

Incorporação da experiência da regularidade na produção artística

Alejandro Grosso Laguna¹

Instituto de Etnomusicologia—Centro de estudos em música e dança. Universidade de Aveiro. Portugal.
Laboratorio para el Estudio de la Experiencia Musical. Universidad Nacional de La Plata. Argentina.

Resumo: O estudo explora a estrutura expressiva e temporal da periodicidade hierárquica do movimento do pé em resposta à música, juntando os resultados num exemplo de produção artística. Empregando técnicas de microanálise, e de acordo com o paradigma de velocidade zero, parcelamos a trajetória do movimento do pé de acordo com 2 indicadores visuoespaciais. Calculamos o *timing* das trajetórias de movimento do pé em termos de diferenças entre localizações de velocidades 0. Comparamos as localizações de velocidade 0 obtidas e os ataques sonoros de 4 posições métricas do estímulo musical.

Os resultados obtidos demonstraram (i) que a resposta do pé frente à música revelou um movimento complexo que excede a marcação periódica do tempo, abrangendo aspectos específicos da métrica e a expressividade articulatória da performance musical, e (ii) que os impactos do pé como fonte principal da experiência (háptica e cinestésica) da regularidade estiveram organizados em torno de componentes cinestésicas e de *timing* não isócrono. O estudo chama a atenção para formas mais integradas de comunicar modos de conhecimento proposicionais e corporizados entre músicos e bailarinos e que envolvem questões de conhecimento procedimental.

Palavras chaves: Experiência corporizada da regularidade; *timing* corporal e sincronia áudio háptica; microanálise; indicador visuoespacial de velocidade zero; performance musical e movimento dançado.

Abstract: The study explores the expressive and temporal structure of the hierarchical periodicity of foot movement in response to music, juxtaposing the results in an example of artistic production. Using microanalysis techniques and according to the velocity zero paradigm, we discretised the trajectories of the foot movement by following two spatial indicators. We calculated the timing of motion trajectories of the foot in terms of differences between 0 velocity locations. We compared the 0 velocity locations obtained and sound attacks of 4 metric positions of musical stimulus.

The results demonstrate (i) that the foot response to music revealed a complex movement that exceeds the periodic and mechanical marking of time, covering specific aspects of the metric and articulatory expressiveness of musical performance and that (ii) the impacts of the foot as the main source of the experience of regularity (haptic and kinesthetic) were organized around the kinetic components and non-isochronous timing.

The study draws attention to more integrated ways of communicating propositional and embodied modes of knowledge among musicians and dancers involving questions of procedural knowledge.

Keywords: Embodied experience of regularity; body timing and haptic audio synchronization; microanalysis; zero-speed spatial-visual indicator; Musical performance and dance movement.

Durante as performances de música e de dança os músicos e os bailarinos produzem uma série de respostas corporais rítmicas, periódicas, espontâneas e automatizadas que são representadas por ações tais como o bater do pé, o baloiçar a cabeça ou inclusive movimentar o corpo por inteiro.

Desse conjunto de movimentos espontâneos o bater do pé interessa-nos especialmente, (i) pela variedade de formas com que se manifesta o impacto (através do calcanhar, da ponta, de lado, inclusive os dois pés juntos); (ii) porque o seu padrão de movimento pode ser definido como um acontecimento motor discreto entre dois impactos sucessivos; (iii) porque é fonte de percepção háptica, cinestésica (o impacto do pé é transmitido para todo o corpo e produz vibrações no chão) e visuoespacial; (iv) porque o impacto do pé está vinculado à

¹¹ Email: cultura@netcabo.pt

produção de som; (v) porque é uma ação explícita que acompanha a performance musical, desse modo, participativa da experiência da regularidade do sujeito.

No presente trabalho estas respostas são consideradas como 'par e parte' da performance musical e como exteriorizações corporizadas face à regularidade sonora percebida.

Exemplificamos uma resposta do movimento do pé à música com um breve fragmento audiovisual (<https://vimeo.com/238221439>) do bandoneonista e diretor Anibal Troilo durante um concerto de Tango que teve lugar no Teatro Colón em Buenos Aires em 1972. O excerto corresponde à secção do *tutti* onde o maestro aparece executando com o seu bandoneón o *marcato em quatro tempos* que é a característica distintiva do referido estilo.

O objetivo do exemplo é que o leitor tente seguir a marcação do excerto musical enquanto toma atenção aos detalhes do movimento do pé direito (esquerdo na imagem) do bandoneonista principal. Também pedimos ao leitor que tenha atenção ao baloiçar rítmico do corpo do maestro enquanto executa o bandoneón. Para que o ouvinte siga apenas a música interrompemos propositadamente a imagem durante 4 segundos.

Estará o pé de Anibal Troilo a marcar o tempo de uma forma mecânica ou estará o movimento a reforçar as características expressivas da performance?

Fundamentação

Segundo Mithen (2007), “um dos aspectos mais chamativos – mas menos estudados - da música é a forma como arrasta o nosso corpo”, de modo que “separar o som rítmico e melódico do movimento rítmico e melódico —ou seja, o canto da dança— é uma decisão certamente artificial” (p.29), dando a entender que quando utiliza o termo «música» está a abarcar ao mesmo tempo o som e o movimento.

