

## TRANSDUÇÃO E TECNOESTÉTICA: PROPOSIÇÕES PARA UMA FILOSOFIA DO AUDÍVEL\*

Danilo Rossetti\*\*

**Resumo:** Propomos um estudo da relação entre som acústico e percepção auditiva por uma abordagem que tangencia a psicoacústica, tendo como principal elemento a noção de transdução. Abordamos o problema da análise de alguns processos transdutivos no contexto da prática musical, suas analogias e inter-relações, como no gesto instrumental, na utilização de aparatos técnicos na realização da música mista, e na escuta. A hipótese apresentada assume que através do detalhamento desses processos e por uma visão baseada na tecnoestética poderá haver uma aproximação das relações entre os universos acústico e perceptivo no contexto musical. A tecnoestética considera a estética como uma categoria da ação a partir do estudo da formação de sistemas de ação que aproximam sujeito e objeto, englobando objetos técnicos, realidade estética e propagação energética. A partir dessas duas categorias, realizamos uma discussão sobre os processos criativos e performance da obra *Mikrophonie I*, para tam-tam e sons eletrônicos produzidos ao vivo, de Karlheinz Stockhausen, obra na qual existe a formação de sistemas de mútua interferência formados por grupos de músicos. Realizamos a análise desses processos e concluímos ressaltando as principais ideias desveladas por esta abordagem.

**Palavras-chave:** transdução, tecnoestética, música mista, gesto instrumental, percepção.

**Abstract:** We propose a study of the relationship between acoustic sound and auditory perception with an approach that slightly touches psychoacoustics, having as main element the notion of transduction. We discuss the problem of the analysis of few transductive processes in musical practice context, its analogies and inter-relations, such as in the instrumental gesture, in the utilization of technical apparatuses in mixed music realization, and in listening. The hypothesis presented assumes that from detailing these processes and from a vision based on techno-aesthetics, it may be possible to approximate the relationships between acoustic and perceptive universes in the musical context. The techno-aesthetics considers aesthetics as a category of action, studying the systems of actions that approximate subject and object, formed by technical objects, aesthetic reality and energetic propagation. Based on these two categories, we discuss the creative and performance processes of *Mikrophonie I*, for tam-tam and live electronics, by Karlheinz Stockhausen, work in which systems of mutual interference formed by groups of musicians are elaborated. We perform the analysis of these processes and conclude emphasizing the main ideas that come to light through this approach.

**Keywords:** transduction, techno-aesthetics, live electronic music, instrumental gesture, perception.

\* Artigo recebido em 15/07/2022. Aprovado em 08/05/2024.

\*\* Compositor e intérprete de música eletroacústica. É professor adjunto do Departamento de Artes e do Mestrado Profissional em Música da UFMT. Também é docente permanente do PPG em Música do IA-UNICAMP e líder do grupo de pesquisa “Criação, análise e performance musical com suporte computacional” (UFMT/CNPq). Realizou pesquisa de pós-doutorado NICS-UNICAMP com apoio da FAPESP. ORCID: 0000-0001-7690-8048; e-mail: d.a.a.rossetti@gmail.com.

## 1. INTRODUÇÃO

A relação entre o som acústico, onda mecânica acústica vibratória, e a percepção auditiva é objeto de estudo e aprofundamento de uma maneira sistemática dentro do campo da psicoacústica desde meados do século XIX (SEEBECK, 1841; HELMHOLTZ, 1954). A partir do século XX, essas questões foram abordadas por diferentes vertentes, de forma mais específica. Nesse período, são objeto de estudo, entre outros, as diferenças entre a emissão acústica e a percepção sonora em relação à percepção da altura, intensidade, durações, ritmos, além de outros fenômenos (TERHARDT, 1978. VASSILAKIS, 2001. SCHAEFFER; REIBEL, 2007. FASTL; ZWICKER, 2006).

Através do estudo dos fenômenos psicoacústicos, isto é, o estudo do sistema auditivo ao receber informações e processá-las pela relação quantitativa entre estímulos acústicos e sensações auditivas (FASTL; ZWICKER, 2006, p. 60), torna-se possível observar os pontos de contato e diferenças entre os universos acústico e perceptivo, como por exemplo nos fenômenos de mascaramento (BISTAFA, 2006, p. 65-66), bandas críticas (BISTAFA, 2005, p. 55. FASTL; ZWICKER, 2006, p. 149-150), *loudness* (BISTAFA, 2006, p. 54-55. FASTL; ZWICKER, 2006, p. 203), batimentos (BISTAFA, 2006, p. 66), rugosidade (VASSILAKIS, 2001), frequência fundamental (SCHAEFFER; REIBEL, 2007, p. 18), sons diferenciais (WINCKEL, 1967, p. 136), entre outros.

Muitos desses fenômenos psicoacústicos foram objeto de análise e exploração em composições musicais ao longo do século XX em obras de compositores(as) como Ligeti, Stockhausen, Schaeffer, Xenakis, Oliveros, Lucier, Grisey, Saariaho e muitos(as) outros(as). Tangenciando esta abordagem pelo viés da psicoacústica, propomos neste artigo uma abordagem distinta, através de uma problematização sobre uma possível analogia e inter-relações entre a propagação do som acústico e a percepção do som pelo mecanismo auditivo que converte esta energia para a forma, de impulso elétrico, pela noção de transdução. Nossa hipótese é que a partir do detalhamento dos processos transdutivos envolvidos nestas relações pode haver um aprofundamento das questões e relações entre o universo acústico-musical e perceptivo, envolvendo a emissão sonora decorrente de um gesto instrumental, a utilização de diversas tecnologias que transformaram o paradigma musical ao longo dos séculos XX e XXI, e a escuta.

A transdução é uma operação que se refere a transformações entre energias de naturezas distintas em meios diferentes. Esta operação é pensada como método por Gilbert Simondon (2020), além de ser aplicada ao desenvolvimento do princípio da individuação em diversos meios, como naturais, mentais e sociais (SIMONDON, 2010, 2020). Sua aplicação na reflexão de questões a respeito da música vem sendo realizada ao longo dos últimos anos no que tange a aspectos técnicos, seu solfejo e aspectos teóricos (PADOVANI, 2014, 2018), processos de composição musical, modulação e escuta (FERRAZ, 2014, 2018), estudos de processos transdutivos e modulação para geração de formas musicais em diferentes escalas temporais (ROSSETTI, 2016, 2017, 2018), questões sobre a imanência na performance (ASSIS, 2017), além de propostas artísticas de performance audiovisual (BOCCHIO, CASTELLANI, 2019).

Outra noção que trazemos para discussão dentro deste artigo é a tecnoestética, explicitada por Simondon em uma carta a Jacques Derrida, datada de 1982 (SIMONDON, 1998). A tecnoestética propõe uma visão conjunta entre técnica, incluindo os objetos técnicos e as forças que os atravessam, e estética, buscando uma maneira de união entre sujeito e objeto com a formação de sistemas de ações. Portanto, a tecnoestética desloca o pensamento estético para uma categoria da ação, e não da contemplação.

Como objetivo principal deste texto, aproximar as ideias de Simondon sobre transdução e tecnoestética do campo analítico-musicológico, a partir da análise de alguns aspectos de uma obra musical mista em que múltiplos processos de transdução se evidenciam como estruturais. A obra em questão, nos quais discutimos os processos de criação e performance, é *Mikrophonie I* (1964), de Karlheinz Stockhausen, para tam-tam e eletrônica ao vivo, uma das primeiras composições com a eletrônica em tempo real.

