

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA
MESTRADO EM MÚSICA

MARCELO AUGUSTO SENA RIBEIRO DE CAMPOS

FISICALIDADE E COGNIÇÃO INCORPORADA NA INTERAÇÃO COM
SINTETIZADORES

CURITIBA
2026

MARCELO AUGUSTO SENA RIBEIRO DE CAMPOS

FISICALIDADE E COGNIÇÃO INCORPORADA NA INTERAÇÃO COM
SINTETIZADORES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Música da Universidade Estadual do Paraná, linha de Música e Processos Criativos ou Música, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Música.

Orientador: Prof. Dr. Felipe de Almeida Ribeiro

CURITIBA

2026

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Bibliotecas da UNESPAR e
Núcleo de Tecnologia de Informação da UNESPAR, com Créditos para o ICMC/USP
e dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Campos, Marcelo Augusto Sena Ribeiro de
Fisicalidade e cognição incorporada na interação
com sintetizadores / Marcelo Augusto Sena Ribeiro
de Campos. -- Curitiba-PR, 2026.
95 f.: il.

Orientador: Felipe de Almeida Ribeiro.
Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação
Mestrado em Música) -- Universidade Estadual do
Paraná, 2026.

1. Cognição incorporada. 2. Escuta ativa. 3.
Pedagogia musical ativa. 4. Memória muscular. 5.
Sintetizador. I - Ribeiro, Felipe de Almeida
(orient). II - Título.



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ
CAMPUS DE CURITIBA I

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MÚSICA



TERMO DE APROVAÇÃO

Marcelo Augusto Sena Ribeiro de Campos

FISICALIDADE E COGNIÇÃO INCORPORADA NA INTERAÇÃO COM SINTETIZADORES

Dissertação apresentada e defendida como requisito para a obtenção do título de Mestre em Música no Programa de Pós-Graduação em Música da Universidade Estadual do Paraná.

Aprovada em 03 de agosto de 2026.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Felipe De Almeida Ribeiro

Presidente da banca | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ – UNESPAR

Prof. Dra. Rosane Cardoso De Araújo

Membro Externo | UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ - UFPR

Prof. Dr. Rael Bertarelli Gimenes Toffolo

Membro Externo | UNIVERSIDADE ESTADUAL DO PARANÁ – UNESPAR

A Ata de Defesa assinada pelos membros da Banca Examinadora encontra-se na documentação da Secretaria do PPGMUS-UNESPAR

Curitiba

2026

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer pelo empenho e cuidado das pessoas que estiveram em contato durante os dois anos de mestrado, que me incentivaram sempre e acreditaram no processo desta pesquisa. A minha mãe que tanto valorizou o estudo durante toda minha vida. Ao meu orientador que me ensina a ser professor e pesquisador. Por transparecer seu interesse genuíno pela matéria musical e por seu cuidado pedagógico que me impulsionou muito durante a pesquisa. E me fez perceber como um professor deve orientar com zelo. Um exímio orientador que tenho muito respeito e admiração. E por fim agradecer a Unespar pela recepção durante esses anos e pela bolsa concedida. A toda equipe da instituição, a todos que de alguma forma contribuíram para essa pesquisa, e a todos que acreditam no poder da música.

Agora o ardente desejo de entendê-la (música) me possui, e me conduz quase contra meus desejos, e dia e noite agradáveis melodias parecem soar em torno de mim. Portanto penso não ter mais razão para duvidar de minha propensão. Nem as dificuldades do trabalho me desencorajam, e espero que, com a ajuda da boa saúde, eu deva ser capaz de dominá-la. Certa vez ouvi um sábio dizer: O estudo, mais que uma tarefa, é um prazer.