Os movimentos rítmicos espontâneos são consequência da predisposição humana para extrair *regularidades hierarquicamente estruturadas* a partir de padrões rítmicos complexos (Lerdahl & Jackendoff, 1983; Honing, 2013; Repp, 2005; Snyder & Krumhansl, 2001). Assim, quando ouvimos ou imaginamos ritmos musicais baseados numa pulsação subjacente, na grande maioria das vezes, representamo-los espontaneamente com ações físicas isócronas em função das características da pulsação percebida (Parncutt, 1994; Large & Palmer, 2002).

O *pulso* é uma construção psicológica realizada pela mente a partir dos indícios sonoros. De acordo com a definição de Cooper e Meyer (1960, p.12), o pulso é

“cada um dos estímulos exatamente equivalentes, uma série [de estímulos] que se repete numa série regular (...) os pulsos marcam unidades iguais no continuum temporal. Embora seja geralmente estabelecida e apoiada por estímulos objectivos (sons), a sensação de pulso pode existir de maneira subjetiva”.

Podemos estar a inferir o pulso dos sons de uma música e mesmo que o estímulo objetivo deixe de existir, pois continuaremos a imaginá-lo e a representá-lo como um ponto infinitesimal que acontecendo no tempo não tem duração.

Fitch (2012, p.75) atribui à inferência do pulso um valor fundamental afirmando que “este primeiro requerimento cognitivo é tão crucial para os bailarinos como para tocar juntos”. O investigador acrescenta ainda “que até dos ouvintes passivos não se pode dizer que compreendam a música se não conseguirem efetuar este primeiro passo nada trivial”.

O mesmo investigador expressa que os estudos sobre a cognição da produção e percepção

do ritmo humano envolvem dois componentes principais; (i) a extração do nível de regularidade do *tactus* numa determinada taxa de tempo, que serve de base para organizar e estruturar o *input* dos eventos sonoros; e (ii) a *atribuição do metro*.

Quando ouvimos uma peça musical podemos inferir diferentes *tempi* de pulso (uns mais rápidos e uns mais lentos) que guardam relações entras entre si (ver figura 1). De entre todos os níveis de pulsos possíveis existe um nível que adquire uma maior saliência do que os outros, denominado *tactus*, e que se vincula à noção do *tempo* da música. A relação entre o *tactus* (nível de entrada) e o nível de pulso imediatamente inferior (divisão) estabelece a base para a organização do ritmo e é fundamental para construir as relações métricas do ritmo. Assim, e de acordo com Povel (1981), os sons ouvidos num contexto métrico são percebidos como correspondendo a um pulso específico.

Psicologia e pulsação

Leman (2008) formula importantes considerações sobre os mecanismos centrais envolvidos na cognição corporizada — acoplamento da ação e a percepção— investigando de que modo a música pode ser entendida como tendo um carácter baseado na ação e direcionado para uma meta. Este investigador explora a ideia de que a compreensão baseada na ação da música pode ser estratificada, envolvendo diferentes graus de envolvimento corporal desde o *entrainment*, a *sincronia*, o *attunement*, à *empatia*, e desde a observação à *imitação* e ao compromisso emocional. Segundo o mesmo autor, existe um efeito particular da *energia sonora* no sistema motor humano e este efeito é claramente observável na tendência à marcação corporal do pulso da música. Esta sincronização pode ser concebida como um tipo de “articulação corporal” que se situa perto dos mecanismos sensório motores de baixo nível e que pode acontecer sem ter que dar muita atenção ao estímulo físico. Trata-se de uma tendência natural para movermos de acordo com um determinado padrão do ambiente físico.

Pulso e neurobiologia

A capacidade humana que nos permite inferir periodicidades tem-se desenvolvido mais a partir do *input* auditivo do que do *input* visual. Winkler et al. (2009) contribuíram com importantes evidências neurobiológicas de que a percepção de uma pulsação isócrona é inata. Estes autores afirmam que a aprendizagem através do movimento é fundamental para o desenvolvimento do sistema auditivo do recém-nascido que é aparentemente sensível tanto a uma pulsação regular, quanto às relações hierárquicas que se estabelecem entre dois ou mais níveis de pulsação. Os referidos investigadores chegaram a estas conclusões estudando as respostas elétricas cerebrais em recém-nascidos, que mostram que quando expostos a padrões de estímulos rítmicos “o sistema auditivo do recém-nascido é aparentemente sensível às periodicidades e desenvolve expectativas sobre quando um novo ciclo deve começar (por exemplo, quando o tempo forte deve ocorrer)” (Winkler et al. 2009, p.2470). Esta expectativa cumpre-se ainda nos casos em que o ataque do som não é marcado por um acento ou outra característica espectral distintiva.

Grahn e Brett (2009) mostram através de imagens de ressonância magnética que o processamento da periodicidade de *beat* e do controlo das sequências de movimento está localizado na área do cérebro dos gânglios da base e na área motora suplementar. São estas as estruturas cerebrais que são mais irrigadas face à presença perceptual de *beats*

(sem que o indivíduo se movimente).

Grahn e Rowe (2009) mostram que frente a ritmos baseados numa pulsação subjacente os gânglios da base e a área motora suplementar são ativadas de forma semelhante em músicos e não-músicos, argumentando que esta evidência é consistente com a ideia de que a regulação do *beat* baseada numa pulsação isócrona é um processo universal.