A partir dessas noções, propomos uma visão desta obra como um grande sistema em que há processos de emissão sonora, transformações, gesto instrumental, processamento sonoro e escuta. Todos esses processos formam uma unidade em acoplamento, com cada parte apresentando suas especificidades e processos transdutivos de naturezas diferentes, com todas se organizando em um processo de individuação em que o som toma forma dentro desta cadeia de elementos. A seguir, apresentamos a definição de transdução, e adentramos o universo musical apresentando alguns processos transdutivos que ocorrem no contexto musical.

A seguir, apresentamos algumas definições do conceito de transdução, aprofundando aplicações deste conceito nos seguintes aspectos: 1) no gesto instrumental e corpóreo; 2) na tecnologia musical e na música eletroacústica; e 3) na fisiologia da escuta. Depois, passamos pelas definições da tecnoestética e como este conceito pode ser pensado na análise de obras mistas. Logo após, trazemos algumas questões dos processos de composição e performance de *Mikrophonie I* e realizamos uma discussão sobre alguns pontos em que os conceitos de transdução e tecnoestética podem ser utilizados para um entendimento aprofundado desta obra. Por fim, concluímos buscando aproximar esta discussão com as ramificações do conceito de transdução e a relação entre som acústico, percepção e fenômenos psicoacústicos.

## 2. TRANSDUÇÃO

O termo transdução deriva do latim *trans* (além de) + *ductione* (ação de conduzir), e possui distintos significados em áreas do conhecimento diferentes. Na física, define o processo pelo qual uma energia se transforma em outra energia de natureza diferente. Na genética, transdução é o processo de reprodução no qual o DNA de uma bactéria é transferido para outra através de um vírus. Dentro da lógica, é um processo mental em que ocorre a passagem de um caso particular para outro caso particular por meio de uma analogia. Na fisiologia, a transdução é um processo em que um estímulo do ambiente que chega a um receptor sensorial se transforma em um potencial de ação. Na linguística, a transdução se dá pela transformação de um conjunto de regras gramaticais de uma língua para outra. Já nos domínios do aprendizado de máquina e da inteligência artificial, o tipo de aprendizado transdutivo difere dos aprendizados indutivos e dedutivos no sentido de que um algoritmo transdutivo não modela os dados de treinamento, mas os utiliza diretamente cada vez que uma previsão é requerida. Nestes casos, o modelo de estimação de um valor de uma função, em um ponto de interesse determinado, descreve um conceito de inferência específico: movendo-se de particular em particular.

No campo da filosofia, de acordo com Gilbert Simondon, a transdução tem caráter operatório e processual, podendo ocorrer em diferentes domínios e configurando-se como uma individuação em progresso. Ela ainda define o andamento da invenção, cujo método também é transdutivo. A seguir, apresentamos sua definição.

Por transdução, entendemos uma operação – física, biológica, mental, social – pela qual uma atividade se propaga de próximo em próximo no interior de um domínio. A transdução funda essa propagação sobre uma estruturação do domínio operada de lugar em lugar: cada região de estrutura constituída serve de princípio de constituição para a região seguinte, de modo que uma modificação se estende progressivamente, ao mesmo tempo que essa operação estruturante (SIMONDON, 2020a, p. 29).

Mais especificamente, a operação transdutiva aparece quando em um sistema há forma, informação e potencial. Neste sistema em que a transdução aparece como a resolução de um problema de forma organizadora, o tempo não é reversível. O campo, receptor da energia, deve estar em equilíbrio metaestável, abrigando uma energia potencial que é liberada pelo surgimento de uma nova estrutura que toma forma, em um processo de individuação (SIMONDON, 2020a, p. 574-575).

Importante mencionar que a informação se define especificamente como uma operação sobre algo que se apresenta em um sistema e produz uma transformação. A transdução é uma transferência gradual que ocorre de pouco a pouco em uma escala molecular, alimentada por uma energia que transforma o estado local e se espalha. Processos de amplificação transdutiva podem ser encontrados em diversos meios e sob diferentes condições, tendo como alguns exemplos a propagação do impulso nervoso, o efeito de cristalização em soluções sobressaturadas, modelos tecnológicos que possibilitam reações em cadeia, a propagação de um incêndio em uma floresta, ou estados psicossociais de medo ou inquietude (SIMONDON, 2010, p. 161-163).

Uma característica essencial da propagação transdutiva é a existência de um limite de acionamento, em que logo após uma mudança de estado é necessário um período de recuperação no qual nenhuma incidência de informação é eficaz. Esse tempo de recuperação é variável de acordo com os domínios em que a operação de transdução ocorre, podendo ser da ordem de um milésimo de segundo para uma fibra nervosa, ou tempos muito mais longos como semanas, meses ou anos para fenômenos psicossociais. Portanto, a eficácia da informação que se propaga por transdução requer tanto condições de estrutura como condições de incidência oportuna (SIMONDON, 2010, p. 164).

A seguir, trataremos de processos transdutivos ligados à prática musical, como ocorrem com gesto instrumental e corpóreo do(a) instrumentista, com a tecnologia ligada à música e na música eletroacústica, e com a escuta.

## **2.1 Processo de transdução no gesto instrumental e corpóreo**

Pierre Schaeffer nos apresenta a ideia de que é o gesto instrumental que induz a descoberta de uma forma sonora, reforçando a ideia da relação entre o fazer e o escutar (SCHAEFFER, 1966, p. 475). Por essa abordagem, objeto sonoro e evento energético coincidem no tempo configurando, na música, a unidade do gesto instrumental. A qualidade do gesto influencia o efeito musical produzido, no sentido de que o instrumento pode oferecer ao músico novos recursos, mas há em contrapartida determinismos em função da sua fabricação e ergonomia (SCHAEFFER, 1966, p. 683).

Schaeffer também nos apresenta a relação entre o objeto sonoro produzido acusticamente e o evento energético relacionado ao movimento gestual do(a) instrumentista que o produz. Este gestual é amplamente vasto e distinto no modo de tocar cada instrumento. Por exemplo, o piano toca-se sentado(a), sendo que a transição do grave para o agudo se dá da esquerda para a direita; na harpa, instrumento que também toca-se sentado(a), os graves estão distantes do corpo do(a) harpista enquanto os agudos mais próximos; no violoncelo e no contrabaixo, o grave está acima e o agudo está abaixo; no violino e na viola, o movimento é transversal, com os graves mais distantes do corpo do músico do que os agudos; no clarinete os graves estão abaixo e os agudos acima. Portanto, em relação à tessitura, cada instrumento requer um tipo específico de gesto corpóreo para que uma determinada altura seja tocada. Em relação à intensidade, é provavelmente unânime que um som mais forte requeira um gesto com mais energia para qualquer instrumento.

O processo de transdução que envolve o gesto musical ocorre a partir da transformação energética do movimento desencadeado pelo musicista, um tipo de energia cinética, que em um instante anterior é totalmente potência, e que resulta na produção de um som, uma morfologia sonora. O tipo de morfologia produzido depende do gesto realizado (e obviamente do instrumento utilizado) em relação a inúmeros parâmetros, sendo um deles a técnica empregada, da tradicional à estendida. A escrita musical de uma

partitura prevê, portanto, um processo transdutivo de execução em um instrumento musical, cujo movimento se traduz em som ou variação de pressão atmosférica.

