



**HAL**  
open science

# Comprovação e Interação Leigo-Músico nas Práticas Criativas Cognitivo-Ecológicas: The Maxwell Demon

Luzilei Aiel, Damián Keller

► **To cite this version:**

Luzilei Aiel, Damián Keller. Comprovação e Interação Leigo-Músico nas Práticas Criativas Cognitivo-Ecológicas: The Maxwell Demon. Proceedings of the 10th Workshop on Ubiquitous Music (UbiMus 2020), Nov 2020, Porto Seguro, Brazil. halshs-03035032

**HAL Id: halshs-03035032**

**<https://shs.hal.science/halshs-03035032>**

Submitted on 2 Dec 2020

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Comprovação e Interação Leigo-Músico nas Práticas Criativas Cognitivo-Ecológicas: *The Maxwell Demon*

Luzilei Aliel<sup>1</sup>, Damián Keller<sup>2</sup>,

<sup>1</sup> Departamento de Música (CMU) Escola de Comunicação e Artes - Universidade de São Paulo. Professor Luciano Gualberto, 374 - Butantã - São Paulo - SP

<sup>2</sup> Centro Amazônico de Pesquisa Musical (NAP) - Universidade Federal do Acre, Brasil  
BR 364, Km 04 - Rio Branco - AC

{luzaliel@usp.br, dkeller@ccrma.stanford.edu}

**Abstract.** *We discuss the contributions of a ubimus-oriented artistic project - Maxwell's Demon (The Maxwell Demon) - highlighting the specific challenges of lay-musician interaction. Using the MoMuPlat environment, we implemented the TMD sound-synthesis tool for portable and fixed devices. Five musicians and three lay people of both sexes participated in the study, targeting improvisational group activities based on simple verbal instructions. Through interviews with participants, on-site observations and analysis of audio and video recordings, we obtained results that indicate advantages and limitations of the knowledge-transfer strategies applied during the activities. The items covered include, on the one hand, problems in the activity-preparation stage; the generation of new materials was encouraged but the reuse of sound resources was low. On the other hand, the participants' body movements served to expand their creative engagement; the layman-musician interaction was effective in establishing a common mechanism for participants with and without specific training. Overall, these results indicate that it is necessary to develop design strategies focused on making the knowledge explicit or supporting the transfer of tacit knowledge necessary to achieve creative group results.*

**Resumo.** *Discutimos as contribuições de um projeto artístico realizado dentro do contexto da pesquisa ubimus - o Demônio de Maxwell (The Maxwell Demon) - dando destaque para os desafios específicos da interação leigo-músico. Inicialmente, foi implementada a ferramenta de síntese sonora TMD para dispositivos portáteis e fixos, utilizando o ambiente MoMuPlat. Participaram na experiência cinco músicos e três leigos, de ambos sexos, realizando atividades grupais improvisatórias a partir de instruções verbais simples. Com base em entrevistas com os participantes, além de observações no local e da análise de gravações de áudio e vídeo, obtivemos resultados que indicam vantagens e limitações das estratégias de transferência de conhecimentos aplicadas no estudo. Os itens abordados incluem, por um lado, os problemas encontrados durante o estágio de preparação da atividade; a geração de novos materiais foi incentivada mas o reaproveitamento dos recursos sonoros*

*foi baixo. Por outro lado, os movimentos corporais dos participantes serviram para ampliar o engajamento criativo; a interação leigo-músico foi efetiva para estabelecer um mecanismo comum entre os participantes com e sem treinamento específico. Esses resultados sugerem que para atingir resultados criativos grupais, é necessário desenvolver estratégias de design focadas na explicitação ou na transferência do conhecimento tácito.*

## **1. Introdução**

Desde a publicação do primeiro volume sobre pesquisa musical ubíqua (ubimus) [Keller et al. 2014], várias novas perspectivas ampliaram a paleta de possibilidades para ações artísticas nesse segmento. Uma tendência promissora envolve a incorporação de estratégias de improvisação para promover a exploração de recursos sonoros. Essa abordagem orientada para a prática da pesquisa musical já estava presente em vários projetos de ubimus, mas ganhou uma base conceitual e metodológica específica através da incorporação de estruturas ecológicas. No entanto, a questão de como o pensamento ecológico afeta as práticas criativas sob perspectivas ubíquas ainda é relevante. Abordamos essa questão por meio de uma discussão de várias propostas dentro da prática criativa baseada em ecologia, fornecendo exemplos práticos do design e implementação de projetos artísticos usando recursos sonoros acústicos e computacionais.

Um aspecto da pesquisa ubimus que recebeu mais atenção nos últimos anos envolve a implementação de apoio ao envolvimento criativo de músicos e participantes que não possuem treinamento técnico. Essa é uma questão particularmente problemática, porque a maioria das pesquisas existentes sobre interação musical se limita a músicos profissionais e, em alguns casos, concentra-se no artista virtuoso como o modelo ideal para o design de interação [Wessel e Wright 2002]. A ênfase indevida no entendimento do virtuosismo baseado em gênero e uma interpretação culturalmente tendenciosa da expressão levantaram sérias barreiras à inclusão de participantes não treinados na produção musical. Em vez de adotar gêneros preconcebidos, ao mesmo tempo em que adapta o design às necessidades de um nicho específico de músicos, as abordagens do ubimus têm se esforçado para evitar um foco restrito nas propostas anteriores de interação musical e destacaram a necessidade de permitir que os participantes façam suas próprias escolhas de quando e como implantar recursos para atingir seus objetivos criativos. Sendo até o conceito de objetivo criativo foi questionado. Quando aplicada a atividades artísticas e educacionais, a visão utilitária da interação como solução para problemas mostrou sérias limitações [Lima et al. 2012]. É por isso que os métodos ubimus abordam os aspectos exploratórios da criação musical criativa e as demandas dos mecanismos de transferência de conhecimento em atividades que envolvem participantes treinados e não treinados. Essa área de pesquisa foi denominada interação ubimus leigo-músico.