Patel et al. (2005) sugerem que a percepção e a sincronização com uma pulsação estão especialmente relacionadas com o sistema auditivo. Contrariamente, a capacidade para sincronizarmos com padrões visuais compostos por ritmos métricos não isócronos é notavelmente menos frequente do que sincronizarmos com o mesmo tipo de ritmos auditivos. Neste sentido, os mesmos investigadores apontam que durante a aprendizagem vocal se estabelecem fortes conexões entre a aferência e a eferência motora, o que sugere que existe uma forte conexão entre a aprendizagem vocal e a capacidade de sincronizarmos a uma pulsação sonora externa.

Quando as ações rítmicas corporais são coordenadas com uma pulsação isócrona denominam-se respostas *sensoriomotoras* (Repp, 2006) e são fundamentadas por uma capacidade de antecipação que implica saber 'quando e como' iniciar uma ação em relação a uma outra da qual depende. Os estudos apresentados até aqui fundamentam a capacidade humana de inferir regularidades periódicas do sinal sonoro e explicam as características psicológicas e musicais desta inferência.

A partir do campo da interação entre o som e o movimento, Laguna (2008, 2009, 2013, 2014, 2015), Laguna e Shifres (2013, 2011, 2012, 2017) e Shifres e Laguna (2013) têm vindo a estudar as respostas sensoriomotoras nas interações entre músicos e bailarinos. Os autores têm desenvolvido uma metodologia de análise micro analítica que permite *parcelar* os movimentos em *elementos discretos* de acordo com o *paradigma da velocidade zero*. Esta metodologia é uma derivação dos estudos de *microgênese* de Siegler e Crowley (1991) onde são analisados os processos de mudança na vida dos fenómenos em unidades de tempo ajustadas às suas naturezas. A metodologia de Laguna e Shifres consiste em seguir quadro a quadro (numa resolução de 33ms) a trajetória de movimento de um determinado marcador corporal, denominado pelos autores Indicador visuoespacial (IVE), e identificar na linha de tempo as localizações em que o IVE atinge e ou abandona a velocidade zero ($V=0$).

Objetivos

Apresentar uma metodologia que permita analisar a natureza da periodicidade hierárquica de respostas corporais espontâneas em relação à música. Mostrar que estas respostas são parte da performance musical, colocando a hipótese de que a corporização periódica refletirá características rítmico-métricas-expressivas da música.

Método

Participantes

Estudo de caso sobre as respostas corporais geradas por um músico profissional.

Recriámos uma situação ecológica em que o participante é convidado a seguir com um dos seus pés um estímulo musicalmente métrico *Life is on the sea* de *Bebo Best & Super Lounge Orchestra* (<https://www.youtube.com/watch?v=iV9wYriuhio>), apresentado através de um sistema de som. Pedimos previamente ao participante que, tão depressa e

espontaneamente quanto possível, começasse a *seguir a música* e que padronizasse a sua resposta de modo a que esta fosse realizada 4 vezes com o apoio posterior do pé (calcanhar) e 4 vezes com o apoio anterior do pé (5º metatarsiano), repetindo o padrão de resposta 3 vezes. A tarefa foi realizada sem ensaio prévio e sem que o sujeito tivesse conhecimento prévio do estímulo musical. A unidade de análise deste trabalho consistiu no registo audiovisual da resposta corporal do sujeito ao estímulo musical apresentado. Por uma questão de clareza e de espaço, no presente trabalho analisaremos os dados globais obtidos, unificando as respostas obtidas com a parte anterior e a parte posterior do pé. A discriminação e comparação de ambas as partes serão realizadas num próximo trabalho.

Aparelhos

Câmara de um iPhone SE.

Procedimento

Realizamos a extração dos dados audiovisuais (som e movimento) através do programa Adobe Soundbooth CS5.

Movimento. Seguimos quadro a quadro (resolução 33ms) a trajetória de movimento da resposta do pé de acordo com dois indicadores visuoespaciais. Um deles localizado na parte pósterio-inferior da região do osso calcâneo (IVE cal) e o outro localizado na região inferior do 5º osso metatarsiano (IVE meta) (ver figura 1). Marcamos as respectivas localizações de *timing* de velocidade zero para ambos os indicadores.

Música. Identificamos 4 localizações de onset correspondentes a 3 posições métricas (i) nível *tactus* (semínima), (ii) nível da *divisão* (correspondente à segunda colcheia) e (iii e iv) nível da *subdivisão* (correspondente à segunda e quarta semicolcheia). Comparamos em termos de diferenças de *timing* as localizações de $V=0$ relativamente às localizações de onset sonoro.

Resultados

Descrição do estímulo sonoro e análise de timing

A música tomada como referência possui uma acentuação métrica a cada 4 tempos e uma divisão simples [4x4]. O padrão rítmico base consiste em duas células sobrepostas. A célula produzida pelo baixo e pelo bombo (*bass drum*) é composta por (2x) uma colcheia com ponto, semicolcheia, semínima, e a outra produzida pelo chimbau (*Hi-hat*) que é composta pelo (4x) silêncio de colcheia-duas semicolcheias (contratempo). As frases organizam-se a cada 2 compassos que alternam entre duas funções harmônicas (uma por compasso). Calculamos o valor nominal da pulsação correspondente ao nível de *tactus* da sequência sonora em $V_n = 727\text{ms}$ (83bpm) e o desvio real de cada pulsação em relação ao V_n encontrado. Calculamos as médias dos desvios que resultou num valor de $mdv = 10\text{ms}$ (<30ms), o que representa um nível de pulsação sonora altamente regular, pois de acordo com Merker et al. (2009) para valores <30ms a detecção do desvio não tem lugar.