Paulo de Assis, mencionando Brian Massumi, argumenta que o corpo não está apenas em processo de individuação permanente como resultado de um processo transdutivo, pois ele mesmo é um transdutor que faz parte de diversas cadeias transdutivas de eventos. Na música, o ato de compor ou interpretar tem o corpo como a principal interface ou transdutor entre inúmeros potenciais incompatíveis e a concretização acústica efetiva. O corpo do(a) intérprete é um corpo pronto para explodir, para iniciar um processo energético de descarga de tensões e intensidades somáticas. Signos, formas e forças não devem ser “interpretados”, mas organizados em um processo de transdução, remontados em uma relação vital em que o(a) artista se torna um experimentador(a). Uma vez em movimento, a captura de forças se prolonga, originando novas individuações, forças e texturas (ASSIS, 2017, p. 709-710).

Há uma diferença entre os processos de transdução dos organismos vivos e dos objetos técnicos, que se encontra no fato que nos organismos vivos este processo de individuação transdutiva acontece ininterruptamente (somente se encerra com a morte do indivíduo), enquanto os objetos técnicos têm seus processos transdutivos terminados. Referindo-se ao clássico exemplo de Simondon, Assis destaca que, após o molde, o tijolo para de se individuar e o processo de transdução termina. Em organismos vivos, por outro lado, a transdução nunca para, devido à sua necessária metaestabilidade ligada ao DNA, um germe estrutural permanente. Há ainda, nos seres vivos, processos de tomada de decisão cuja resolução é uma decisão, e não uma solução (ASSIS, 2017, p. 711).

## **2.2 Processos de transdução ligados à tecnologia musical e música eletroacústica**

No início do século XX, a combinação de quatro tecnologias proporcionou uma importante mudança de paradigma no universo sonoro: 1) gravação do som, 2) microfones, 3) sistemas de amplificação e reprodução do som, e 4) sistemas de comunicação e transmissão sonora (TRAUB, 2010, p. 24).

A gravação do som torna-se possível pela invenção do fonógrafo por Thomas Edison, em 1877. Com isso, é possível escutar um som gravado ou uma música em um espaço diferente daquele onde estes foram executados. Para a gravação sonora, são necessários um microfone e um suporte físico para que a gravação sonora seja registrada

e posteriormente reproduzida. No caso do fonógrafo, o suporte físico era um cilindro confeccionado em uma folha de estanho contendo sulcos onde a gravação era armazenada, e que eram lidos por uma agulha. Outros tipos de suporte físico para a gravação, dependendo do aparelho utilizado, podem ser o vinil, fita magnética (analógicos); CD, DVD, disco rígido ou nuvem (digitais).

Na gravação sonora, o processo de transdução ocorre pela captação e transformação da onda acústica manifestada pelas variações de pressão do ar em sinal elétrico pelo microfone. Logo após, este sinal é armazenado no suporte para posteriormente poder ser acessado e reproduzido. Na reprodução sonora, o processo de transdução ocorre quando o sinal elétrico é enviado a alto-falantes que o convertem para variação de pressão atmosférica, que são entendidas como som pelos aparelhos auditivos dos indivíduos. Os alto-falantes, portanto, funcionam de maneira inversa aos microfones, assim como o seu processo transdutivo.

Além da gravação, outra possibilidade muito importante foi a capacidade de transmissão do som entre diferentes ambientes ou espaços, por meio de sistemas de telecomunicações. A invenção do telefone é atribuída a Alexander Graham Bell, em 1875. Clément Adler desenvolveu o teatrofone, em 1881, um sistema de distribuição do áudio de conteúdo operístico e teatral por meio de linhas telefônicas, inicialmente da Ópera de Paris (THÉBERGE; DEVINE; EVERRETT, 2015, p. 5). Nessas transmissões, o processo de transdução estava na conversão do som acústico em sinal elétrico. Posteriormente, há a sua transmissão por longas distâncias pelas linhas telefônicas. Um fenômeno similar ocorre com a radiodifusão. Atualmente, com a internet, a transmissão audiovisual em tempo real é feita por meio de *streaming* digital, com grandes quantidades de dados e informação.

Schaeffer pontua que é realmente surpreendente a possibilidade de transformar um campo acústico de três dimensões (altura, largura e profundidade) em um sinal mecânico de uma dimensão através do cilindro de Edison, além de realizar a operação inversa para escuta de uma gravação. Ele adiciona que o grande salto de popularização e espalhamento das gravações ocorreu pelos meios de difusão sonora massiva, tais como a radiodifusão. Através da transmissão de gravações musicais pelo rádio ao menos duas possibilidades de pesquisa foram implementadas: a primeira, que buscava a reprodução integral do campo acústico em três dimensões, que levou ao desenvolvimento do padrão



*stereo*, e a segunda, em relação à captação do som, através de técnicas que visavam a reprodução com maior fidelidade dos campos acústicos captados e desenvolvimento de diferentes técnicas de microfonação (SCHAEFFER, 1966, p. 70-72).

A música eletroacústica, que surge em meados dos anos 1940 pelas correntes da música concreta (*musique concrète*) e, logo após, da música eletrônica (elektronische Musik), faz uso justamente destas tecnologias, principalmente da gravação e armazenamento de sons, já que ambas as realizações eram fixadas em suporte. Os experimentos da música concreta, que tem como percussores Pierre Schaeffer e Pierre Henry, eram realizados inicialmente no *Studio d'Essay* da Radiodifusão e Televisão Francesa (RTF), enquanto que os da música eletrônica aconteciam no estúdio para música eletrônica da Rádio de Colônia (WDR – *Westdeutscher Rundfund Köln*), evidenciando a estrita ligação, ao menos no início, entre esse gênero e suas correntes estéticas musicais com os estúdios de radiodifusão sonora.

### **2.3 Processo de transdução na fisiologia da escuta**

Sinais acústicos se propagam no ar por meio de ondas de pressão sonora e são captados pelo ouvido humano, que funciona como uma antena acústica que percebe estas variações. Nesse processo, estas ondas de pressão sonora se convertem em picos neurais no sistema auditivo periférico através de processos mecânicos e bioquímicos. As ondas de pressão sonora atingem a membrana timpânica no ouvido externo, causando vibrações que são transmitidas pelo ouvido médio para os fluidos da cóclea no ouvido interno (WANG; SHAMMA, 1995, p. 186).

A escuta nos seres humanos é definida nas cócleas, localizadas no ouvido interno de cada ouvido, por uma fileira de 3.500 células ciliares internas (CCI) e três fileiras de 12.000 células ciliares externas (CCE), que se distribuem ao longo da membrana basilar. As CCI formam sinapses com as fibras aferentes do nervo auditivo (que levam informações das células ciliares para o córtex auditivo), enquanto as CCE são descritas como órgãos finais do sistema eferente (que transmite informações do cérebro para a cóclea, em *feedback*). Essas fileiras são paralelas ao longo da membrana basilar, entre o seu ápice e sua base, transmitindo as frequências ressonantes de cada ponto da membrana. Células ciliadas de baixa frequência se situam no ápice da cóclea, e células ciliadas de alta frequência se localizam na base da cóclea (RUSSELL; KÖSSL, 1992, p. 317).

O fluxo de informação entre o ouvido interno e o cérebro ocorre através de cerca de 30.000 fibras nervosas auditivas aferentes, que diferem na banda das suas respostas frequenciais. A distribuição das frequências que acontece na membrana basilar é preservada nestas fibras no sentido de que a frequência característica de uma fibra é determinada pela parte da membrana basilar em que ela enerva uma CCI. As fibras nervosas tendem a manter relações espaciais entre elas, resultando em um arranjo sistemático de respostas frequenciais de acordo com a localização em todos os centros do cérebro. Este arranjo é chamado organização tonotópica (FASTL; ZWICKER, 2006, p. 58-59).