Neste artigo, apresentamos um estudo de caso, discutimos os resultados e suas implicações na pesquisa ubimus, focando nos mecanismos de transferência de conhecimento e apoio a leigos e músicos durante atividades artísticas que envolvem improvisação. A primeira parte do artigo discute modelos teóricos para apoiar aspectos da interação ubimus, de uma perspectiva cognitivo-ecológica [Aliel et al., 2018; Ferraz e Keller, 2014; Keller e Lazzarini, 2017]. Na segunda parte, descrevemos um projeto

artístico que emprega estratégias de transferência de conhecimento envolvendo leigos e músicos, com o objetivo de ampliar o potencial de inclusão do público no contexto de atividades musicais improvisatórias.

## **2. Comprovação: Planos de diretrizes e planos de contingências aplicados à interação leigo-músico**

A prática da comprovação é uma estratégia artística emergente que engloba composição e improvisação musical. O termo comprovação não tem uma definição consensual e suas origens remontam às propostas improvisatórias dos anos sessenta - incluindo grupos artísticos como a *Orchestra Scratch* ou o conjunto *Musica Elettronica Viva* [Cardew, 1969; Curran e Teitelbaum, 1989]. As abordagens comprovisatórias atuais estão documentadas em Hannan (2006), Dudas (2010), Fujak (2011), Bhagwati (2013), Aliel (2017) e têm impulsionado encontros em torno das representações interativas nas partituras musicais.<sup>1</sup> Fujak (2011) afirma que a comprovação deve ser compreendida como uma metáfora da vida. Ele argumenta que em atividades envolvendo seres vivos, alguns cenários podem ser parcialmente planejados. No entanto, os eventos produzidos por fatores não controlados podem impactar as condições iniciais e os comportamentos dos agentes. Com base na metáfora da comprovação como processo biológico formulada por Fujak, Aliel (2017) propõe duas vertentes metodológicas: os planos de diretrizes e os planos de contingência. *Planos* são formas de projetar relacionamentos entre recursos, abrangendo aspectos materiais e cognitivos. Do ponto de vista ecológico, as unidades de interação são definidas como *eventos* (ver Keller, 2000; Keller e Capasso, 2006). Quando os recursos são disponibilizados, materializam-se tanto as ações planejadas quanto os comportamentos imprevisíveis.

Os *planos de diretrizes* incluem regras, ações previstas, algoritmos e recursos obtidos por meio de métodos assíncronos (geralmente vinculados à atividade de pré-composição). Os *planos de contingência* destacam a imprevisibilidade, as eventualidades, as estratégias caóticas (determinísticas) e aleatórias (abrangendo fatores ambientais e estratégias computacionais) de organização sonora, incluindo o erro humano. As contingências podem desencadear transformações significativas nas diretrizes pré-estabelecidas. Portanto, os planos de contingência abrangem métodos e recursos que são mutáveis e que podem ser disponibilizados durante a improvisação. Nas práticas cognitivo-ecológicas, esse aspecto é abordado através do conceito de *Gelassenheit* [Aliel et al., 2018].

As diretrizes e os planos de contingência oferecem oportunidades para nivelar o acesso aos processos criativos, evitando noções preconcebidas de prioridade de um plano sobre o outro (ver discussões críticas sobre a aplicação de métodos composicionais hierárquicos e centralizados em Bhagwati, 2013; Keller, 2000; Lewis, 2000). Dependendo das necessidades musicais e sociais dos agentes envolvidos, ambas as estratégias podem sofrer transformações. Essa flexibilidade tende a dar mais peso aos planos de contingência. Um dos desafios do design ubimus aplicado à comprovação é

---

<sup>1</sup> TENOR: International Conference on Technologies for Music Notation and Representation.

fornecer diretrizes que contemplem tanto os recursos persistentes quanto os recursos voláteis [Keller, 2014], deixando espaço para a exploração do potencial criativo das contingências.

### **3. Paradoxos como estratégias alternativas ao enfoque acústico-instrumental**

Etimologicamente, o termo paradigma tem origem no termo grego *paradeigma*: algo que serve de exemplo a ser seguido. Frequentemente, os paradigmas são estabelecidos como dogmas que podem ser transmitidos por razões políticas ou que podem ser copiados para aumentar a coesão social. O paradigma acústico-instrumental (cf. discussões críticas em Bown et al., 2009; Keller, 2000; Keller et al., 2014) constitui um conjunto de conceitos normativos com forte impacto nas práticas criativas musicais atuais. Provavelmente originado no século dezenove nos países centrais da Europa e da América do Norte, esse processo normativo abrange a invenção do gênio (cf. revisão crítica em Weisberg, 1993) e coloca a performance de instrumentos acústicos como o modelo ideal a ser atingido em todas as práticas criativas [Wessel e Wright, 2002]. Segundo esse enfoque, as habilidades geniais e incomuns de alguns, descritas como virtuosismo, permitiriam alcançar objetivos musicais que estão além das possibilidades musicais da maioria. Portanto, é estabelecida uma hierarquia social, centrada nos objetivos da prática instrumental, relegando a a casos periféricos as manifestações musicais que não se enquadram nesse tipo de prática, e minimizando seu peso político, cultural e estético (Messina e Aliel, 2018]. Outro aspecto a ser destacado é a relação entre a organização social e a estruturação do espaço. O paradigma acústico-instrumental adota o palco italiano como um formato privilegiado para a atividade artística (cf. Trueman, 2007). Esse formato determina uma hierarquia rígida, separando o público dos artistas-criadores (ver análises críticas em Keller, 2000 e Lewis, 2000).

