro na presença ou ausência de estímulos sonoros e musicais; da aprendizagem, decodificação, apreciação e performance musicais, significantes aspectos da mente humana poderão ser elucidados (Ilari, 2006).

Partindo desta premissa, pesquisas experimentais intensas e sistemáticas em âmbito internacional têm sido realizadas a fim de compreender os diversos processos cognitivos ligados à música, dentre os quais pode-se citar, desenvolvimento, percepção, aprendizagem, memória, emoção, comunicação, *performance*, tempo, atenção, ritmo, altura, controle motor. Dentre essas várias temáticas abordadas no estudo da cognição musical, as investigações relacionadas à percepção do tempo têm trazido apontamentos relevantes para a compreensão dos fenômenos musicais e a mente humana.

Este artigo tem por objetivo apresentar um estudo bibliográfico dos estudos neurocientíficos e psicofísicos da percepção de tempo, destacando a complexidade dos aspectos cognitivos envolvidos na percepção musical.

### **Percepção de tempo**

A percepção do tempo na música é um fator de grande importância estrutural, já que, de maneira geral, a música é um complexo conjunto de informações acústicas organizadas coerentemente em um contexto temporal. Sendo assim, a percepção musical é dependente de uma diversidade de processos cognitivos que iniciam-se com a percepção sensorial.

O início dos estudos da percepção de tempo dá-se nos anos iniciais do século XIX, porém, é através dos experimentos de Paul Fraisse, realizados a partir de 1956, que o estudo do tempo ganha consistência científica. Dentre as contribuições de Fraisse, o conceito de *presente psicológico* é particularmente importante, pois define o intervalo de tempo entre eventos que permite com que estes sejam percebidos sem acesso à memória. Sendo assim, se o tempo entre eventos for menor que 100 ms ou maior que cinco segundos haverá relevante prejuízo à percepção temporal (Krumhansl, 2006). Estima-se também que o armazenamento da memória sensorial auditiva ocorre entre dois e cinco segundos, porém, Fraisse indicou que a reprodução de sons é mais precisa em seqüências de três ou quatro segundos (Dowling, Harwood, 1986).

Fraisse também aponta que a periodicidade de determinadas atividades, como, caminhar, os batimentos cardíacos, as ondas cerebrais, possuem um *tempo espontâneo*. Esse tempo espontâneo é medido através da velocidade natural de tarefas como, por exemplo, bater espontaneamente as mãos (palmas). Esses estudos indicaram que, apesar das individualidades, a velocidade entre os intervalos varia de 380 a 880 ms, sendo o valor mais representativo o de 600 ms (Fraisse, 1982, p. 153).

Outro conceito importante para o estudo da percepção do tempo é o de *tempo preferido*, medido em tarefas de execução de simples escolha da velocidade mais natural. Resultados sugerem que a velocidade de 600 ms também está ligada ao tempo preferido (Fraisse, 1982; Krumhansl, 2006; Dowling, Harwood, 1986).

A partir das pesquisas já realizadas, pode-se perceber que existe uma tendência a agrupamento de sons idênticos em grupos de dois e quatro elementos, e com menor freqüência de três sons idênticos. Essa segmentação do tempo em grupos, tanto para a percepção quanto para a produção rítmica, foi denominada *ritmização subjetiva* (Fraisse, 1982). Este conceito foi confirmado posteriormente por pesquisadores diversos em estudos onde os participantes deveriam acompanhar cada som com uma batida, ou no caso de Koffka (1909) uma série de estímulos visuais (apud Fraisse, 1982). Fraisse observou ainda que em seqüências de duração de 600 ms houve grande precisão de execução. Segundo ele, estudos nesta área ainda são importantes para determinar as características da percepção do tempo (idem, p. 156).

Experimentos posteriores introduziram elementos diferentes na seqüência de sons, como, por exemplo, notas mais longas ou mais curtas e pausas. Fraisse pode observar o que chamou de *ritmização objetiva*, onde “um som que é prolongado é percebido como mais intenso, e um som mais intenso é percebido como mais longo. Os sons mais longos e mais intensos são ouvidos como se fossem acentuados, e esses elementos tendem a definir o início dos grupos subjetivos” (Krumhansl, 2006: p. 51).

Um outro estudo relevante para a compreensão do tempo foi desenvolvido por Kristofferson (1980) e revelou que ouvintes são muito sensíveis a pequenas diferenças do tempo, sendo capazes de detectar variações de 8% para mais ou para menos da duração dos eventos (apud Krumhansl, 2006). Outro ponto significativo mostrado pelas pesquisas de Fraisse e outros pesquisadores é que as pessoas sincronizam facilmente seus movimentos com seqüências regulares de sons, apontando que a percepção do tempo está fortemente ligada à produção rítmica. Para Krumhansl (2006: p. 50),

essa habilidade de sincronizar com o estímulo apresentado contrasta com a maioria das reações, que ocorrem após a apresentação do estímulo. Isso sugere que os seres humanos são capazes de antecipar um estímulo rítmico e enviar os comandos motores de modo a coordenar os movimentos, de maneira precisa, com os estímulos.