O processo de transdução no aparelho auditivo ocorre especificamente no órgão de Corti, localizado no ouvido interno. Este órgão tem a propriedade de transformar as oscilações mecânicas do ouvido interno em sinais elétricos que são processados pelo sistema nervoso. O órgão de Corti está assentado na membrana basilar, que está localizada em meio aquoso, denominado perilinfa, na qual ondas de pressão hidráulica se propagam e fazem vibrar esta membrana (BISTAFA, 2006, p. 37). Em linhas gerais, a membrana basilar funciona como uma analisadora de frequências que ressoa por similaridade as frequências presentes no som acústico percebido.

Na membrana basilar, ao ser estimulada por um som, há um estiramento dos estereocílios das CCE. Este estiramento abre canais de íons de potássio no interior destas células, penetrando e produzindo uma corrente elétrica, que as despolariza e provoca contração. O movimento dos estereocílios no sentido oposto fecha os canais dos íons, hiperpolarizando-os e causando relaxamento das células. Este movimento de contração e relaxamento das células ciliadas externas amplificam a vibração da membrana basilar, fenômeno conhecido como amplificação coclear, aumentando a sensibilidade da membrana basilar, reduzindo os limiares de audibilidade e melhorando a seletividade das frequências. No caso da presença de ruído de fundo, o cérebro pode enviar sinais elétricos às células ciliadas externas, em *feedback*, a fim de amplificar especificamente os sons de interesse, reduzindo a amplificação coclear. Por meio desta amplificação, os estereocílios das CCI estabelecem contato com a membrana tectorial, abrindo canais de íons de potássio em seu interior. Estas células não se movem e com a sua despolarização e hiperpolarização liberam neurotransmissores e codificam o som para impulsos elétricos que são transmitidos ao cérebro pelo nervo auditivo (BISTAFA, 2006, p. 43).

A partir destas informações sobre o funcionamento do aparelho auditivo, pode-se perceber sua elevada especificidade, em que a onda acústica se propaga do ouvido externo ao interno e, logo após, ao córtex auditivo por diferentes meios (aéreo e aquoso), e por diferentes formas de energia (mecânica e elétrica). Existem ainda mecanismos de amplificação, ressonância e *feedback* relacionados ao sistema criado, trazendo aos processos transdutivos encontrados uma grande complexidade. Portanto, nesse sistema há um acoplamento e isomorfismo entre a onda sonora e o aparelho que a identifica e interage com ela, recebendo a informação e transformando-a em impulso elétrico interpretado pelo córtex auditivo.

### 3. A TECNOESTÉTICA

Aqui abordaremos a noção da tecnoestética apresentada Simondon em uma carta a Jacques Derrida (1992). No nosso entendimento, podemos entender processos musicais de composição e performance a partir das bases da tecnoestética, com o intuito de revelar características singulares de cada obra, sua relação com os objetos técnicos empregados e a maneira conforme a qual a obra é realizada e transformada em som no momento de sua interpretação. Nesse sentido, há uma articulação entre a tecnoestética e os processos de transdução discutidos anteriormente, e estas noções serão empregadas na análise dos processos técnicos e estéticos empregados em uma obra. Para tanto, acreditamos que seja importante um aprofundamento em algumas passagens do *Mode d'existence des objets techniques*<sup>1</sup> (2012), em relação aos objetos técnicos e à realidade estética, que apresentamos a seguir.

O pensamento técnico está relacionado ao esquematismo das estruturas, fornecendo um modelo de inteligibilidade de seus elementos individualmente ou pelas suas combinações que constituem o todo. Para Simondon, a técnica é acima de tudo analítica, na medida em que o objeto técnico aparece como mediador entre o ser humano e o mundo, seu intermediário. Nesse sentido, o objeto técnico se destaca do mundo como figura e é portador de forma, buscando aplicá-la a um fundo que se destaca da figura (SIMONDON, 2020b, p. 257). O pensamento técnico traz, além dos meios de ação, uma

---

<sup>1</sup> Todos os trechos mencionados foram estudados inicialmente na obra em língua francesa. No entanto, as referências a esta obra no corpo do texto se referem à tradução brasileira em língua portuguesa.

relação entre ação e tecnicidade, bem como uma conscientização entre a ação realizada pelo ser humano e os resultados obtidos (SIMONDON, 2020b, p. 262).

O conhecimento das operações ligadas ao objeto técnico dá a possibilidade de sua reconstrução a partir da representação de seus elementos manipuláveis, que implicam em processos de abstração e generalização (SIMONDON, 2020b, p. 342). Seu caráter funcional está ligado a uma condição particular de sua concretização. O objeto técnico concretizado possui uma evolução e se aproxima do modo de existência dos objetos naturais (que são concretos desde o início), tendendo a uma coerência interna e ao isolamento do sistema de causas e efeitos que atuam em seu interior. Nesta evolução, o objeto técnico perde seu caráter artificial, no sentido de que o homem não precisa mais intervir para manter a existência deste objeto no mundo natural. Ele passa a existir independentemente da intervenção humana (SIMONDON, 2020b, p. 91-95).

O funcionamento operatório do objeto técnico pressupõe uma condição na base: a presença de um ato de invenção. A invenção não é apenas uma reação adaptativa e defensiva; ela é uma operação mental similar à ciência. Simondon argumenta que há uma paridade entre ciência e invenção técnica, ambas dependentes de um esquema mental que as organizam. É este esquema mental que permite o uso do objeto técnico de forma produtiva na indústria ou na ciência, em uma montagem experimental. Portanto, o pensamento técnico é da ordem da invenção e está ligado a processos de individuação na medida em que novas formas são produzidas (SIMONDON, 2020b, p. 358). Aqui, adicionamos que o pensamento técnico e a invenção também podem ser aplicados à arte e aos processos criativos ligados à sua realização, no sentido de estudar e analisar os esquemas e operações mentais deste processo.

Para Simondon, realidade estética não pode ser considerada propriamente nem como sujeito nem como objeto, ainda que haja uma objetividade dos elementos reais. Porém, a realidade estética não se destaca do homem e do mundo como o objeto técnico, já que ela não é nem uma ferramenta nem um instrumento. Ela pode ser a organização de uma realidade natural ou estar ligada ao ser humano, ou seja, sempre está inserida em uma realidade humana ou dentro do mundo. Na atividade técnica, por outro lado, seus objetos são destacados e aplicados ao mundo de forma abstrata ou violenta. Simondon afirma que há uma transição contínua entre o objeto técnico e o objeto estético pois existem objetos técnicos que possuem valor estético (SIMONDON, 2020b, p. 272-274),

e considera que o objeto estético é sujeito e objeto ao mesmo tempo. Isto porque o objeto estético interage com o sujeito ao colocá-lo em movimento e suscitar, ao mesmo tempo, uma participação e uma percepção, a primeira feita de gestos, e a segunda ao dar a estes gestos um suporte da realidade objetiva (SIMONDON, 2020b, p. 284).

O processo de individuação em que uma nova estrutura toma a sua forma é uma operação técnica, na qual o ser humano possui apenas uma visão exterior. A individuação ocorre no interior do sistema, no qual o material entra em ressonância interna pelos processos de transdução entre as moléculas, de próximo em próximo, assim como pelo processo de modulação que exerce uma força delimitadora que dá o molde ao objeto. O ser humano apenas participa desta operação preparando o material que tomará forma e também o molde que materializa a forma. O sistema constituído pelo molde e pelo material que permitem a condição da tomada de forma, ou seja, ele realiza a mediação do processo que se realiza por ele mesmo a partir das condições criadas. O conhecimento técnico consiste em saber o que acontece dentro do sistema e ter consciência das diferentes elaborações que podem acontecer neste processo. Para construir o objeto técnico, o ser humano precisa representar o seu funcionamento que coincide com a operação técnica, ou seja, a operação técnica prolonga seu funcionamento técnico da mesma maneira que o funcionamento técnico antecipa a operação. Portanto, na fabricação do objeto técnico é necessário conhecer os modos operatórios que podem ocorrer no sistema para se conhecer os possíveis resultados do processo (SIMONDON, 2020b, p. 353-354).