Johann Joseph Fux

RESUMO

Este trabalho investiga a relação entre fisicalidade, cognição incorporada e interação com sintetizadores, compreendendo o fazer musical a partir da experiência com um dispositivo háptico-sonoro capaz de favorecer processos de escuta ativa, criatividade, aprendizagem e memória musical. Parte-se da premissa de que a experiência criativa com o sintetizador se constitui na interação contínua entre gesto, toque, escuta e produção sonora, estabelecendo um processo de retroalimentação no qual o músico age, percebe, escuta e modifica continuamente sua ação. Fundamentada nas perspectivas da cognição incorporada, da percepção háptica e da pedagogia musical ativa de Wuytack e Martenot, a pesquisa considera o corpo como parte integrante dos processos de percepção, interação, criação e retenção musical. Conceitos relacionados à cognição incorporada, como o toque ativo de Hayward, a exploração háptica e a memória incorporada de Novak, subsidiam a reflexão sobre a formação de padrões dinâmicos que orientam a ação musical em tempo real, em diálogo com as contribuições de Leman e Maes. De natureza qualitativa, exploratória e descritiva, a investigação busca compreender o papel do sintetizador enquanto ferramenta gestual no desenvolvimento da escuta ativa e de processos criativos. O problema de pesquisa consiste em compreender como a interação tátil e expressiva proporcionada pela operação do sintetizador contribui para a criatividade musical. Como objetivos específicos, pretende-se compreender de que maneira a interação motora contribui para a expressividade criativa e examinar as relações entre som, gesto, toque, escuta, timbre e memória durante a utilização do instrumento. A partir dessa perspectiva, o sintetizador é compreendido como um espaço de interação corporal, no qual o toque e os feedbacks sensoriais e sonoros participam ativamente da construção da experiência musical. Nesse processo, a interação entre gesto, escuta e resposta sonora contribui para a percepção timbrística, a formação da memória musical e o desenvolvimento de processos criativos, evidenciando a dimensão corporal e incorporada da experiência de tocar e criar com o instrumento.

Palavras chaves: cognição incorporada; escuta ativa; pedagogia musical ativa, memória muscular, educação musical; sintetizador.

ABSTRACT

This study investigates the relationship between physicality, embodied cognition, and interaction with synthesizers, approaching music-making through the experience of a haptic-sonic device capable of fostering processes of active listening, creativity, learning, and musical memory. It is based on the premise that the creative experience with a synthesizer is constituted through the continuous interaction among gesture, touch, listening, and sound production, establishing a feedback process in which the musician acts, perceives, listens, and continuously modifies their actions. Grounded in the perspectives of embodied cognition, haptic perception, and active music pedagogy Wuytack and Martenot, the study considers the body as an integral part of the processes of musical perception, interaction, creation, and retention. Concepts related to embodied cognition, such as active touch from Hayward, haptic exploration, and embodied memory, Novak, provide a foundation for reflecting on the formation of dynamic patterns that guide musical action in real time, in dialogue with the contributions of Leman and Maes. The research adopts a qualitative, exploratory, and descriptive approach and seeks to understand the role of the synthesizer as a gestural tool in the development of active listening and creative processes. The research problem is to understand how the tactile and expressive interaction afforded by operating a synthesizer contributes to musical creativity. The specific objectives are to understand how motor interaction contributes to creative expressiveness and to examine the relationships among sound, gesture, touch, listening, timbre, and memory during the use of the instrument. From this perspective, the synthesizer is understood as a space for bodily interaction, in which touch and sensory and sonic feedback actively participate in the construction of musical experience. In this process, the interaction among gesture, listening, and sonic response contributes to timbral perception, the formation of musical memory, and the development of creative processes, highlighting the embodied and bodily dimension of the experience of playing and creating with the instrument.

Keywords: embodied cognition; active music pedagogy; music education; muscle memory; synthesizer.

LISTA DE ABREVIATURAS E/OU SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
DAW	Digital Audio Workstation
EMBAP	Escola de Música e Belas Artes do Paraná
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MIDI	Music Digital Interface
NIME	New Interfaces for Musical Expression
OBL	Object-Based Learning
PWM	Pulse Width Modulation

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
2. O QUE CONFIGURA UM SINTETIZADOR.....	14
3. COGNIÇÃO INCORPORADA E A INTERFACE TÁTIL-SONORA.....	32
4. PESQUISA DE OPINIÃO.....	69
5. ANÁLISE REFLEXIVA SOBRE A PESQUISA.....	74
6. CONCLUSÃO.....	88
REFERÊNCIAS.....	91

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa parte da premissa de que a experiência criativa musical com o sintetizador ocorre por meio de sua manipulação tátil e auditiva, num processo de retroalimentação de escuta e corpo que incita e favorece o fazer musical. O trabalho estabelece uma conexão direta entre gesto (toque) e som, transformando a escuta e a criatividade em uma prática ativa e corporalizada, Novak (2020), Papetti (2018). Tal interação ativa múltiplos canais sensoriais (audição, visão, tato, memória e expressividade), promovendo a internalização da experiência musical por meio da formação de representações mentais duradouras, afetivamente marcadas e passíveis de reativação quando acionadas novamente, Novak (2020), Hayward (2018).