A etimologia do termo *paradoxo* tem origem grega no *paradoxon*, também encontrada no latim arcaico como *paradoxum*. A palavra é composta do prefixo *para-*, que significa "contrário a", "alterado" ou "oposto a", juntamente com o sufixo nominal *-doxa*, que significa "opinião". Nas práticas criativas, Messina e Aliel (2019) conceituam os *paradoxos acústico-instrumentais* como simulação, estabelecendo uma estratégia contrária ao paradigma acústico-instrumental do simulacro. Os autores utilizam uma adaptação das notas de Baudrillard (1994) sobre os dois conceitos: o simulacro e a simulação. Para Baudrillard (1994, p. 44), os simulacros são cópias que representam elementos que nunca existiram ou que atualmente não têm equivalentes na realidade. No contexto do paradigma acústico-instrumental, o simulacro sugere uma unidade perfeita e singular. Um bom exemplo é a figura do "gênio", um ser que atua em um nível superior à realidade material e às possibilidades humanas. Em contraste com essa visão idealista da prática musical, Messina e Aliel (2019) apontam que a simulação é a imitação de uma operação ou de um processo existente no mundo material. O paradoxo acústico-instrumental alinha-se ao conceito de simulação, explorando aspectos miméticos, situados e corporizados, visando práticas artísticas fortemente vinculadas aos recursos materiais locais. Nessa estratégia embasada no enfoque cognitivo-ecológico, são considerados os processos de adaptação dos agentes às condições locais do ambiente, estimulando a exploração das possibilidades criativas

através do reaproveitamento dos recursos materiais. A utilização de paradoxos tenderia a ampliar a oferta de referências estéticas permitindo que cada agente encontre sua própria abordagem criativa.

Como estratégia exploratória, as práticas cognitivo-ecológicas permitem a incorporação de elementos *Gelassenheiten* no processo criativo [Aliel et al., 2018]. No entanto, como promover estratégias que aumentem as chances de gerar materiais artísticos significativos? A questão é complexa porque afasta as práticas criativas da tradição acústico-instrumental. A associação entre instrumentos acústicos e estruturas musicais derivadas do uso desses instrumentos torna a experiência mais familiar para os músicos. Os paradoxos colocam o processo de tomada de decisões fora do paradigma acústico-instrumental, impulsionando um contexto atípico de possibilidades e forçando a adaptação dos comportamentos a novos cenários. Assim, os agentes (sejam eles leigos ou músicos) podem introduzir concepções divergentes das práticas musicais preexistentes.

Ao utilizar os paradoxos como estratégia criativa, não estamos propondo que a interação entre leigos e músicos seja apenas uma "simulação da prática artística". O uso da simulação aqui serve para promover ações que podem ser entendidas por ambos os grupos e que podem ser projetadas musicalmente a nível macro (se estiverem dadas as condições necessárias). Por exemplo, podemos gerar regras que organizam os parâmetros musicais ("toque utilizando baquetas somente no interior do piano", ou "use somente os objetos no lado esquerdo da sala para produzir sons", ou "use apenas sons do corpo"). Neste caso, as diretrizes se aplicam aos dois grupos. Todos os envolvidos têm acesso aos conhecimentos necessários para realizar essas propostas e portanto as restrições não estão vinculadas ao conhecimento técnico, à utilização de sistemas simbólicos do domínio específico ou à complexidade das ações requeridas para atingir resultados sonoros satisfatórios. A partir dessas diretrizes, o plano de contingências pode ter maior ou menor impacto nas trocas (alguns indivíduos usam raspagens nas cordas, outros produzem ostinatos, ou usam objetos cotidianos, sons vocais ou percussão corporal). Ao propor "use somente os objetos no lado esquerdo da sala para produzir sons" incluímos uma diretriz restrita que permite uma ampla gama de potencialidades para músico ou leigos. As possibilidades de interpretação da frase serão condizentes com os conhecimentos específicos de cada agente. Entretanto, podem haver trocas de conhecimentos por vias miméticas ou verbais.

Uma contribuição importante da presente proposta é a construção de representações que ultrapassem os limites do paradigma acústico-instrumental, permitindo a socialização dos recursos materiais e fomentando a diversificação das interações entre leigos e músicos. Tanto no plano das diretrizes quanto no plano das contingências existem aspectos potencialmente positivos e negativos para o suporte às práticas criativas (ver tabelas 1 e 2). O conceito de paradoxo constitui uma tentativa de nivelamento de informações para viabilizar a troca de conhecimentos. Ou seja, o paradoxo acústico-instrumental prevê diretrizes gerais que podem ser compreendidas por todos, músicos e leigos, e servem para embasar decisões conjuntas. A abordagem empurra a discussão dentro do campo da comprovação de modo efetivo já que, ao criarmos diretrizes rígidas aplicamos princípios composicionais, sendo que os aspectos

contingenciais ficam a critério dos agentes, fomentando uma maior volatilidade nos recursos e potenciando os elementos *gelassenheit*.