Tendo em vista as noções acima apresentadas, na carta a Derrida (1998), Simondon define a tecnoestética como uma categoria da ação e não da contemplação, um motor de estímulo que promove uma intuição do tipo perceptivo-motora e sensorial, no sentido de que o corpo do(a) operador(a) dá e recebe, ou seja, troca informações perceptivas e operatórias e interage com o objeto tecnoestético (SIMONDON, 1998, p. 256). A arte (neste caso especificamente a música) não seria apenas objeto de contemplação, mas também de ação, na medida que uma música para ser executada demanda diversos tipos de ações e gestos por parte dos musicistas. Um(a) compositor(a) realiza diversas ações dentro de seu percurso criativo, além da própria escuta, na nossa visão ser um processo ativo, intencional e também criativo.

Para Simondon, a estética, a princípio, pode ser atribuída a objetos, porém há também outra categoria que intervém nos processos tecnoestéticos, as forças que se tornam discerníveis, manipuláveis e possíveis de serem medidas por meio de objetos. Essas forças podem ser naturais e passam a ser percebidas por meio dos objetos técnicos pelos quais elas percorrem, atravessam, se propagam e são amplificadas. Nesse sentido, os objetos técnicos dão condições para as forças se propagarem e, ademais, participarem dos processos de geração de novas formas (SIMONDON, 1998, p. 261). Nestes processos, a técnica pode aparecer como um entrecruzamento de forças, que dão forma aos materiais e à estrutura.

Assim, a tecnoestética de Simondon trata de sistemas de ação e recepção em que o ser humano é operador, a partir de objetos que possuem uma dupla função técnica e estética. Por esses sistemas se propagam forças que informam os materiais e se tornam manipuláveis por meio dos objetos que as regulam, dando origem a novas formas e estruturas. Veremos a seguir como os processos transdutivos e a categoria da tecnoestética, que articula objetos técnicos, realidade estética e propagação energética, podem servir de base para uma discussão sobre procedimentos e práticas musicais em obras da música contemporânea experimental.

#### **4. *MIKROPHONIE I*, DE KARLHEINZ STOCKHAUSEN**

*Mikrophonie I* (1964), para tam-tam e eletrônica em tempo real, é uma das primeiras obras mistas de Karlheinz Stockhausen em que os sons eletrônicos são produzidos ao vivo, no momento da performance. Nesse sentido, é também um dos primeiros exemplos de composição no modelo de *live electronics*. A junção de performance instrumental acústica e música eletroacústica abre a possibilidade de discussões e problematizações em relação à tecnoestética e a processos transdutivos de diferentes ordens. De início, é importante salientar que o título desta obra não remete diretamente ao efeito acústico da microfonia, som resultante, muitas vezes incômodo, da retroalimentação entre microfone e alto-falantes, ainda que a sonoridade da obra muitas vezes remeta o(a) ouvinte a esta sensação. Como o próprio compositor esclarece, o título se refere ao “microfone”, que é tocado como um instrumento musical, e “fonia”, em

relação a um conjunto de sons (sinfonia) que são obtidos (STOCKHAUSEN, 2009, p. 73).

Esta relação entre o microfone e o instrumento, no caso um tam-tam de 1,5 m. de diâmetro, realmente abriu grandes possibilidades dentro desta composição. Stockhausen inicialmente experimentou diversos ataques diferentes com diferentes objetos (pedrinhas, canetas, chaves, etc.<sup>2</sup>) que resultavam em sonoridades que somente eram audíveis a uma distância muito próxima do instrumento, de até 10 ou 12 centímetros (STOCKHAUSEN, 2009, p. 72). A possibilidade para que estas sonoridades se tornassem audíveis em espaços maiores seria por meio da captação do som por um microfone próximo ao local do ataque no tam-tam, que fosse amplificada e difundida por um conjunto de alto-falantes.

Nesse ponto, Stockhausen pondera que a microfonia, título da peça, também se refere ao universo e ao processo microfônico, no nível espectral do som, em relação a frequências e tempo. Como mencionado, esse universo se torna acessível a diferentes ouvintes por meio do microfone, que deixa de ser apenas uma ferramenta de reprodução do som, para se tornar um instrumento musical ativo que influencia diretamente o tipo de som que se está captando. Stockhausen pondera que a partir da captação pode-se escutar uma polifonia dentro de cada som, uma sobreposição de ritmos, texturas e diferentes dinâmicas (STOCKHAUSEN, 2009, p. 74-75).

Schaeffer pondera, analogamente, que na música concreta o microfone passa a ser um instrumento musical. A materialização do som em forma de gravação leva a atenção da escuta ao objeto sonoro, e eleva a captação dos sons ao nível de uma verdadeira arte. No entanto, o microfone, como o microscópio e a câmera, aumenta e exagera a imagem do que é captado, funcionando como uma lente de aumento. Nesse sentido a técnica de sua utilização deve constantemente se adaptar à energia dos sons captados, regulando a sua entrada no sistema (SCHAEFFER, 1966, p. 76-88).

Portanto, além de percutir o tam-tam com diferentes objetos e com diferentes modos de ataque, ao mesmo tempo, os sons resultantes são captados por um microfone que está sempre sendo movimentando em diferentes direções. O som captado pelo microfone é a seguir enviado a um filtro, com variações da largura de banda do espectro

---

<sup>2</sup> Além desses materiais, Stockhausen utiliza colheres, copos, artigos de borracha, objetos de madeira e plástico, percutindo o tam-tam de diferentes maneiras, além de arranhá-lo e esfregá-lo.

de frequências, que é amplificado e enviado para os alto-falantes em configuração de quadrifonia. Há, na obra, a configuração de dois grupos de três músicos cada durante a performance, totalizando seis músicos. Um(a) deles(as) toca o tam-tam com os diferentes objetos, o segundo toca o microfone movimentando-o próximo aos ataques realizados pelo primeiro, e o terceiro opera o filtro e o potenciômetro, modulando o som gerado e captado e enviando-o aos alto-falantes (STOCKHAUSEN, 2009, p. 73-74).

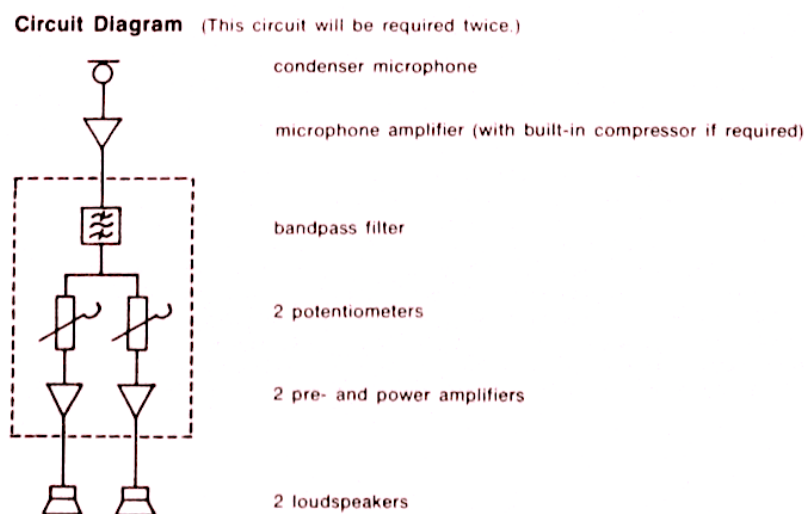


Fig. 1: Diagrama da captação do som à sua difusão em *Mikrophonie I* (STOCKHAUSEN, 1964, p. 10).