A interação física com o instrumento mobiliza diferentes modalidades sensoriais, como: a audição, a visão, o tato e a percepção do próprio movimento, Ribeiro, 2025. A manipulação dos controles, associada ao retorno sonoro produzido pelo instrumento, constitui uma experiência na qual o músico age, escuta, percebe e modifica sua ação de maneira contínua. Essa relação entre ação e percepção pode contribuir para a construção de representações mentais da experiência musical, bem como para processos de memória e reconhecimento de padrões que podem ser posteriormente reativados diante de situações semelhantes o que dialoga muito bem com a perspectiva da pedagogia musical ativa de Wuytack e Martenot.

Neste contexto, o toque ativo, Hayward (2018), se relaciona com o entendimento háptico, Novak (2020), através da interação tátil do sintetizador, o que consolida experiências motoras ou sensoriais-expressivas e interligam o som ao movimento. Assim, a investigação sugere como a fisicalidade dos sintetizadores condicionam, expandem a escuta, incitam possibilidades criativas no fazer musical e favorecem a construção de timbre por um viés tátil-cognitivo e os associa a pré-audição de Martenot, apud Fialho; Araldi, 2011. E assim gera contribuições para a área musical, no que concerne a criatividade e a fisicalidade, reflexões para o fazer musical que emanam da interação de um músico com o sintetizador.

Essa abordagem aproxima-se das perspectivas da cognição incorporada, segundo as quais os processos cognitivos não podem ser compreendidos de maneira dissociada do corpo, da ação e do ambiente no qual ocorrem. No contexto musical, essa perspectiva permite

considerar que percepção, movimento, gesto e produção sonora participam conjuntamente da experiência de fazer música. As contribuições de Leman e Maes (2014), nesse sentido, permitem compreender a relação entre corporeidade, movimento e expressão musical como parte integrante da atividade musical, deslocando a atenção de uma compreensão exclusivamente mental ou abstrata da música para uma experiência situada no corpo e na interação com o ambiente.

Sendo assim, a pesquisa entende que a fisicalidade e cognição incorporada na interação com sintetizadores, enquanto instrumento háptico-sonoro, catalisador de processos de escuta ativa, criatividade e memória musical. A investigação centra-se na interface tátil-sonora do sintetizador como um agente ativo no processo de desenvolvimento musical, explorando como a manipulação física dos seus controles e parâmetros influencia a escuta ativa, a cognição musical e o desenvolvimento da memória auditiva e motora.

O objeto é abordado a partir de uma perspectiva qualitativa, exploratória e descritiva, e fundamenta-se em teorias da cognição incorporada (*embodied cognition*), da aprendizagem háptica e da pedagogia musical ativa compreendendo o corpo como parte integrante do processo de percepção, interação, criação e retenção musical, Leman e Maes, 2014. A abordagem é mais integrada ao fazer musical que reconhece o corpo em protagonismo no processo criativo e técnico. O estudo se justifica pela necessidade de avançar na compreensão do papel do corpo e da percepção tátil relacionada à corporeidade no uso do sintetizador para o desenvolvimento de práticas musicais mais conscientes, criativas, técnicas e expressivas.

A questão central não faz referência sob qual é o sintetizador mais avançado ou tecnicamente eficiente, mas como a interação corporal com esse tipo de instrumento pode favorecer o surgimento de processos criativos singulares, processos que se constroem na interseção entre a escuta e o toque. Articulado à cognição incorporada, à aprendizagem háptica para o desenvolvimento da memória e da percepção timbrística no processo criativo do fazer musical.

A questão de pesquisa que orienta esta investigação: quais são os impactos na criatividade musical a partir da interação tátil e expressiva oriunda da operação do sintetizador? Com base nessa problemática, o objetivo geral busca compreender o papel do sintetizador como ferramenta gestual de uma escuta ativa e criatividade. Os objetivos específicos: a) compreender como a interação motora na operação do sintetizador contribui para a expressividade criativa; b) examinar como: som, gesto, toque, escuta, timbre e memória

se relacionam durante o uso do sintetizador. Este estudo, portanto, propõe a investigação do uso criativo do sintetizador a partir de sua interação corporal e tátil, entendendo o instrumento como um espaço de escuta ativa, gesto expressivo e relação sensível entre corpo, criatividade e som. Como o toque ativo e o feedback sensorial e sonoro influenciam a aprendizagem e a criatividade.