**Tabela 1: Planos de diretrizes nas atividades comprovacionais.**

<b>Estratégias</b>	<b>Características</b>	<b>Impacto Leigo-Músico</b>	<b>Exemplos</b>
Recursos notacionais fixos	Alta complexidade;  Exigem domínio de leitura e escrita musical.	Menor interação;  Baixa acessibilidade para o grupo leigo.	Uso de notação musical tradicional.
Aquisição de conhecimentos do domínio específico	Exigem alto investimento para aprendizagem e treinamento técnico.	Menor interação;  Menor fluxo de informações;  Maior tempo para a transferência de conhecimentos.	Aprendizagem de leitura ou solfejo de partitura tradicional;  Desenvolvimento técnico específico em performance baseado no paradigma acústico-instrumental.
Metáforas para a ação criativa	Persistência e sustentabilidade : as metáforas para a ação criativa permitem que o material e os procedimentos sejam compartilhados, revisitados, analisados e	Maior interação;  Menor demanda de tempo para a reapresentação de material sonoro;  Suporte para trocas longitudinais.	Técnicas de suporte verbal, gestual, gráfico, procedimental, sonoro, audiovisual.

	documentados.		
Organização formal	Permite aplicar procedimentos teleológicos detalhados na estruturação da obra.	Menor demanda de esforço organizacional.	Estruturas hierárquicas: ABA, ABBA, AABB.  Adoção de padrões idiomáticos de improvisação (cifra, escalas, padrões rítmicos, clichés improvisacionais)

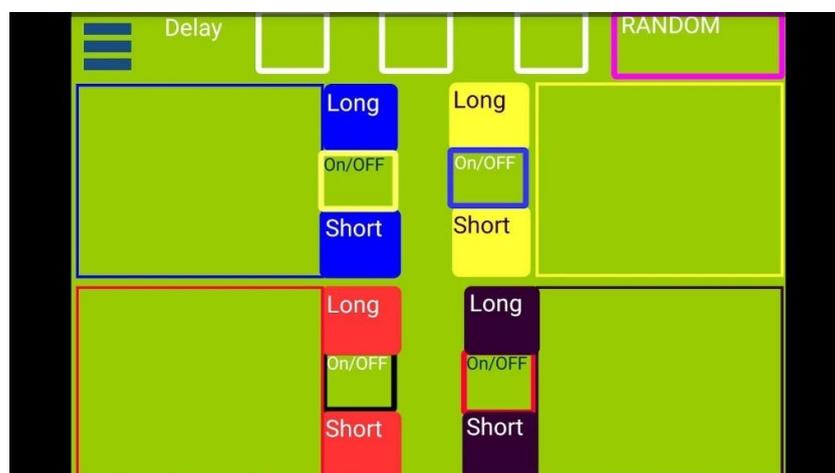
**Tabela 2.** Planos de contingências nas atividades improvisacionais.

<b>Estratégias</b>	<b>Características</b>	<b>Impacto Leigo-Músico</b>	<b>Exemplos</b>
Recursos notacionais adaptativos	Redução do tempo de aprendizagem;  Menor exigência de conhecimentos do domínio específico na leitura e escrita;  Elementos <i>gelassenheit</i> .	Maior interação;  Maior troca de conhecimentos;  Aumento do potencial criativo.	Práticas que ficam entre a improvisação livre e a comprovação envolvendo formas abertas de notação ( <i>soundpainting</i> , <i>intuitive musik</i> )
Recursos materiais locais	Forte relação entre os processos criativos e os materiais disponíveis nos locais de realização das atividades musicais.	Menor tempo para adquirir conhecimentos;  Abertura a contingências;  Redução de hierarquias na interação social.	Marcação temporal;  Marcação espacial;  Marcação procedimental-gráfica.
Improvisação livre	Alta volatilidade: os recursos	Pode impulsionar a geração de novos	Improvisação livre instrumental;

	sonoros são raramente revisitados ou analisados.	conhecimentos, mas prevalecem os elementos contingenciais;  Os resultados dependem fortemente da aplicação do conhecimento tácito dos participantes dos participantes.	Improvisação livre com recursos sonoros disponíveis na internet;  <i>Live coding;</i>  <i>Live patching.</i>
--	--	--	--

#### **4. The Maxwell Demon: Suporte para leigos em atividades criativas profissionais**

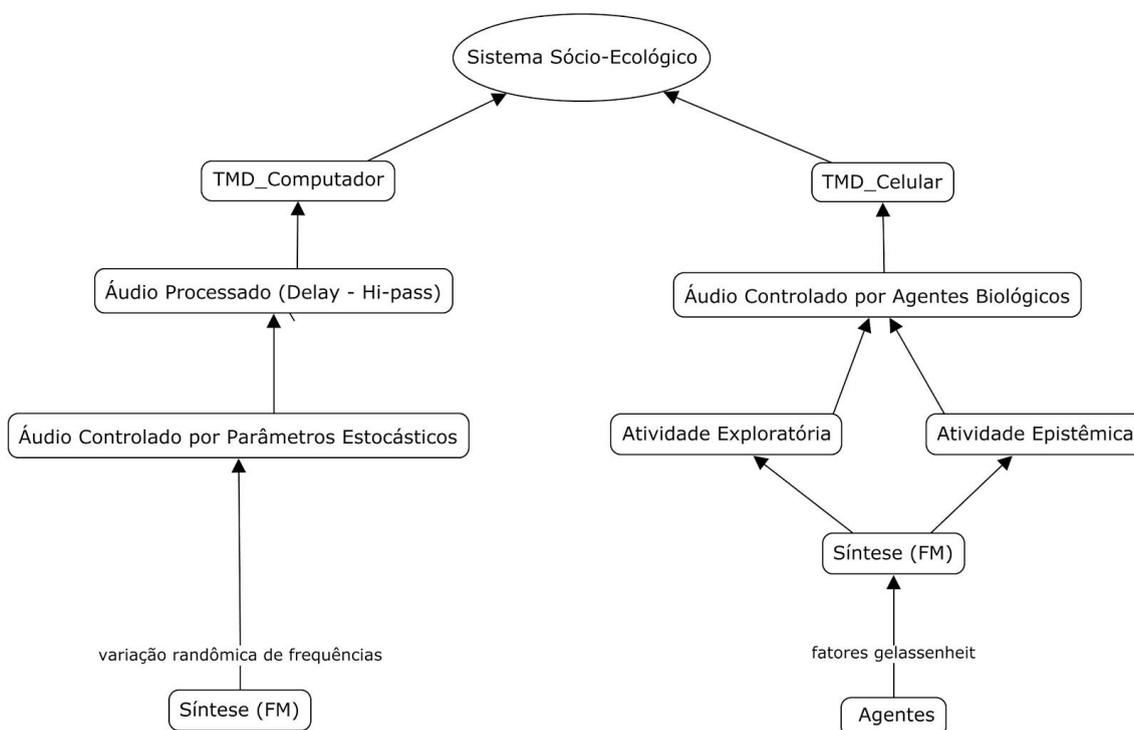
Nesta seção apresentamos os procedimentos para gerar planos de diretrizes e de contingências em ações criativas embasadas no enfoque ecológico, a partir da análise do estudo de caso *The Maxwell Demon (TMD)*. O projeto TMD é uma comprovação inspirada no experimento realizado por James Clerk Maxwell em 1871. O Demônio de Maxwell representa uma criatura imaginária destinada a contrariar a segunda lei da termodinâmica (isto é, a tendência à entropia de todos os sistemas). No experimento de Maxwell encontramos uma caixa com dois compartimentos. A divisória tem uma porta que pode ser aberta e fechada pelo Demônio de Maxwell. O demônio abre a porta para permitir que apenas as moléculas mais rápidas fluam para um lado da câmara. Somente as moléculas mais lentas circulam para o outro lado, aumentando gradualmente o nível de energia de um lado (e reduzindo a entropia), enquanto no outro compartimento a temperatura diminui (representando um nível mais alto de entropia). Aliel e coautores (2015) utilizam o Demônio de Maxwell como uma metáfora artística focada no som, representando um ser imaginário - através de um algoritmo estocástico - que busca controlar o resultado sonoro para aumentar ou reduzir o nível de entropia do resultado musical.