A indicação das ações dos seis músicos na partitura é feita de maneira gráfica, possibilitando uma grande variedade de interpretações em diferentes execuções. Isso ocorre por diferentes razões, sendo elas 1) questões técnicas do sistema de captação, modulação e amplificação operado por três músicos (em cada conjunto), 2) pelos materiais utilizados na percussão do tam-tam, e 3) pela forma da obra, modular, dividida em 33 momentos, que são unidades de forma independentes justapostos temporalmente, sendo que os momentos de *Mikrophonie I* podem ser organizados e diferentes sequências, desde que respeitando as regras de conexão entre eles.

Stockhausen utilizou a concepção formal baseada na forma momento (*Momentform*) em suas composições dos anos 1950 e 60, tais como *Kontakte*, *Momente*, *Stimmung*, além de *Mikrophonie I*. Em suas palavras, define a forma momento como “toda unidade de forma que possui um pensamento autônomo, com uma característica



peçoal e estritamente atribuível (...) podendo ser articulado e desenvolvido através da modificação de uma ou mais características” (STOCKHAUSEN, 1988, p. 111-112).

A partitura de *Mikrophonie I* apresenta três camadas gráficas, sendo a camada superior destinada para o(a) intérprete que toca o tam-tam, a camada do meio para o(a) intérprete que toca o microfone, e a camada inferior para o(a) intérprete que opera o filtro e o potenciômetro. Na partitura, o 1º intérprete tem três possibilidades de ataques no instrumento (sonoridades agudas, médias e graves); o 2º intérprete pode posicionar o microfone diretamente no local percutido, mais distante do ponto de ataque, ou indireto (o mais longe possível do local de ataque, mas próximo à superfície do tam-tam); e o 3º intérprete tem três opções de operação do filtro, deixando passar o registro agudo (entre 1.000 e 10.000 Hz.), o registro médio (entre 300 e 1.000 Hz.) ou o registro grave (entre 30 e 300 Hz.), além de controlar o nível do potenciômetro.

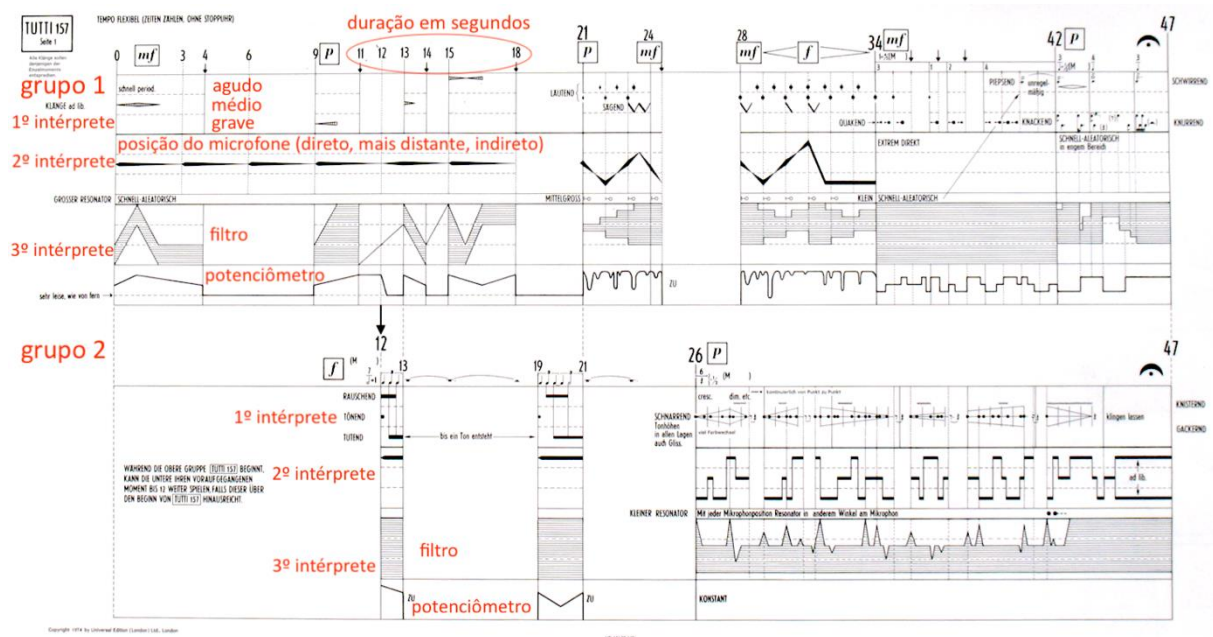


Fig. 2: Partitura de *Mikrophonie I*, Tutti 157 (STOCKHAUSEN, 1964, p. 17).

Na Figura 2 temos um exemplo da partitura de *Mikrophonie I*, referente ao momento *Tutti 157*, sendo *tutti* porque os dois grupos de três intérpretes tocam simultaneamente (grupos 1 e 2 nas partes superior e inferior da figura), e 157, em relação à duração total deste momento, em segundos. Em relação à notação das durações, ela é feita de maneira proporcional, com a duração em segundos anotada na parte superior das informações de cada grupo. As informações para os três intérpretes de cada grupo estão

organizadas de cima para baixo, assim como as três possibilidades de execução para cada um(a) deles(as), conforme mencionado anteriormente. É importante ressaltar que as informações da partitura funcionam como um guia de execução e, não são de forma alguma, fechadas em termos de possibilidades. Elas indicam uma ação a ser executada, porém o gesto instrumental, o gesto de captação do som pelos microfones, e a manipulação do filtro e do potenciômetro estão abertos a muitas possibilidades, que são amplificadas justamente pela combinação entre os(as) três intérpretes de cada grupo.

## **5. DISCUSSÃO ACERCA DOS MODOS DE TRANSDUÇÃO E DA TECNOESTÉTICA EM *MIKROPHONIE I***

Como apresentado, os processos de transdução na música podem ocorrer ao menos dentro de três modos: no gesto instrumental, na tecnologia musical e na escuta. Em *Mikrophonie I* temos as três possibilidades transdutivas ocorrendo simultaneamente, podendo ser entendidas como um único sistema.

A música pode ser pensada e interpretada com uma arte da técnica, neste caso relacionada à técnica de construção e execução de um instrumento, às técnicas de microfonação, ao circuito eletromagnético que o som captado atravessa, é modulado, amplificado e difundido pelos alto-falantes. Excluindo de nossa análise o estudo das técnicas de construção dos instrumentos musicais (luteria), restam as outras técnicas a serem comentadas. O gesto instrumental vislumbra uma forma sonora a ser gerada, produzida. O som é ideia na mente do músico que toca um instrumento. Essa ideia sonora se transfigura em gesto instrumental, energia cinética corpórea que leva à produção do som no instrumento. Há, neste caso, a transdução da energia cinética da ação do(a) instrumentista para energia mecânica da variação de pressão sonora que é entendida como fenômeno sonoro por nossos ouvidos, levando à materialização de um som com determinada morfologia, caracterizada por seu envelope sonoro.