Análise da resposta do movimento do pé

O participante afirmou ter seguido com o seu pé o nível do *tactus* do estímulo sonoro, o que

foi facilmente corroborado numa simples observação do registo audiovisual.

O lapso temporal entre cada golpe do pé, considerado como um ciclo, foi o critério de partida para analisar quantitativamente as respostas corporais do participante. De uma perspectiva mecânica, cada ciclo é composto por duas trajetórias equidistantes, uma em sentido descendente (T1) e outra em sentido ascendente (T2).

As medições temporais das trajetórias que compõem cada ciclo foram realizadas localizando os instantes em que o indicador visuoespacial região posterior do osso calcâneo (IVE_{cal}) e o indicador visuoespacial região anterior 5º osso metatarsiano (IVE_{metatar}) — atingem ou partem da V=0. (ver figura 1).



Figura 1. Fotograma com as componentes da análise da performance do movimento, correspondente a um ciclo da resposta do pé. Cada fotograma é uma imagem que corresponde à localização dos estados de velocidade zero ‘meta inferior e superior’ e ‘ponto de início inferior e superior’ dos dois indicadores visuoespaciais (em azul e encarnado). Por exemplo, o primeiro fotograma (canto superior esquerdo) ilustra a localização do ponto de início da trajetória 1 (descendente) definido pela velocidade zero do indicador visuoespacial região pósterior inferior do osso calcâneo (VIVE=0_{cal}).

Análise de timing da resposta sensório motora do pé. Ritmo

O participante produziu 24 respostas isócronas (24 ciclos). Localizamos na linha de tempo (através do programa Soundbooth) os instantes em que os indicadores IVE_{metatar} e IVE_{cal} se encontravam em V=0 e obtivemos 94 localizações. Estas localizações foram categorizadas em dois grupos de acordo com a classificação de Laguna et al. (2017). O *ponto de início* (em que ambos IVE partem do repouso e abandonam a V=0) e a *meta* (em que ambos IVE atingem a V=0 por impacto ou máxima extensão) (figura 2).

Considerando os dados obtidos, realizamos um estudo de *timing* calculando; (i) *Duração do ciclo* (diferença entre impactos consecutivos do pé) e a média de desvio dos seus impactos; (ii) *Duração das trajetórias* (duração de cada trajetória entre mudanças de direção); (iii) *Período de quietude* (lapso em que o IVE permanece na V0); (iv) *Período do movimento*

(lapso em que o IVE permanece fora da $V=0$) (figura 2).

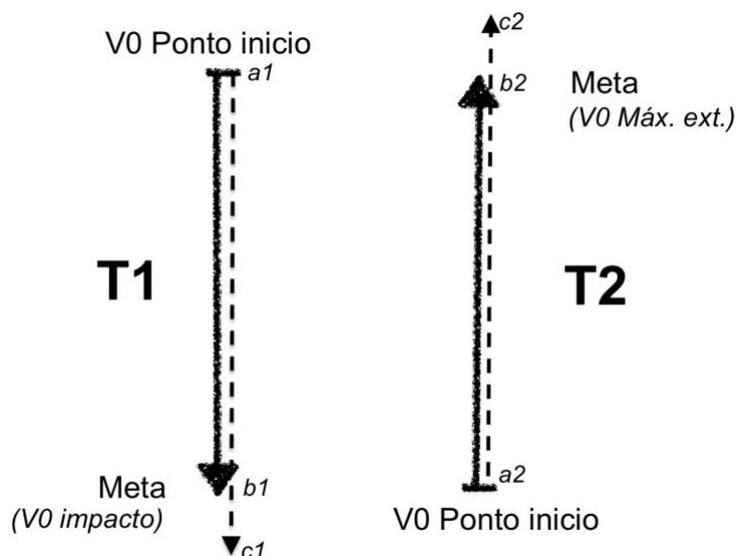


Figura 2. Representação abstracta do movimento do ciclo do pé a partir do qual se deriva o estudo de *timing*. Linhas contínuas verticais: trajetórias e sentido do movimento. Linhas tracejadas tempo: (i) Duração das trajetórias: $T1 = c1 - a1$ e $T2 = c2 - a2$; (ii) Período de quietude: $T1 = c1 - b1$ e $T2 = c2 - b2$; (iii) Período do movimento: $T1 = b1 - a1$ e $T2 = b2 - a2$; (iv) Duração do ciclo: $c2 - a1$.

Os resultados mostraram os seguintes valores médios (Figura 3);

- i. duração do ciclo ($T1+T2$) = 728ms (83bpm); desviação = 25ms;
- ii. duração da T1 (descendente) = 447ms (61%) vs. T2 (ascendente) = 281ms (39%);
- iii. período de quietude T1 = 331ms (89%) vs. T2 = 43ms (11%).
- iv. movimento real T2 (ascendente) = 239ms (68%) que na trajetória descendente T1 (descendente) = 115ms (32%).

Como dado interessante encontramos que em cada ciclo o período de quietude foi ligeiramente maior = 51% (374ms) do que movimento real = 49% (354ms).