**Figura 1.** Interface do patch móvel *The Maxwell Demon*.

*Materiais e equipamentos.* Foi desenvolvida uma ferramenta: 1) capaz de produzir sons facilmente manipuláveis; 2) acessível a todos os agentes (através da implantação em plataformas móveis baseadas em sistemas Android e iOS). Todos os participantes (músicos e não-músicos) receberam um telefone celular com um *patch* (algoritmo em linguagem visual) construído em *Pure Data* (PD) (Puckette, 1997) e adaptado para o ambiente *MobMuPlat* (Iglesia, 2016). A tela principal do sistema possui quatro controladores de osciladores de síntese aditiva. Mais quatro osciladores baseados na síntese FM também foram implementados, com parâmetros de controle para modificar frequência, duração e processamento de áudio (*delay*). Os geradores de parâmetros aleatórios podem ser ligados e desligados ao tocar na tela do telefone. As frequências variam de 220 Hertz a 1320 Hertz. O aumento da frequência está associado a gestos da esquerda para a direita. Ao lado de cada retângulo estão três interruptores de osciladores (botões liga/desliga) e dois controladores de envelope (*ADSR*). Um com períodos curtos de ataque, decaimento, sustentação e repouso e outro com durações mais longas. O botão esquerdo na parte superior da tela controla um gerador estocástico de frequências. Os três botões restantes controlam o processamento de *delay* aplicado ao material sonoro. Da esquerda para a direita, têm valores fixos de atraso de 150 ms, 300 ms e 750 ms.

Com características semelhantes aos algoritmos usados em dispositivos portáteis, foi implementado um patch PD para execução em dispositivos estacionários (figura 1). A ferramenta emprega a síntese por modulação de amplitude (AM), utilizando quatro osciladores. Cada oscilador recebe três parâmetros que modificam a amplitude. Os osciladores são controlados por um processo estocástico, gerando frequências entre 50 Hz e 2000 Hz. Um controlador de envelope (ADSR) define os parâmetros de ataque, decaimento, sustentação e repouso. O envelope também pode ser gerado a partir de parâmetros aleatórios, produzindo uma variedade de perfis de ataque, decaimento e sustentação. Todas as fontes sonoras são processadas via filtros de passa-alta, *delay* e reverberação. Os parâmetros de atraso variam aleatoriamente entre 0 e 5000 ms.



**Figura 2.** Procedimentos implementados em Pure Data para o projeto *The Maxwell Demon*.

#### 4.1 Métodos

Durante o desenvolvimento do projeto *The Maxwell Demon (TMD)* foram realizadas performances com o objetivo de coletar informações sobre os comportamentos dos agentes, os recursos sonoros e o suporte tecnológico. TMD fusiona as técnicas de síntese sonora com formas de organização baseadas em dinâmicas sociais (ver também *sócio-síntese* - Burtner et al., 2012).

*Local das sessões.* O experimento foi realizado em um estúdio de pequeno porte, de aproximadamente 10 x 7 metros. O ambiente tem tratamento acústico e possui diversos instrumentos musicais tradicionais, como piano e afins. O estúdio fica localizado no departamento de música da Universidade de São Paulo.

*Perfil dos participantes.* Cinco músicos e três participantes sem treinamento em música participaram nas sessões. Todos tinham educação superior. Os participantes leigos estavam familiarizados com conceitos musicais básicos. Três eram mulheres (idades: 25, 32 e 35 anos). Com treinamento e experiência musical de 10 e 30 anos, os músicos eram quatro homens (idades: 26, 34, 38 e 58 anos) e uma mulher (idade: 22 anos).