No segundo estágio em *Mikrophonie I*, o gesto instrumental realizado por meio da percussão de objeto específico através de diferentes ataques em distintos locais no corpo do tam-tam, são captados pelo microfone que pode estar posicionado de três maneiras diferentes (diretamente diante do local atacado no instrumento, mais distante deste ponto, ou posicionado indiretamente, distante e sem mirar o ponto do ataque). Pela

captação do som instrumental começa o segundo processo transdutivo presente na obra, em que a energia mecânica do som acústico é convertida em sinal elétrico pela membrana transdutora do microfone, e passa a ser transmitida pelos cabos até o filtro e o potenciômetro operado pelo terceiro músico. Neste ponto, o som tem partes de seu espectro de frequências retirado, e outros ressaltados por meio de ressonâncias. Por fim, ele é amplificado e direcionado aos alto-falantes que fazem o processo inverso do microfone, convertendo o sinal elétrico processado em variações de pressão sonora.

A invenção na música mista em tempo real, que teve uma realização inovadora nesta obra por Stockhausen, nos anos 1960, está caracterizada pelas operações imaginadas e descritas na partitura junto com as orientações de manuseio dos objetos técnicos empregados no sistema. Entre estes objetos técnicos podemos enumerar o tam-tam e os objetos utilizados em sua percussão, os microfones e seu posicionamento, o filtro e o potenciômetro e sua manipulação. Todos estes objetos e seus operadores formam o sistema e produzem, manipulam e modulam o som nesta obra. Ainda que, como comentado, se compararmos diferentes performances desta obra, o resultado sonoro será bastante distinto entre si, o compositor e também os intérpretes atuam, cada qual à sua maneira, como operadores e reguladores do sistema, interferindo continuamente no resultado sonoro ao longo da obra. Sua forma perceptiva, resultado final da performance, é resultado das informações processadas, das ações realizadas que, antes dos gestos, eram potência imaginativa e criativa, e tornam-se invenção através da operação e manipulação dos objetos técnicos.

O sistema criado, que envolve os dois grupos de três músicos cada e os objetos técnicos operados, promove a individuação da forma sonora projetada nos alto-falantes e escutada pelo público. É um processo que envolve operações transdutivas de diferentes naturezas, além de uma modulação final pela operação do filtro e do potenciômetro, moldando a forma sonora escutada. O som que trafega em diferentes meios é força, energia, cuja forma é individuada ao longo processo. Ainda que os seres humanos operem os objetos técnicos do sistema de *Mikrophonie I*, em maior ou menor medida, estes não têm acesso às operações transdutivas em si que estão acontecendo, apesar de terem conhecimento aprofundado das possibilidades de suas possibilidades a ponto de preverem seu funcionamento e resultados, sem descartar os fenômenos sonoros emergentes que possam surgir ao longo da performance.

A escuta fecha este ciclo de processos de individuação e transdução. O ouvinte, em sua individualidade, pode ser o quarto agente deste ciclo, formado também pela cadeia dos três músicos que executam a peça. Se considerarmos a escuta como uma experiência própria de cada indivíduo, de acordo com a fisiologia do seu sistema auditivo, sua memória e bagagem cultural, poderia haver um tipo único de acoplamento para cada ouvinte da peça, individualmente, quando esta executada ao vivo. O aparelho auditivo do ouvinte, ao realizar os processos transdutivos que ocorrem na cóclea, transformando o som em forma de energia mecânica para impulso elétrico e enviando-o ao córtex auditivo, faz com que este torne-se um fenômeno consciente e passe a relacionar-se com outras informações cognitivas, como memórias e afecções.

A tecnoestética, tal como apresentada, traz elementos importantes para pensarmos a criação e a realização musical, podendo ser atribuída à música instrumental, mas especialmente à música mista que faz uso de aparatos tecnológicos. Em relação à música em geral, a tecnoestética promove um pensamento acerca do fenômeno musical não somente como objeto contemplativo, a ser observado, discutido e analisado como um objeto exterior ao sujeito que a contempla. Ao se colocar a tecnoestética como uma categoria da ação, parte-se do pressuposto que o indivíduo que contempla uma obra de arte a faz de maneira ativa, interagindo com ela.

A energia do gesto instrumental é captada pelo microfone e modulada por filtros e potenciômetros e projetada em alto-falantes, sendo posteriormente percebida por um ouvinte. A música, em seu caráter energético perpassa toda essa cadeia de objetos técnicos de diferentes naturezas, e é moldada e modulada por ela. A noção de tecnoestética aborda justamente este fenômeno com uma postura ativa de todos(as) os(as) agentes, sendo que o resultado sonoro se organiza na percepção do(a) ouvinte.

A ação musical nos parece mais óbvia quando nos referimos à ação de um(a) musicista que toca um instrumento, ou que opera objetos técnicos e eletrônicos em uma performance eletroacústica. Esta ação, como nos aponta Simondon, é de caráter perceptivo-motor-sensorial. Todos os agentes, os três músicos que operam o sistema no caso da obra de Stockhausen, operam dentro dessas características, pois suas ações interpretativas da obra são baseadas em suas percepções. Há um *feedback* ação-percepção constante, pois as ações de cada indivíduo interferem nas ações dos outros, assim como no resultado sonoro atingido.

Porém, a ação pode ser detectada também por parte do ouvinte que não necessariamente está realizando uma escuta passiva, apenas recebendo em seu aparelho auditivo os sons que lhe são enviados. A proposta de uma escuta ativa faz com que o ouvinte escute atentivamente e dirija sua atenção à performance musical, e interprete o que escuta de maneira criativa, reconstruindo a peça em sua mente, refletindo sobre sua forma, comparando trechos, padrões, similaridades, diferenças, continuidades, descontinuidades, saliências e pregnâncias, etc. Neste ponto podemos traçar similaridades entre essa escuta ativa e as teorias da escuta reduzida de Schaeffer (1996), escuta operatória de Horacio Vaggione (2010) e escuta profunda (*deep listening*) de Pauline Oliveros (2005).

Mesmo que falemos de objetos, tal como Schaeffer se refere aos objetos sonoros ou como Simondon se refere aos objetos técnicos que são construídos e arranjados em cadeias e sistemas pelos seres humanos, a unidade entre ação-sensação-percepção descrita pelas noções da tecnoestética se dá pelas forças que atravessam os sistemas construídos. Essas forças são os agentes transformadores dos processos transdutivos, que dão origem aos processos de individuação e geração de novas formas. A energia que se transforma por meio dos objetos técnicos e também nos organismos vivos é portadora de forma, traz nova informação que vai de encontro a um novo espaço que se individua.

Em *Mikrophonie I*, o gesto instrumental torna-se som, energia acústica perceptível. O microfone transforma a energia acústica em sinal elétrico, força que é manipulada, moldada, transformada pelos filtros e potenciômetros, que são objetos técnicos operados por um(a) intérprete. O processo de individuação ocorre ao longo de todo o sistema criado, pela energia que o percorre, pelos processos transdutivos e modulantes que acontecem ao longo dele. A transdução se dá pelo contato de próximo em próximo no nível espectral do som, microtemporal, enquanto o processo modulante ocorre em relação ao molde da forma perceptível, seu envelope dinâmico (ataque, ressonância, duração, extinção). A individuação, neste caso, é um processo técnico e estético resultado da concepção estética do som imaginado pelos(as) intérpretes e da técnica empregada para atingir esse resultado, constituindo um entrecruzamento de forças dentro do sistema que dão origem às morfologias sonoras finais.