2. O QUE CONFIGURA UM SINTETIZADOR

O sintetizador desloca a performance para o âmbito da interação com circuitos eletrônicos, parâmetros de controle e interfaces táteis, e assim exige um tipo de escuta, ativa, crítica e analítica do músico, Ribeiro (2025). Em razão de dispor de funções que incitam a criatividade por um viés interativo, como um seletor da matéria musical e sonora. Um potencial escultor de sons em tempo real. O ato de esculpir timbres, a construção de *patches*, Ribeiro (2025), implica uma série de decisões técnicas e estéticas que colocam o músico diante de um processo composicional contínuo que vai além da escolha de notas. A prática com sintetizadores promove uma exploração sonora, sensível e intelectual fundamentada na escuta consciente e na manipulação criativa dos elementos constitutivos do som, tocar um sintetizador confere um aprendizado sobre a sonoridade da música, os timbres.

A produção tímbrica exige conhecimento da estrutura espectral dos sons, das propriedades acústicas das formas de onda e da relação entre parâmetros como frequência, amplitude, modulação e filtragem. A escuta não se limita à audição passiva ou contemplativa, mas torna-se um instrumento epistemológico: ouvir para entender, comparar, mapear, ajustar e criar, Papetti (2018). A escuta crítica, portanto, é posta como um componente central do processo de aprendizagem e produção musical com sintetizadores, favorecendo o desenvolvimento cognitivo, perceptivo e expressivo do indivíduo. Segundo Iazzetta (1997), as tecnologias musicais contemporâneas provocam uma inflexão na noção de gesto musical. O fazer musical, antes centrado na execução corporal e na interpretação de partituras, passa a incorporar gestos informacionais, processuais e interativos. O sintetizador, nesse panorama, não deve ser confundido com um teclado eletrônico convencional, ainda que possa conter teclas, pois seu funcionamento está voltado à síntese e à manipulação do som em nível primário relacionado ao timbre.

A superficial associação entre o sintetizador e o teclado muitas vezes resulta em uma subutilização do instrumento, na medida em que muitos usuários recorrem exclusivamente a presets, deixando de explorar a fundo o potencial criativo e experimental que a composição via síntese sonora oferece. Isso revela uma tensão atual entre a facilidade técnica proporcionada pela tecnologia e a necessidade de aprofundamento conceitual para sua utilização crítica e criativa. A introdução da função de memorização de timbres, *presets*, facilitou sobremaneira a performance e a produção musical em ambientes eletrônicos,

permitindo a rápida alternância de sons e a padronização de timbres em contextos de estúdio e palco. No entanto, essa funcionalidade, embora prática, contribuiu para um certo empobrecimento da relação do músico com o processo de criação tímbrica, Howe (1972).

A dependência excessiva de configurações pré-estabelecidas reduz a interação com os parâmetros de síntese e desestimula a escuta ativa e o pensamento composicional. Tal fenômeno chama atenção a uma problemática recorrente no uso de tecnologias musicais: a tensão entre comodidade funcional e aprofundamento criativo. Aprofundar o potencial exploratório do sintetizador implica resgatar seu uso enquanto ferramenta de criação, de pesquisa sonora e de formação estética. O uso criativo do sintetizador é desenvolvido com a escuta atrelada à relação de memória sobre a internalização do timbre através do gesto, Leman, Maes, 2014. Assim, ao usar um sintetizador traduz-se em movimentos corporais relacionados a uma escuta ativa e atenta. A escolha e manipulação dessas formas não é neutra: carrega consigo intenções estéticas, simbólicas e funcionais que influenciam diretamente a experiência sonora e a percepção musical.