*Procedimentos.* A performance foi orientada pela definição de *cenários* (Sibertin-Blanc et al., 2011). Nessa abordagem um cenário representa uma improvisação livre com dispositivos portáteis, de sete minutos de duração. As únicas orientações dadas aos agentes foram "percorra o espaço e use telefones celulares para produzir sons". Ao tocar do primeiro sino, o computador inicia os parâmetros predefinidos e seleciona o número de osciladores, alturas, dinâmicas, durações e a magnitude do *delay*. A sessão conclui ao

tocar o segundo sino.

*Avaliação.* Os dados foram coletados por meio de entrevistas com os participantes, via observações no local e através da análise de gravações de áudio e vídeo realizadas durante as sessões. O objetivo foi avaliar as interações entre os agentes e a forma como os recursos foram utilizados, incluindo: 1. estado inicial das *entidades*, 2. a dinâmica do processo criativo (os fatores internos), 3. o impacto dos fatores externos nos processos e nos produtos criativos. A avaliação dos cenários foi realizada com base nos indicadores derivados da atividade musical, incluindo o estado final das entidades.

## 4.2. Resultados

*Preparação.* Vários fatores dificultaram a manutenção e o suporte tecnológico aplicado na execução da proposta. Os participantes escolhidos tinham dispositivos móveis configurados com diversas versões de sistemas operacionais. Várias tentativas foram feitas para ajustar o desempenho do software implementado em PD. Parte dos voluntários não puderam participar porque os sistemas instalados em seus dispositivos não tinham suporte para executar o aplicativo TMD. Houveram também conflitos entre aplicativos previamente instalados e *MobMuPlat*. Como a ferramenta *MobMuPlat* é implementada em Java, ela depende das versões atualizadas dessa linguagem, porém algumas ferramentas não funcionam corretamente devido à incompatibilidade entre as versões.

*Contingências.* Os agentes exploraram vários recursos materiais, envolvendo diversas formas de interação. Os sons gerados pelos algoritmos geralmente estiveram vinculados a novas ações dos agentes. Grande parte do material produzido nas sessões de TMD raramente era reutilizada, impulsionando a originalidade dos produtos criativos mas reduzindo sua relevância. Portanto, as interações e comportamentos que levaram à descoberta de novos recursos sonoros podem ser interpretados como fontes de contingências. Isso indica a necessidade de implementação de mecanismos específicos para lidar com esse aspecto do suporte à criatividade.

*Impacto da experiência musical prévia.* Materiais coletados em estudos anteriores indicam que a geração, manutenção e exclusão de materiais sonoros de improviso, geralmente ocorrem a partir de estratégias imitativas [Mannis, 2014] ou de atividades exploratórias e epistêmicas [Keller et al., 2010]. Apesar das disparidades nos níveis de conhecimento musical, todos os participantes apresentaram habilidades técnicas similares nas atividades criativas.<sup>2</sup>

*Corporização e formas de interação entre artistas e audiência.* A peça TMD dá destaque às ações corporais e aos possíveis significados e simbolismos dos gestos. Ao eliminar o palco italiano, o uso do espaço em TMD contribui para incentivar o engajamento dos agentes leigos. A mobilidade dos participantes - além do baixo nível

---

<sup>2</sup> Durante o estudo realizado por Aliel et al. (2015) foram observadas semelhanças nas três sessões, envolvendo intensas interações entre os agentes (algoritmos x agentes, agentes x agentes e agentes x recursos materiais).

dinâmico dos sons gerados nos dispositivos móveis - proporcionou um ambiente rico, motivando constantes mudanças nos focos de atenção. Através do uso de dispositivos móveis, em TMD as massas sonoras migram em tempo real para novas configurações a partir da movimentação dos participantes. Desta feita, TMD contribui para o uso do movimento corporal como estratégia estética.

*O paradoxo acústico instrumental em TMD.* TMD aplica como premissa o conceito de cenário (Sibertin-Blanc et al., 2011). A diretriz utilizada foi: "percorra o espaço e use telefones celulares para produzir sons". A frase propõe elementos espaciais, exploratórios e abordagens adaptativas envolvendo a utilização do celular para produzir sons, modificando a função primária do equipamento. As atividades de exploração e apropriação do espaço e produção sonora ficam vinculadas às trocas de conhecimentos, seja por imitação entre os participantes ou por geração de novos recursos durante o processo. Dentro desse contexto, as trocas socioecológicas fomentam um nivelamento das diferenças entre os comportamentos dos músicos e dos leigos.

É importante salientar que a partir da aplicação de conhecimentos individuais, os participantes podem explorar novos resultados ou limitar o acesso a recursos por parte dos outros agentes. Em alguns casos, para manter as premissas do paradoxo acústico-instrumental é necessário introduzir novas diretrizes. A introdução de novas diretrizes pode abranger tanto informações verbais quanto a aplicação de novos recursos tecnológicos (como acontece na prática de *live coding*), com o objetivo de retomar o fluxo das trocas permitindo o nivelamento entre as partes. Durante as sessões de TMD, não foi necessária a introdução de novas diretrizes.

## **5. Considerações finais e desenvolvimentos futuros**

Levando em conta que um músico profissional precisa realizar um treinamento longo até alcançar um nível satisfatório de habilidade técnica e expressiva no uso de instrumentos acústicos, existe uma grande disparidade entre a base de conhecimentos de leigos e de músicos. A partir do contexto teórico estabelecido pelas práticas criativas cognitivo-ecológicas, propomos uma abordagem comprovisatória como suporte às interações entre leigos e músicos. Nosso principal objetivo é facilitar as trocas entre os agentes.