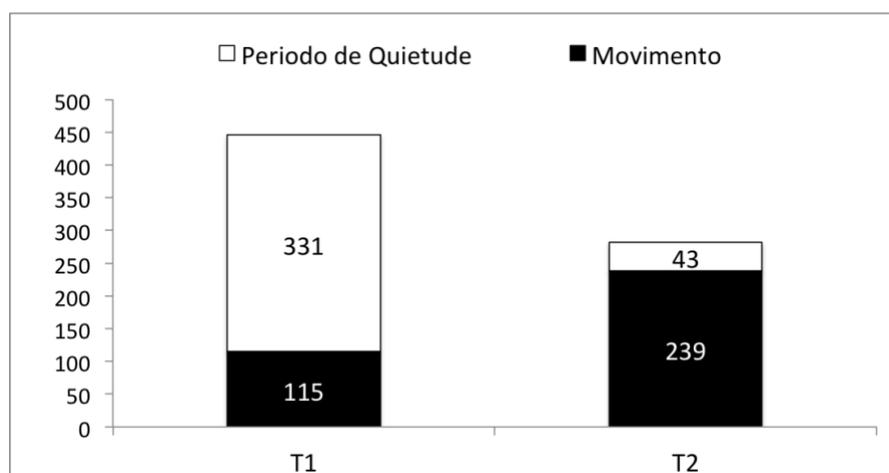


Figura 3. Resultado do estudo de *timing*. Valores médios expressos em milissegundos.

Interpretação dos resultados. A taxa de regularidade dos ciclos dos impactos do pé ($mdv = 25ms$) é notavelmente ajustada ($mdv = 25ms (<30ms)$) e consistente com a taxa de valoração de regularidade da música. Ou seja, tanto o impacto do pé como o onset sonoro seguem um ritmo isócrono significativamente regular. Contrariamente, as trajetórias T1 e T2 mostraram comportamentos assíncronos. A avaliação da duração da trajetória e do período de quietude mostrou $T1 > T2$ e o movimento real do pé mostrou que o padrão está invertido $T2 > T1$.

A elevada percentagem do período de quietude ($T1 = 89\%$ e $T2 = 11\%$) indica que a quietude está a ter um papel relevante no ajuste sincrónico do impacto do pé com a pulsação do estímulo sonoro (*tactus*) e, portanto, na experiência da regularidade. Observa-se que o maior período de quietude acontece a seguir à meta de T1 (ponto de impacto). A quietude sobre a meta T1 está a reforçar a percepção sentida do *tactus* em detrimento da meta atingida via máxima extensão na trajetória contrária (T2). A intencionalidade da meta é reforçada pela força da gravidade e o factor agógico (duração). A duração do período de quietude na $T2 = 11\%$ indica que a mudança de sentido do movimento do pé acima—abaixo é rápida e continua nos está indicando que o movimento pé se dirige intencionalmente para a meta do impacto.

Se considerarmos que as trajetórias do pé são equidistantes e que a duração da trajetória descendente é menor do que a ascendente, então a velocidade do pé ($v = e / t$) é maior ao descer e este facto reforça a intencionalidade do movimento para sincronizar-se com o *onset sonoro do tactus*. Esta análise mostra que o movimento do pé transporta componentes musicais que estão presentes na estrutura da performance.

Comparação $V=0$ vs. localização onset sonoro

Comparamos as localizações dos estados de $V=0$ dos indicadores visuoespaciais com os valores nominais de onset correspondentes a 4 categorias métricas (*tactus*, 2ª semicolcheia, 2ª colcheia, 4ª semicolcheia).

O resultado da comparação mostra que há 3 estados de velocidade zero que se encontram ajustados à 3 das categorias métricas referidas acima. A relação ‘háptica-sonora’ com maior grau de ajuste corresponde ao binómio ponto de impacto vs. *tactus* (valor médio = 26ms); o segundo valor corresponde ao binómio meta da trajetória ascendente vs. 4ª semicolcheia (valor médio = 44ms); o terceiro valor corresponde ao binómio ponto de início T2 - 2ª colcheia (valor médio = 76ms).

A figura 4 mostra a evolução dos valores reais dos 3 estados de $V=0$ que resultaram mais ajustados com respeito aos valores nominais das 4 categorias métricas ao longo dos 24 impactos realizados pelo participante ao seguir o estímulo musical.

O ponto de reunião ‘háptico-sonoro’ por excelência está representado pela curva laranja que estabelece a relação impacto do pé-onset do *tactus* (*Bass drum*). A curva encarnada mostra a relação meta da trajetória ascendente vs. à 4ª semicolcheia (2º beat do Hi-hat). A curva azul mostra a relação ponto de início da trajetória ascendente vs. à 2ª colcheia (1º beat do Hi-hat). O ponto de início “dispara” desde a posição métrica contratempo embora o faz de forma menos ajustada que nos encontros anteriores. Por último, e como pode observar-se na figura 4, não encontramos estados de $V=0$ relacionados à posição métrica

de 2ª semicolcheia.

Estes resultados mostram de forma clara que o participante representa através de diferentes estados de velocidade zero do seu pé “diferentes” posições métricas do padrão rítmico considerado como estímulo.