Nesse sentido, o sintetizador pode ser compreendido como um instrumento-laboratório, um espaço de experimentação contínua em que o músico assume o papel de pesquisador. A analogia com o trabalho do luthier torna-se pertinente: assim como o construtor de instrumentos molda fisicamente o objeto sonoro, o usuário do sintetizador molda o som a partir de parâmetros técnicos, algoritmos e decisões composicionais, Ribeiro, 2018, p. 170. A criação de timbres, portanto, ultrapassa o domínio da execução e se insere no campo mais amplo da poética sonora e da reflexão estética.

O entendimento do sintetizador como uma extensão do pensamento musical, como um meio de concretização sonora de ideias composicionais e expressivas, é essencial para sua valorização enquanto instrumento criativo mediado pelo toque ativo, Hayward (2018). Através da reflexão crítica sobre o uso do sintetizador que exige mais do que um entendimento técnico de suas funções, mas demanda uma abordagem sobre seu entendimento criativo, além de uma postura crítica a respeito das implicações cognitivas que afetam o processo musical. O sintetizador, em razão de seu caráter tecnológico, Iazzetta (1997), oferece novas formas de escutar, compor e compreender o som, dentre as quais a relação entre o gesto e o mapeamento da espacialidade envolvida para delimitar parâmetros, refinar a escuta até chegar no timbre desejado. Esse processo estimula a consciência auditiva: para criar, é preciso ouvir com atenção, comparar, ajustar — ou seja, exercitar uma escuta crítica.

Mais do que a simples escolha da forma de onda, é a consciência sobre sua modulação e distorção — e o uso crítico desses processos na construção do timbre — que distingue a prática com sintetizadores das práticas instrumentais acústicas, Ribeiro, 2018,. Nesse ínterim, a escuta se torna um ato analítico e criativo, voltado à manipulação direta da matéria sonora em nível microscópico. Sendo assim, a construção do timbre em sintetizadores está intrinsecamente ligada à manipulação de gestos para a composição de formas de onda elementares, cuja dimensão de criatividade ocorre através do corpo e do ser (memória), Novak, 2020.

Nesse sentido há um valor musical e criativo que compreende o instrumento como uma extensão do pensamento musical, como um meio de explorar ativamente os processos criativos através da função motora do músico. Compor música, neste contexto, significa compor com o instrumento, contudo há caminhos do fazer musical a partir das capacidades de síntese de cada instrumento (Howe, 1972). Conforme Iazzetta (1997), as tecnologias provocam uma mudança de paradigma na experiência musical, o fazer musical deixa de ser exclusivamente um ato corporal no sentido da prática tradicional, e passa a envolver novos gestos, informacionais e interativos, algo que se extrai no manuseio do sintetizador. Esse cenário exige uma escuta e o pensamento crítico como eixos centrais do processo de aprendizagem.

A prática com sintetizadores traz a reflexão sobre a natureza do som enquanto fenômeno plástico, manipulável, e não apenas como resultado da vibração de corpos físicos. Essa transformação de paradigma insere-se naquilo que Pierre Schaeffer (1966) denominou de "escuta reduzida", em que o foco do ouvinte se desloca da fonte ou causa do som para suas qualidades intrínsecas. Ao lidar com síntese sonora, faz-se necessário desenvolver habilidades analíticas — compreender a estrutura dos sons, seus espectros, envelopes e comportamentos dinâmicos — ao mesmo tempo em que é instigado a experimentar e explorar criativamente os recursos do instrumento. A escuta, nesse processo, torna-se a principal ferramenta de avaliação e direcionamento das escolhas.

É preciso considerar que o sintetizador, por sua própria natureza, promove uma reconfiguração do fazer musical. No sintetizador, no entanto, o ato de "tocar" muitas vezes é indissociável do ato de "programar" — estruturar sonoridades, arquitetar comportamentos dinâmicos e modelar timbres em função de uma intenção sonora. Assim, o músico-sintetista torna-se também um programador de experiências sonoras, alguém que desenha trajetórias

auditivas e constrói significados por meio de processos eletroacústicos. Essa reconfiguração do gesto musical é ao mesmo tempo técnico e simbólico.

Nesse processo, torna-se evidente que a exploração timbrística vai além do mero design sonoro, e adquire uma dimensão composicional. A escolha de um determinado timbre, por exemplo, pode sugerir ou condicionar certos comportamentos musicais, inspirar estruturas rítmicas, delinear formas e até mesmo influenciar o conteúdo semântico de uma obra, Papetti (2018). Em muitos casos, o timbre é o ponto de partida para a composição, substituindo funções anteriormente atribuídas à melodia ou à harmonia, e nesta interação há um conteúdo que pode ocorrer de maneira inesperada.