Em se tratando de métrica, algumas pesquisas mostraram que ela é um elemento importante para que o córtex auditivo processe as informações musicais, podendo ser um elemento de pesquisas determinante para entender como são processados e interpretados os elementos rítmicos (Vos; 1978; Bharucha; Pryor; Essens, 1995 apud Thompson; Schellenberg, 2002). Parncutt (1994) também se preocupou em estudar as “interpretações métricas ao ritmo” (apud Krumhansl, 2006, p. 58). Para o pesquisador, as experiências métricas estão baseadas em processos fundamentalmente cognitivos (Thompson; Schellenberg, 2002). Nesta linha de pesquisa das “interpretações métricas” foram analisados, por exemplo, a diferença, durante a *performance*, entre as durações escritas na partitura e as durações executadas, cujos resultados têm permitido compreender acerca do “valor expressivo” (Palmer, 1997), bem como, a psicologia do ritmo (Cooper; Meyer, 1960; Yeston, 1976 apud Krumhansl, 2006).

Dados como os apresentados acima têm suscitado a investigação e suposição de que existem relógios internos para controle do tempo em diversas circunstâncias. Esses metrônimos neurológicos são particularmente importantes para o controle motor, permitindo uma execução precisa de movimentos no

tempo, ações fundamentais para a música. Segundo revisão de Palmer (1997), na performance musical, os sistemas motores parecem prever uma seqüência de movimentos futuros a partir da interação com os relógios internos. Experimentos que vêm investigando estes aspectos são baseados na percepção e produção de ritmos musicais através de batidas sincronizadas, e têm sugerido, por exemplo, que a precisão da ação motora em função do tempo na música deve-se aos relógios internos (Palmer, 1997).

Repp (1999) realizou uma série de experimentos para entender a ação dos relógios internos na percepção e produção dos tempos expressivos (variações no tempo tipicamente produzidas na interpretação musical). Seus resultados sugeriram que aspectos da estrutura musical influenciam diretamente os mecanismos dos relógios internos, revelando também que podem haver mecanismos diferentes para a percepção do tempo e produção de resposta motora.

Em estudo posterior Repp (2002) faz um importante apontamento para os estudos da percepção do tempo. Ele propôs que a percepção do tempo está ligada à sincronização interna das expectativas geradas pela previsão de eventos futuros, não tendo relação direta com a atividade motora. Segundo sua teoria, a sincronização sensorio-motora pode ser uma forma de externalização da percepção do tempo, e ainda, que a percepção temporal é diretamente ligada ao contexto sensorial (p. 703). Repp (2002) aponta que, de fato, existem estudos mostrando uma importante relação entre a percepção e a ação na percepção do tempo. Estudos de neuroimagem mostraram, por exemplo, que lesões no hemisfério lateral do cerebelo prejudicam significativamente a sincronização com estímulos em testes de reprodução de seqüências rítmicas. Outros estudos sugerem também um processamento cortical comum entre percepção e produção de alguns aspectos do tempo (Peretz, Zatorre, 2005). Em contrapartida, existem recentes estudos que indicam a existência de múltiplos relógios internos, e ainda, que o contexto sensitivo é importante para a percepção temporal (Repp, 2002; Patel et al., 2005; Jantzen et al., 2004; Jantzen et al., 2005; Peretz, Zatorre, 2005). De acordo com Repp (2002), é necessário investigar a percepção do tempo em outros contextos sensitivos a fim de permitir a elucidação desta questão, que permanece em aberto.

Neste sentido, diversos trabalhos têm estudado a interação, contraste e influência das modalidades sensoriais na percepção e performance musical (Vines et al., 2006; Thompson et al., 2005) e na percepção e produção do tempo (Patel et al., 2005; Jantzen et al., 2004; Jantzen et al., 2005). Dentre os muitos resultados, destaca-se que a estimativa da duração dos eventos é diferente entre as modalidades visual e auditiva, sendo que na modalidade auditiva os estímulos são julgados como mais longos do que estímulos visuais de mesma duração. A sincronização com estímulos auditivos também parece ser mais precisa e menos variável do que em estímulos visuais (Patel et al., 2005; Jantzen et al., 2005).

Patel et al. (2005) apontam que a percepção e sincronização em seqüências rítmicas visuais são consideravelmente mais difíceis do que nas seqüências auditivas, e que há uma tendência de desvio do tempo em intervalos temporais menores que 800 ms na seqüência rítmica visual. Este experimento obteve porcentagens de erro de 11% para estímulos com duração de 800 ms, 75% com duração de 400 ms, 96% em duração de 200 ms, 58% em seqüências com forte apoio métrico e 64% em seqüências de fraco apoio métrico (p. 234).