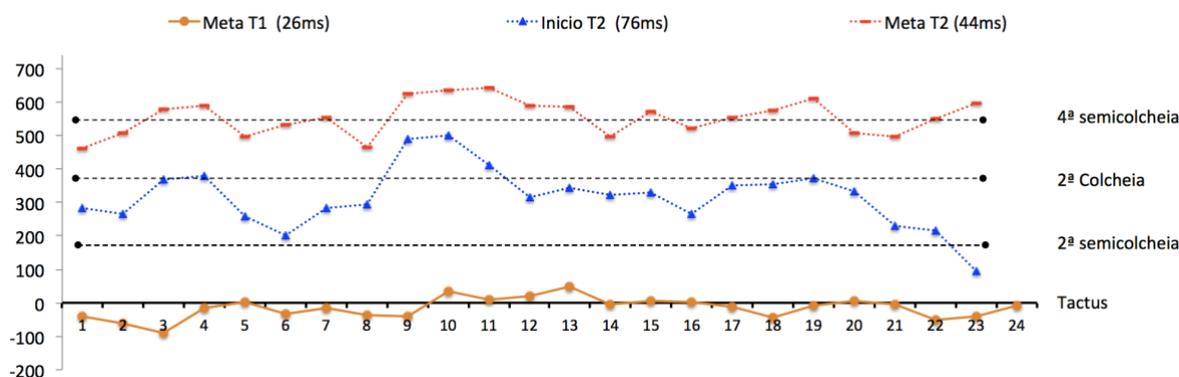


Figura 4. Resultados do cálculo da diferença entre os valores reais de onset do tactus e os valores das localizações de V=0 para cada ciclo do pé. O eixo x representa o número do impacto do pé.

Significação dos resultados

Os 3 valores médios de ajuste áudio-háptico calculados anteriormente foram interpretados de acordo com os limiares de percepção estabelecidos por Altinsoy (2003). Segundo este investigador, o limiar de assincronia áudio-háptica é estudado com base em duas perspetivas. A primeira denomina-se *audio lag* e refere-se ao atraso do sinal áudio em relação ao evento háptico e cujo limiar de assincronia é 50ms. A segunda avaliação é denominada *audio lead* e refere-se ao adiantamento do sinal áudio em relação ao evento háptico e cujo limiar de assincronia 25ms.

Resultado para o 1ª binómio. Os impactos antes do onset ajustaram-se em 31ms (limiar <50ms) e os impactos que aconteceram depois do onset ajustaram-se em 16ms (limiar <25ms). O cálculo mostra que as respostas do participante foram altamente ajustadas, encontrando-se dentro do limiar onde a assincronia não é detectada.

Resultado para o 2ª binómio. Os impactos antes do onset ajustaram-se em 47ms (limiar <50ms) e os impactos depois do onset em 41ms (limiar <25ms). Estes valores indicam que a resposta é ajustada apenas apresentando um ligeiro desvio no *audio lag*. Relativamente ao resultado para o 3º binómio, os impactos antes do onset ajustaram-se em 81ms (limiar <50ms) e os impactos depois do onset em 62ms (limiar <25ms), valores que expressam alguma irregularidade áudio háptica (neste coeficiente ainda difícil de perceber visualmente). Estes resultados são preliminares e devem ser submetidos a uma experimentação sistematizada.

Conclusões

O estudo mostrou que a resposta configurada pelo movimento rítmico do pé face à música é uma ação complexa que excede a marcação periódica e mecânica do tempo, contendo informações relevantes que refletem o cariz expressivo e métrico da performance musical (timing, articulação, dinâmica). Por outro lado, sublinha a configuração sensorial — áudio, visuoespacial, háptica e cinestésica — da representação corporal da regularidade.

Partindo de uma análise micro analítica estudámos as respostas corporais do participante parcelando o sinal contínuo de movimento em categorias discretas de acordo com paradigma de velocidade zero. A análise temporal da unidade de análise registada foi realizada a partir do seguimento visual a uma taxa de 33ms de dois IVE [região osso calcâneo e região do 5º osso metatarsal]. Por fim, classificámos as respostas de acordo com 2 estados de $V=0$: a meta (impacto em T1 e máxima extensão em T2) e o ponto de início em T1 e T2. O cálculo da diferença temporal entre os diferentes estados de $V=0$ revelou que o ciclo do golpe do pé possui uma estrutura interna organizada em torno de 4 lapsos; (i) duração do ciclo; (ii) duração da trajetória; (iii) período de quietude; (iv) período do movimento.

Os resultados mostram que os impactos do pé foram notavelmente regulares. No entanto, os períodos do movimento e de quietude contidos em cada ciclo revelaram-se assíncronos (figura 3). Isto permitiu-nos concluir que a percepção da regularidade foi integrada pelo período de quietude e, deste modo, este período poderia estar “a regular” a sincronia corporal das respostas à música. De maneira interessante observamos que a assincronia dos componentes referidos segue um padrão consistentemente regular ao longo de toda a resposta, o que para nós representa um aspecto relevante da natureza expressiva da regularidade corporal.

Por exemplo, observamos que a relação interna que se estabelece entre a duração do período de quietude e a período do movimento reforçou por agógica a intenção do golpe para baixo, marcando o nível métrico do tactus. A maior velocidade observada na trajetória descendente evidencia uma energia maior. Há, portanto, um reforço da intencionalidade (expressiva) dirigida à meta que, para além disso, se vê reforçada pelo sentido da força da gravidade.

Em relação ao ranking de justeza do encontro áudio háptico os resultados assinalam, em primeiro lugar, um *ponto de reunião* significativamente ajustado entre o contacto inicial do golpe do pé e o onset da pulsação de base (os valores mostram que a assincronia áudio háptica não é detectada) e, em segundo lugar, que a meta por máxima extensão localizada na T2 (ascendente) ajustou-se notavelmente à 4ª semicolcheia (subdivisão). Estes resultados demonstram que o padrão rítmico da música — (2x) colcheia com ponto-semicolcheia e (2x) semínima-semínima — esteve claramente representado na resposta do participante através da velocidade zero, nomeadamente na meta da trajetória descendente (via ponto de impacto) e na meta da trajetória ascendente (via ponto de máxima extensão).