*Sustentabilidade criativa.* No contexto da aplicação de modelos sonoros na composição baseada em recursos tecnológicos, Barreiro e Keller (2010) sugerem que, quando não há regras fixadas a priori, podem ocorrer vários fenômenos emergentes e auto-organizados. Segundo os autores, o resultado sonoro global (a macroestrutura musical) é um produto da interação local entre os agentes - sejam eles improvisadores humanos ou recursos computacionais. Músicos e processos algorítmicos moldam - mas não determinam - as relações macroestruturais dos materiais sonoros. Abordagens ecológicas, modelos bioinspirados e algumas estratégias de sonificação compartilham um terreno com potencial de ampliação das práticas musicais criativas. Parte dessas estratégias dão espaço para as propriedades musicais emergentes.

Dentro de um sistema socioecológico, a aplicação de modelos de síntese ou de processamento sonoro pode envolver processos determinísticos (usualmente descritos como escolhas composicionais) ou estratégias baseadas em contingências (que abrangem atividades exploratórias ou processos improvisatórios). Ao introduzir estratégias ecológicas de síntese e processamento sonoro - aliadas a contextos de improvisação - fomentam-se condições únicas para cada performance (no nível macro) e para cada evento (nos níveis meso e micro).

A introdução de diretrizes fornece uma base de organização para a atividade criativa [Aliel, 2017]. O processo de improvisação não adota regras rígidas. As regras são flexíveis para permitir a convivência com processos de improvisação. Por exemplo, uma regra pode exigir que todos os dispositivos usem recursos estocásticos para produzir som durante um minuto. Apesar de existir um limite para a duração da seção, não há como ter certeza do tempo de ocorrência de cada evento (quando os dispositivos serão acionados, quando eles serão desconectados, se devem ser posicionados juntos ou separados, etc.), nem pode-se prever o resultado sonoro final. A regra se aplica apenas no nível da macro-organização. Nesse contexto a improvisação permanece presente, mas é governada por uma força composicional persistente, aumentando a sustentabilidade e replicabilidade do resultado artístico.

*Interação leigo-músico.* A complexidade das relações entre a criatividade profissional e a criatividade cotidiana em atividades musicais envolvendo participantes com treinamento formal em música e sujeitos sem treinamento específico são evidenciadas nos estudos da interação leigo-músico (Ferreira et al., 2016; Keller, 2018). As estratégias adotadas no projeto *Demônio de Maxwell* contribuem para a integração da audiência e dos participantes casuais nas práticas ecológicas voltadas para a improvisação. No projeto TMD, a audiência foi integrada como agente do processo criativo através de propostas musicais abertas, da movimentação no espaço e dos recursos sonoros gerados com as ferramentas de síntese disponibilizadas.

*Transferência de conhecimentos.* Embora a criatividade musical seja tradicionalmente vinculada apenas a resultados sonoros obtidos por músicos profissionais, as abordagens ubimus destacam a relação íntima entre os recursos materiais e os processos cognitivos que conduzem a resultados criativos por parte de leigos (Brown et al., 2014; Lima et al. 2017). No entanto, o compartilhamento do conhecimento tácito ainda é uma das questões pendentes no suporte à criatividade musical. Os métodos acústico-instrumentais empregam sistemas de notação simbólica baseados no conhecimento explícito e na exposição extensiva a práticas instrumentais. As propostas musicais ubíquas aplicam estratégias oportunistas para viabilizar o uso de recursos materiais locais e o uso de conhecimentos extramusicais. Portanto, não exigem o desenvolvimento de habilidades focadas exclusivamente na performance musical e podem ampliar o leque de estratégias disponíveis para os participantes leigos. Tendo em vista essas demandas da interação leigo-músico, acreditamos que os resultados obtidos em TMD abrem novas perspectivas para o suporte de atividades musicais ubíquas.

## 7. Referências

- Aliel, L. (2017). *Ensaio sobre comprovações em ecologia sonora: Perspectivas práticas e teóricas*. Mestrado em Música São Paulo, SP: Universidade de São Paulo.
- Aliel, L., Keller, D. & Costa, R. (2018). The Maxwell Demon: a Proposal for Modeling in Ecological Synthesis in Art Practices. *Música Hodie* **18** (1), 103--116. (Doi: 10.5216/mh.v18i1.53575.)
- Aliel, L., Keller, D., Costa, R. . Comprovação Abordagens Desde a Heurística Estética em Eco-composição. In: SBCM - XV Simpósio Brasileiro de Computação Musical, 2015, Campinas/SP. SBCM - XV Simpósio Brasileiro de Computação Musical, 2015.
- Barreiro, D. L. & Keller, D. (2010). Composição com modelos sonoros: Fundamentos e aplicações eletroacústicas. In D. Keller & R. Budasz (eds.), *Musical creation and technologies: Interdisciplinary theory and practice* (pp. 97-126). Goiânia, GO: Editora ANPPOM. <http://www.anppom.com.br/editora/>
- Baudrillard, J , 1994 *Simulacra and Simulation* (University of Michigan Press, Ann Arbor, MI)
- Bhagwati, S. (2013). Towards interactive onscreen notations for improvisation in large ensembles. In *Sound & Score: Essays on Sound, Score and Notation* (pp. 143-177). Brussels: Leuven University Press.
- Brown, A. R., Stewart, D., Hansen, A. & Stewart, A. (2014). Making meaningful musical experiences accessible using the iPad. In D. Keller, V. Lazzarini & M. S.
- Pimenta (eds.), *Ubiquitous Music* (pp. 65-81). Heidelberg and Berlin: Springer International Publishing. (ISBN: 978-3-319-11151-3.)
- Burtner, M., Kemper, S. & Topper, D. (2012). Network Socio-Synthesis and Emergence in NOMADS. *Organised Sound* **17** (1), 45–55. (Doi: 10.1017/S1355771811000501.)
- Cardew, C. A Scratch Orchestra: Draft Constitution. *The Musical Times* 110 (1516), 617-619. 125th Anniversary Issue. 1969.
- Curran, A. and Teitelbaum, R. *Musica Elettronica Viva*. For MEV, program notes. New York: The Knitting Factory. <http://www.alvincurran.com/writings/mev.html>. 1989.
- Dudas, R. Comprovisation: The Various Facets of Composed Improvisation within Interactive Performance Systems, *Leonardo Music Journal* 20 p. 29-31. 2010.
- Ferreira, E., Keller, D. & Lima, M. H. (2016). Sonic sketches in ubiquitous music: Educational perspectives (Esboços sonoros em música ubíqua: Perspectivas educacionais). *Sonic Ideas* **8** (15), 12. <http://www.sonicideas.org/mag.php?vol=8&num=15&secc=nuevasacademias>
- Fujak, J. Comprovisación – Notas para la discusión sobre la validez del concepto, *Oro Molido* No. 33, Madrid, Spain. 2011.
- Hannan, M Interrogating Comprovisation as Practice-led Research, in *Speculation and Innovation: applying practice led research in the creative industries*, Brisbane: Queensland University of Technology,
- Iglesia, D. The Mobility is the Message: the Development and Uses of Mob Mu plat. In: PdCon16.NYC. 2016. <http://www.danieliglesia.com/mobmuplat/Iglesia aMobMuPlatPaper.pdf>
- Keller, D. (2000). Compositional processes from an ecological perspective. *Leonardo Music Journal* **10**, 55-60. (Doi: 10.1162/096112100570459.)