Jantzen et al. (2004) mostraram através de neuroimagem que estruturas específicas recrutadas no processamento do tempo podem ser determinadas pela forma como a informação é apresentada. De acordo com seus resultados, áreas corticais e subcorticais recrutadas em uma tarefa de sincronização motora são influenciadas significativamente pelo contexto sensorial. Outros trabalhos também suportam a idéia de que há mecanismos específicos para produção e percepção do tempo de acordo com a modalidade sensorial, mostrando que a modalidade pode ser um fator relevante na percepção do tempo, de modo que, alguns ou todos os componentes do sistema temporal podem ser suportados por mecanismos neurais específicos à modalidade (Jantzen et al.: 2004, 2005).

## **Apresentação do Projeto de Pesquisa**

Partindo da premissa de que o estudo da cognição musical é particularmente importante para o fornecimento de dados acerca da mente e natureza do pensamento humano, e, da necessidade de aprofundamento de questões importantes a respeito da influência do contexto sensorial na percepção do tempo, tem-se desenvolvido um projeto de pesquisa que propõe a investigação psicofísica dos eventos temporais nas modalidades visual e auditiva através da mensuração e análise estatística comparativa da precisão da sincronização e síncope de seqüências rítmicas. A metodologia da pesquisa está baseada na pesquisa experimental, onde pretende-se colher dados de 40 participantes que deverão executar tarefas de

sincronização e síncope (bater após o estímulo) do dedo indicador da mão direita em estímulos auditivos ou visuais de duração de 800/400/200 ms. Serão computados dados de precisão da tarefa e número de erros. Espera-se que estes dados forneçam um meio para discussão e compreensão da influência do contexto sensorial na percepção do tempo, contribuindo também para o progresso das pesquisas em cognição musical no país.

## Considerações Finais

Os resultados já obtidos têm apresentado informações surpreendentes e importantes, pois têm revelado a dinâmica do fazer musical sob um ângulo desconhecido até meados do século XIX. Esses dados têm gerado significativo impacto para muitas áreas de conhecimento, dentre elas, a Educação Musical, pois, a partir dos estudos a respeito da relação da música e o cérebro, começam a se estabelecer discussões e estudos sistemáticos que buscam fazer a conexão dos dados neurocientíficos e a prática pedagógico-musical. Além disso, pode-se observar que diversas questões a respeito da percepção de tempo na música permanecem em aberto, instigando o desenvolvimento de novas e cada vez mais interdisciplinares investigações visando entender um pouco mais a respeito da cognição musical.

## Referências Bibliográficas

- DOWLING, W.J., HARWOOD, D.L. (1986). *Music cognition*. Orlando: Academic Press.
- FRAISSE, P. (1982). Rhythm and tempo. *The psychology of music*. New York: Academic Press, p. 149-180.
- ILARI, B. (2006). *Em busca da mente musical: ensaio sobre os processos cognitivos em música – da percepção à produção*. Curitiba: Editora da UFPR.
- JANTZEN, K.J. *et al.* (2004). Brain networks underlying human timing behavior influenced by prior context. *The National Academy of Sciences of the USA*, nº 17, p. 6818-6820.
- JANTZEN, K.J. *et al.* (2005). Functional MRI reveals the existence of modality and coordination-dependent timing networks. *NeuroImagem*, nº 25, p. 1031-1042.
- KRUMHANSL, C. (2006). Ritmo e altura na cognição musical. *Em busca da mente musical: ensaios sobre os processos cognitivos em música – da percepção à produção*. Curitiba: Editora UFPR, p. 45-109.
- LEVITIN, D. (2006). Em busca da mente musical. *Em busca da mente musical: ensaios sobre os processos cognitivos em música – da percepção à produção*. Curitiba: Editora UFPR, p. 23-44.
- PALMER, C. (1997). Music performance. *Annual Reviews of Psychology*, vol. 48, p. 115-138.
- PATEL, A.D. *et al.* (2005). The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Exp. Brain Res.*, nº 163, p. 226-238.
- PERETZ, I; ZATORRE, R. (2005). Brain organization for music processing. *Annual Review of Psychology*, vol. 56, p. 89-114, 2005.
- REPP, B.H. (1999). Detecting deviations from metronomic timing in music: effects of perceptual structure on the mental timekeeper. *Perception & Psychophysics*, nº 61, p. 529-548.
- REPP, B.H. (2002). Perception of timing is more context sensitive than sensorimotor synchronization. *Perception & Psychophysics*, nº 64, p. 703-716.
- THOMPSON, W. *et al.* (2005) Seeing music performance: visual influences on perception and experience. *Semiotica*, vol. 156, p. 177-201.
- THOMPSON; W. F.; SCHELLENBERG, G. (2002). Cognitive constraints on music listening. *The new handbook of research on music teaching and learning*. New York: Oxford University Press, p. 461-486.
- VINES, B. *et al.* (2006). Cross-modal interactions in the perception of musical performance. *Cognition*, vol. 101, p. 80-113.