Aplicações práticas do resultado da investigação

A experiência musical da regularidade é um fenómeno global que está relacionado — entre outras — com a produção de respostas isócronas do pé contra o chão em função da música que executamos ou ouvimos. Há um modo de conhecimento corporizado que é de natureza não verbal, pré-consciente, e está baseada na *simulação dos estados internos do outro* (Trevarthen, 1980; Rizzolatti & Sinigaglia, 2006; Gomila, 2002; Malloch & Trevarthen, 2008). Partilhamos os estados desta experiência “com nós próprios e com os outros”. Para além da componente mental, a inferência da regularidade está “materialmente configurada” por estímulos visuoespaciais, auditivos, háptico, bem como um correlato cinestésico.

Por exemplo, o músico de dança e o bailarino comunicam entre si “outros saberes” além das estruturas proposicionais (Laguna, 2008, 2009, 2013; Laguna y Shifres, 2017). O conhecimento procedimental que põe “em ação” o músico de dança envolve uma produção artística musical fundamentada na leitura visuoespacial e cinestésica do ritmo e do timing dos movimentos dos bailarinos. A partir destas informações, o músico de dança realiza subtis e dinâmicas negociações intersubjetivas com o bailarino baseadas no estabelecimento sincrónico de pautas intermodais que são da ordem dos milissegundos (Laguna y Shifres, 2012).

Ana Moura, bailarina do último ano de curso de dança, expressou “quando estou a ouvir a tua música e tenho dificuldade em interpretar *como tenho que entrar* na sequência coreográfica *olho o teu pezinho* e logo compreendo como devo entrar” (em conversação pessoal, 2009).

A bailarina tinha acabado de colocar em evidência que a informação musical podia ser visualizada, ouvida e sentida-simulada através da informação corporal que fornece o músico. Deste modo, Moura estava a atualizar de um *modo incorporado* as características expressivas e métricas da música imediatamente antes de iniciar a sua performance. Esta afirmação levou-nos a refletir sobre “as funcionalidades do pé” enquanto ferramenta tanto para transmitir aspectos musicais da produção artística aos bailarinos, como para o músico de dança aprender a sincronizar, ajustar e negociar detalhes expressivos das ações corporais deles à sua execução musical, tudo isto numa espécie de retroalimentação multimodal.

Apresentamos um audiovisual <https://vimeo.com/262949559> que exemplifica “ecologicamente” o raciocínio exposto. O breve clip mostra dois momentos de interatividade num “set” de uma aula de dança em que participam alunos, uma professora e um músico de dança. Num primeiro momento (0-13s), a professora de dança aparece mostrando verbal e corporalmente uma sequência de movimentos aos seus alunos, e o músico de dança, enquanto a observa, aparece traduzindo as informações rítmicas, métricas e expressivas (dos movimentos da professora e as imitações dos alunos) através da ação do seu pé esquerdo e do seu braço direito.

Num segundo momento (14-31s), observa-se a performance de movimento dos alunos e a performance do músico de dança que inclui o movimento de ambos os pés enquanto vai executando a percussão.

Considerações finais

O trabalho envolve questões de conhecimento procedimental e chama a atenção para formas mais integradas de comunicação entre músicos e bailarinos. A produção artística aparece aqui enriquecida pela justaposição de modos de conhecimento proposicionais e corporizados. Neste sentido, a produção artística deve “incorporar” a natureza deste tipo de respostas que, segundo demonstra este estudo, estão retroalimentando as características expressivas, métricas e articulatórias da música.

Apesar do movimento rítmico do pé ser uma resposta espontânea, discreta e aparentemente “pouco interessante” está longe de ser uma resposta trivial, pelo que tanto os seu aspectos

quantitativos e qualitativos, como o seu impacto na comunicação e produção artística merecem investigação mais exaustiva.

Agradecimentos

Este trabalho é financiado por fundos nacionais através da FCT — Fundação para a Ciência e a Tecnologia, I.P., no âmbito do projeto SFRH/BPD/109712/2015. Diretores Jorge Salgado Correia (INET-MD/Universidade de Aveiro) e Favio Demián Shifres (LEEM/UNLP-FBA).