- Keller, D. (2014). Characterizing resources in ubimus research: Volatility and rivalry. In *Proceedings of the V Workshop in Ubiquitous Music (V UbiMus)*. Vitória, ES: Ubiquitous Music Group. Retrieved from <http://compmus.ime.usp.br/ubimus2014/>.
- Keller, D. (2018). Challenges for a second decade of ubimus research: Knowledge transfer in ubimus activities. *Música Hodie* **18** (1), 148--165. (Doi: 10.5216/mh.v18i1.53578.) Retrieved from <https://www.revistas.ufg.br/musica/article/download/53578/25698>.
- Keller, D., Barreiro, D. L., Queiroz, M. & Pimenta, M. S. (2010). Anchoring in ubiquitous musical activities. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2010)* (pp. 319-326). Ann Arbor, MI: MPublishing, University of Michigan Library.
- Keller, D., Capasso, A. & Tinajero, P. (2019). Knowledge transfer in ecologically grounded approaches to ubimus: InMesh 1.0. *Journal of New Music Research* **48** (4), 397-411. (Doi: 10.1080/09298215.2019.1642361.)
- Keller, D. & Lazzarini, V. (2017). Ecologically grounded creative practices in ubiquitous music. *Organised Sound* **22** (1), 61-72. (Doi: 10.1017/S1355771816000340.)
- Keller, D., Lazzarini, V. & Pimenta, M. S. (2014). *Ubiquitous Music, Vol. XXVIII*. Berlin and Heidelberg: Springer International Publishing. (ISBN: 978-3-319-11152-0.)
- Keller, D. & Lima, M. H. (2016). Supporting everyday creativity in ubiquitous music making. In P. Kostagiolas, K. Martzoukou & C. Lavranos (eds.), *Trends in Music Information Seeking, Behavior, and Retrieval for Creativity* (pp. 78-99). Vancouver, BC: IGI Global Press.
- Keller, D., Timoney, J., Costalonga, L., Capasso, A., Tinajero, P., Lazzarini, V., Pimenta, M. S., Lima, M. H. & Johann, M. (2014). Ecologically grounded multimodal design: The Palafito 1.0 study. In *Proceedings of the International Computer Music Conference (ICMC 2014)* (pp. 1677-1684). Ann Arbor, MI: MPublishing, University of Michigan Library.
- Lewis, G. E. (2000). Too many notes: computers, complexity and culture in Voyager. *Leonardo Music Journal* **10**, 33-39. (Doi: 10.1162/096112100570585.)
- Lima, M. H., Keller, D., Flores, L. V. & Ferreira, E. (2017). Ubiquitous music research: Everyday musical phenomena and their multidisciplinary implications for creativity and education. *Journal of Music, Technology and Education* **10** (1), 73-92. (Doi: 10.1386/jmte.10.1.73\_1.)
- Lima, M. H., Keller, D., Pimenta, M. S., Lazzarini, V. & Miletto, E. M. (2012). Creativity-centred design for ubiquitous musical activities: Two case studies. *Journal of Music, Technology and Education* **5** (2), 195-222. (Doi: 10.1386/jmte.5.2.195\_1.)
- Mannis, J. A. (2014). Processos cognitivos de percepção, análise e síntese atuando no processo criativo: Mímesis de mímesis. In *Anais do Encontro Nacional de Composição Musical de Londrina (EnCom 2014)*.
- Messina, M., Aliel, L. Ubiquitous Music, Gelassenheit and the Metaphysics of Presence: Hijacking the Live Score Piece Ntrallazu 4. In: 4th International Symposium on Computer Music Multidisciplinary Research (CMMR), 2019, Marselha. Proceedings of the 14th International Symposium on CMMR, 2019. v. v.1. p. 685-95.
- Puckette, M. Pure Data. Proceedings, International Computer Music Conference. (pp. 269-272.) San Francisco: International Computer Music Association. 1996.

Sibertin-Blanc, C., Théron, O. and Monteil, C., Mazzega, P.: Formal modeling of social- ecological systems. In: European Social Simulation Association Conference, Cemagref 2011.

Trueman, D. (2007). Why a laptop orchestra?. *Organised Sound* **12** (2), 171-179. (Doi: 10.1017/S135577180700180X.)