Apesar de haver um conhecimento sobre o uso dos parâmetros, a experimentação de sons faz parte do sintetizador, e conforme a escolha dos parâmetros, o som gerado pode ser bem aleatório, e assim a sugestão do material sonoro surpreende o próprio compositor. Essa centralidade do som enquanto elemento construtivo da linguagem musical, Shapiro (2011), reforça a importância de uma abordagem crítica e reflexiva sobre os processos de síntese, especialmente em um momento histórico em que o som se tornou um objeto de manipulação.

Nas palavras de Robert Moog ao apresentar a introdução de seu artigo sobre, para o *Journal of Audio Engineering Society* em julho de 1965, em que o autor cita que seu equipamento (voltage-controlled modular - sintetizador modular) seria um sistema desenvolvido para a composição de música eletrônica. Um sistema com uma variedade de transdutores de controle projetados para produzir voltagens de controle proporcionais à posição, velocidade e força das mãos do músico, Moog, 1965, p.200.

A definição da palavra sintetizador como consta no dicionário, a qual tem seu significado como um instrumento musical eletrônico que gera e manipula sinais de áudio para criar sons, utilizando diversas técnicas de síntese subtrativa, aditiva e modulação de frequência. Em regra existem dois tipos, os sintetizadores analógicos com correntes elétricas ou os sintetizadores digitais, em que há a leitura de dados numa lógica binária, comum em todos os computadores. Há ainda os sintetizadores tidos como híbridos que são uma combinação do analógico e digital. É certo que os sintetizadores que apresentam qualidades táteis podem ser de qualquer espécie, tanto analógico quanto digital, basta que sua interface seja exteriorizada fisicamente.

Robert Moog, em seu artigo, Moog, 1965, reforça a ideia de que o sintetizador é um instrumento para ser manuseado, que sua característica ontológica, refere-se a ser um sistema,

e que seria constatado a partir da ligação das funções de geração e processamento de sinais às funções de controle por meio das voltagens de controle, restando que o manuseio das funções do sintetizador faz com que seu sistema de sinal de sinal seja afetado, e por consequência crie oscilações sonoras, timbres, Moog, 1965, p.200. O artefato de sistemas modulares descrito por Moog, trata-se justamente de um sintetizador, em razão de que cada sintetizador é, de fato, uma escolha de como elencar módulos para um determinado tipo de fluxo de sinal, resultando num formato de sintetizador, Moog, 1965, p.200.

O fluxo de sinal de um sintetizador pode ser entendido, desta forma, por modularidade e controle por tensão (Deutsch, 1976). Desde o primeiro sintetizador Moog em 1964, a música eletrônica foi baseada em dois princípios fundamentais: a modularidade e o controle por tensão (voltage control). A modularidade permite que o sintetizador não seja visto como um circuito fixo ou hermético, mas sim como um conjunto interconectado de módulos de circuitos mais simples. Cada um desses módulos, seja um oscilador, um amplificador ou um filtro, tem uma função específica e é fácil de entender individualmente, tornando o processo de criação sonora mais intuitivo.

O controle por tensão é a base de como esses módulos interagem. As tensões de controle são usadas para alterar o tom de um oscilador, ajustar o volume, modificar o timbre, ou até mesmo combinar todas essas funções simultaneamente. O músico ao tocar um sintetizador está essencialmente manipulando as tensões de controle, sendo o teclado um dos meios mais comuns para gerar essa energia. Essa relação direta entre a tensão de controle e a saída sonora do módulo (como tom, volume ou timbre) é o que define a flexibilidade e a expressividade do instrumento.

E neste ponto, faz-se necessário distinguir o sintetizador modular de um sintetizador pronto para o uso. A distinção reside justamente no fato de que o sintetizador modular é aberto no que tange o seu fluxo de sinal para que gere som. No modular o músico, primeiro, precisa se utilizar de cabos para entrelaçar módulos, gerando um sistema para que assim comece a esculpir o som, entretanto no sintetizador comum, não modular, o fluxo de sinal é fechado, não há a opção de cabear um sistema, o circuito eletrônico já está posto, ou melhor, seria um sistema pré-estabelecido pelo fabricante para o seu fluxo de sinal.