Nesse sentido, a tecnoestética promove o acoplamento entre sujeito e objeto em que o tempo é irreversível, pois o tempo performance acontece em uma única direção,

ainda que haja repetições previstas. Mas podem também haver momentos de retroalimentação, em que a escuta de um gesto traz memórias de padrões anteriores que podem ser acessados novamente e reintroduzidos na peça, promovendo sobreposições temporais entre momentos presentes e passados. Há, portanto, a possibilidade de criação de uma densidade temporal e, por consequência, sonora no caso da música, densidade esta que pode ser construída e operada.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da hipótese apresentada, procuramos aproximar a emissão acústica da performance musical da percepção sonora através do detalhamento dos processos transdutivos envolvidos em ambas as partes. Por meio desta abordagem que busca aproximar de maneira análoga estes dois polos, pudemos trazer entendimentos sobre as especificidades de cada processo. Nessa proposta, analisamos os processos transdutivos presentes na emissão do som, em relação ao gesto instrumental e à tecnologia musical, e aqueles presentes na escuta, especificamente no ouvido interno pela transdução da energia mecânica em impulso elétrico na cóclea.

Complementarmente, a tecnoestética promove a junção dos processos transdutivos relacionados à emissão do som, suas transformações operadas pelos objetos técnicos e as forças que atravessam esses processos, e sua percepção por um(a) ouvinte, que não apenas contempla a obra musical como um objeto, mas realiza a ação de uma escuta atenta e direcionada. A percepção como ação junta sujeito e objeto em um mesmo sistema, que pode ser discutido pelo viés da tecnoestética, através de categorias como objetos técnicos, forças, percepção, escuta reduzida, processo de individuação, transduções e constituições de novas formas.

Objetivamos, por meio da utilização dos conceitos de transdução e tecnoestética na discussão da obra mista *Mikrophonie I*, aproximar estes conceitos do campo analítico-musicológico. De certa forma, acreditamos que seja possível estender este modelo de análise e discussão para outras obras mistas que envolvam a tecnologia em seus processos criativos, sempre ressaltando as especificidades e singularidades de cada obra em particular. Como futuras etapas desta pesquisa, pretende-se utilizar esta metodologia em novas abordagens analíticas e criativas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSIS, Paulo de. *Gilbert Simondon's 'Transduction' as Radical Immanence in Performance*. In: **Performance Philosophy**. v. 3, n. 3, 2017, p. 695-716.

BISTAFA, Sylvio. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. São Paulo: Blücher, 2006.

BOCCHIO, Alessandra; CASTELLANI, Felipe, M. *Transduções\_desdobramentos* (performance audiovisual), 2019. Disponível em <https://www.felipemerkercastellani.net/transducoes>. Acesso em 21 jul. 2024.

FASTL, Hugo; ZWICKER, Eberhard. **Psychoacoustics: Facts and Models**. 3ª Ed. Nova York: Springer, 2007.

FERRAZ, Silvio. *Rascunho: a presença do papel, da escuta e do tempo*. In: **Orfeu**, v. 5, n. 1, 2020, p. 230-259.

FERRAZ, Silvio. *Xie He: composição musical, modulação e ritornelo*. In: **Vórtex**, v. 2, n. 2, 2014, p. 19-31.

HELMHOLTZ, Hermann Von. **On the Sensations of the Tone**. Nova York, Dover, 1954.

OLIVEROS, Pauline. *Deep Listening: A Composer's Sound Practice*. Nova York: iUniverse, 2005.

PADOVANI, José Henrique. Acerca da transdução: princípios técnicos, aspectos teóricos e desdobramentos. Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música (24.). **Anais[...]**. São Paulo: IA-UNESP, 2014.

PADOVANI, José Henrique. *The solfège of technical objects: notes on the potential contribution of Gilbert Simondon to sound studies and arts*. In: **Interference**, vol. 6, 2018, p. 31-45.

ROSSETTI, Danilo. *Das imagens à criação de formas sonoras - Uma possível epistemologia dos processos de análise e composição com suporte computacional*. In: **Vórtex**, v. 6, n. 2, 2018, p. 1-27.

ROSSETTI, Danilo. O processo de geração da forma musical à luz da alagmática e da teoria da individuação de Simondon. Congresso da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Música (27.). **Anais[...]**. Campinas: IA-UNICAMP, 2017.

ROSSETTI, Danilo. **Processos microtemporais de criação sonora, percepção e modulação da forma: uma abordagem analítica e composicional**. Tese de Doutorado (Música). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2016.

RUSSELL, Ian. J.; KÖSSL, Manfred. *Sensory Transduction and Frequency Selectivity in the Basal Turno f the Guinea-Pig Cochlea*. In: **Philosophical Transactions: Biological Sciences**, v. 336, n. 1278, 1992, p. 317-324.

SCHAEFFER, Pierre. **Traité des objets musicaux: essai interdisciplines**. Paris: Seuil, 1966.

SCHAEFFER, Pierre; REIBEL, Guy. **Solfejo do objeto sonoro**. Trad. António de Sousa Dias. Paris: 2007.

SEEBECK, August. *Beobachtungen über einige Bedingungen der Entstehung von Tönen*. In: **Analen der Physik und Chemie**, v. 53, 1841, p. 417 - 436.

SIMONDON, Gilbert. **A Individuação à luz nas noções de forma e de informação**. São Paulo: Editora 34, 2020a.

SIMONDON, Gilbert. **Communication et information: cours et conférences**. Chatou : Les Éditions de la Transparence, 2010.

SIMONDON, Gilbert. **Do modo de existência dos objetos técnicos**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020b.

SIMONDON, Gilbert. **Du mode d'existence des objets techniques**. Paris: Aubier, 2012.

SIMONDON Gilbert. *Sobre a tecno-estética: carta a Jaques Derrida* (trad. Stella Senra). In: ARAÚJO, H. R. (Org.). **Tecnociência e cultura: ensaios sobre o tempo presente**. São Paulo: Estação Liberdade, 1998, p. 253-266.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Microfonia* [1971]. In: **Stockhausen sobre a música: palestras e entrevistas compiladas por Robin Maconie**. São Paulo: Madras, 2009, p. 71-78.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Mikrophonie I für Tamtam, 2 Mikrophone, 2 Filter und Regler (6 Spieler)*. Partitura. Londres: Universal Edition, 1964.

STOCKHAUSEN, Karlheinz. *Momentform: Nouvelles corrélations entre durée d'exécution, durée de l'œuvre et moment* [1960]. In: **Contrechamps n. 9 Karlheinz Stockhausen**. Paris: Éditions L'Age d'homme, 1989, pp. 101 - 120.

TERHARDT, Ernst. *Psychoacoustic Evaluation of Musical Sounds*. In: **Perception & Psychoacoustics**, v. 23, n. 6, p. 483-492, 1978.

THÉBERGE, Paul; DEVINE, Kyle; EVERETT, Tom. **Living Stereo: Histories and Cultures of Multichannel Sound**. Nova York: Bloomsbury, 2015.

TRAUB, Peter. **Spatial Exploration: Physical, Abstracted, and Hybrid Spaces as Compositional Parameters in Sound Art**. Tese de Doutorado (Filosofia). Universidade de Virginia, Virginia, 2010.

VAGGIONE, Horacio. *Représentations musicales numériques: temporalités, objets, contextes*. In: SOULEZ, Antonia; VAGGIONE, Horacio (Org.). **Manières de faire des sons**. Paris: L'Harmattan, 2010, 45-82.

VASSILAKIS, Pantelis. **Perceptual and Physical Properties of Amplitude Fluctuation and their Musical Significance**. Tese de Doutorado (Filosofia). Universidade da Califórnia, Los Angeles, 2001.

WANG, Kuansan; SHAMMA, Shihab. *Auditory Analysis of Spectro-temporal Information in Acoustic Signals*. In: **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, v. 14, 1995, p. 186-195.

WINCKEL, Fritz. **Music, Sound and Sensation**. Nova York: Dover, 1967.