Referências

- Altinsoy, E. (2003). Perceptual aspects of auditory-tactile asynchrony. In Anders G. Nilsson, Hans Bodén (Eds.), *Proceedings of the Tenth International Congress on Sound and Vibration*, (pp.3381-3838). Stockholm: Sweden.
- Fitch, W. (2012). The biology and evolution of rhythm: unraveling a paradox. En P. Rebuschat, M. Rohrmeier, J.A.Hawkins y I. Cross (Eds.), *Language and Music as Cognitive Systems* (pp. 73-95). Oxford and New York: Oxford University Press.
- Grahn, J. (2009). The role of the basal ganglia in beat perception: neuroimaging and neuropsychological investigations. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1169, 35-45.
- Grahn, J & Brett, M. (2007). Rhythm and beat perception in motor areas of the brain. *J Cogn Neurosci. May*, 19(5), 893-906.
- Grahn, J. & Rowe, J. (2009). Feeling the beat: premotor and striatal interactions in musicians and non-musicians during beat perception. *Journal of Neuroscience*, 29 (23), 7540-7548.
- Gomila, A. (2002). La perspectiva de segunda persona de la atribución mental. *Azafea*, 4, 123-138.
- Laguna, A., Shifres, F., Pires, R. y Pinto, D. (2017). Prosódia y métrica: Paradojas de la comunicación en danza. En N. Alessandrini y M.I. Burcet (Eds.). La experiencia Musical. Abordajes desde la investigación, la interpretación, y las prácticas educativas. *Libro de resúmenes del 13º Encuentro de Ciencias Cognitivas de la Música* (pp.83-84). Buenos Aires: SACCoM.
- Laguna, A. (2014). Movimiento del Cuerpo y Musicalidad. Aplicación de recursos tecnológicos en el análisis de las artes temporales en contextos ecológicos e interactivos. *Boletín de la Sociedad Argentina para las Ciencias Cognitivas de la Música. Vol 6 N°2*, pp. 30-36. Diciembre 2014. Buenos Aires: SACCoM.
- Laguna, A. (2013a). *Revisión de problemas comunicacionales en la clase de técnica de danza observados por un músico de danza* (Doctoral dissertation, Universidade de Évora).
- Laguna, A. (2013b). Conceptualización y corporeización de la métrica musical en los ejercicios técnicos de danza. En Favio Shifres, María de la Paz Jacquier, Daniel Gonnet, María Inés Burcet y Romina Herrera (Editores). *Actas do 11 Encontro das Ciências Cognitivas de la Música*, 1(1), (pp. 101-108). Buenos Aires: SACCoM.
- Laguna, A., y Shifres, F. (2012). Indicios visuales y auditivos en el ajuste sincrónico del pulso

- subyacente entre bailarines y acompañantes musicales. Em S. Moreno, P. Roxo, I. Iglésias (Eds), *XI Conferencia da SIBE*, s/p. Reitoria da Universidade Nova de Lisboa: Lisboa.
- Laguna, A., y Shifres, F. (2011). Indicadores visuo-espaciales para la localización del punto de impacto en el acompañamiento musical de la danza. En Alejandro Pereira Ghiena, Paz Jacquier, Mónica Valles y Mauricio Martínez (Eds.), *Actas del 10° Encuentro en Ciencias Cognitivas de la Música*, (pp. 451-458). Buenos Aires: SACCoM.
- Laguna, A. (2009). La perspectiva entonada de la ejecución musical con el movimiento. En S. Dutto y P. Asis (Eds.), *Actas de la VIII Reunión de SACCoM*. Villa María: Editorial Universitaria de Villa María, s/p. Buenos Aires: SACCoM
- Laguna, A. (2008). O Acompanhador Musical de Dança. Como identificar o tempo subjacente à frase de movimento?. En María de la Paz Jacquier y Alejandro Pereira Ghiena (Eds). *Actas de la VII Reunión de SACCoM*, (pp. 379-389). Buenos Aires: SACCoM
- Laguna, A. y Shifres, F. (2017). Entender el movimiento desde la danza y desde la música. *EUROPEAN REVIEW OF ARTISTIC STUDIES*, 8(4), 1-21.
- Large, E & Palmer, C. (2002). Perceiving temporal regularity in music. *Cognitive Science* 26, 1-37.
- Leman, M. (2008). *Embodied Music Cognition and Mediation Technology*, MIT Press: London England.
- Malloch, S & Trevarthen, C. (2008). *Communicative Musicality*. Oxford: University Press.
- Merker, B., Madison, G., & Eckerdal, P. (2009). On the role and origin of isochrony in human rhythmic entrainment. *Cortex* 45, 4-17.
- Mithen, S. (2007). *Los Neandertales Cantaban Rap*. Los Orígenes de la música y el Lenguaje. Barcelona: Ed. Crítica.
- Parncutt, R. (1994). A perceptual model of pulso saliente and metrical accent in musical rhythms. *Music Perception*, 11, 409-464.
- Patel, A.; Iversen, J; Chen, Y; & Repp, B. (2005). The influence of metricality and modality on synchronization with a beat. *Experimental Brain Research*, 163, 226-238.
- Povel, D. (1981). Internal Representation of Simple Temporal Patterns. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 7(1), 3-18.
- Repp, B. (2005). Sensorimotor synchronization: A review of the tapping literature. *Psychonomic Bulletin & Review*, 12, 969-992.
- Rizzolatti, G., & Sinigaglia, C. (2006). *Mirrors in the brain: how our minds share actions and emotions*. Oxford: University Press.
- Shifres, F., y Laguna, A. (2013). La co-construcción del marco métrico en la clase de técnica de danza. *EUROPEAN REVIEW OF ARTISTIC STUDIES*, 4(1), 76-94.

Snyder, J., & Krumhansl, C. L. (2001). Tapping to ragtime: Cues to pulse finding. *Music Perception, 18*, 455–489.

Siegler, R., & Crowley, K. (1991). The microgenetic method: a direct means for studying cognitive development. *American Psychologist, 46*, 606-620.

Trevarthen, C. (1980). The foundations of intersubjectivity: Development of interpersonal and cooperative understanding in infants. In D. R. Olson (Ed.), *The social foundations of language and thought: Essays in honor of J.S. Bruner* (pp. 316-342). W.W. New York: Norton.

Winkler, I.; Haden, G.; Ladinig, O.; Sziller, I. & Honing, H. (2009). Newborn infants detect the beat in music. In Dale Purves, Duke University Medical Center, Durham, NC Eds.), *Proceedings of the National Academy of Sciences, 106*(7), (pp. 2468–2471). Retrieved from <http://www.pnas.org/content/106/7/2468>