O sintetizador é composto por quatro módulos básicos, cada um com uma função específica: geradores de sinal, modificadores de sinal, controladores e mixadores. Ele funciona a partir de sinais elétricos que, ao serem processados por esses módulos, se

transformam em som audível, podem ser monofônicos e polifônicos. O gerador de sinal é o ponto de partida desse processo, embora muitas vezes seja chamado incorretamente de "gerador de som", (Deutsch, 1976). A organização e o fluxo desses sinais dentro do sintetizador quando não forem modulares.

Ocorre, por último, os chamados sintetizadores semi-modulares, em que há algumas possibilidades para que se trace um fluxo de sinal, as opções também ficam a ser definidas pelo fabricante para o modelo de cada sintetizador. Por mais que haja a necessidade de cabeamento de fluxo de sinal ou não, o sintetizador sempre será alvo do manuseio humano para que seja operante, para que gere música, e esta operação ocorrerá a partir da interação motora associada a uma escuta atenta para a qualidade de timbre a ser desenvolvido.

O sintetizador possui diversas funções, e uma destas seria a capacidade de escolher timbres já programados ou salvos para o uso, *presets*, seria uma função mais moderna, quando se pensa na origem do sintetizador, que passou a existir a partir de uma memória digital instalada nos sintetizadores. Os presets surgiram mais amplamente nos sintetizadores dos anos 1980, um exemplo seria o sintetizador *DX7* da companhia japonesa *Yamaha*. Conhecido por ser o primeiro sintetizador digital a ser bem sucedido comercialmente que continha muitos botões de *preset* em seu painel.

A prática com sintetizadores favorece o desenvolvimento da escuta e da interação mecânica sensorial. A construção de timbres — *patches* — estimula o pensamento composicional e a experimentação estética, o trabalho do *sound-designer* que cria sonoridades próprias e reflete sobre o impacto estético de suas escolhas. Esse processo estimula a consciência auditiva: para criar, é preciso ouvir com atenção, comparar, ajustar — ou seja, exercitar uma escuta crítica.

A possibilidade de recapitular dados de timbres - *presets* - de forma instantânea, fez com que muitas companhias optassem pelo implemento desta função em equipamentos, algo que ainda é utilizado atualmente. Contudo, verifica-se que a função de relembrar timbres a qualquer momento fez com que muitos músicos deixassem de explorar o sintetizador da forma, tal qual, o instrumento foi projetado. Afinal o sintetizador não é um teclado, pode conter um jogo de teclas com uma, duas ou mais oitavas ou mesmo nenhuma, haja vista que o sintetizador é essencialmente um aparato para o desenvolvimento de timbres.

O sintetizador surge como uma forma de ampliação de horizontes musicais, com o avanço das tecnologias, o surgimento do *Musical Instrument Digital Interface (MIDI)* trouxe,

por exemplo a capacidade de sincronizar diversos sintetizadores ao mesmo tempo e integrar instrumentos eletrônicos com computadores e de relembrar os *presets*, além de tocar, torna-se possível programar performances, controlar timbres com precisão. Um avanço tecnológico que favorece a fisicalidade do sintetizador, e sua interação motora foi o implemento do *MIDI* que fez com que os parâmetros do sintetizador pudessem ser mapeados e disparados por controladores ou computadores, de um sintetizador a outro, e por este viés expandiu a fisicalidade e a espacialidade dos sintetizadores para mais interfaces.

O sintetizador passou do *hardware* para o *software*, se democratizou e começou a integrar diversos computadores como *plugins* de *Digital Audio Workstation (DAW)*, o que foi um avanço, mas por algum aspecto fez com que a fisicalidade do equipamento fosse em parte substituída pelo uso de *mouse* e tela do computador. Este estudo visa contemplar o uso do sintetizador dentro de sua fisicalidade, portanto o sintetizador enquanto *hardware*. O sintetizador trata-se, em essência, de um desenvolvedor de timbre, portanto é importante recapitular o que a produção musical entende por timbre. O conceito de timbre, conforme discutido por Ribeiro, ultrapassa uma definição estritamente técnica e incorpora dimensões que relacionam parâmetros do som com espectro sonoro num envelope temporal, ou seja ações corporais e resultados sonoros (Ribeiro, 2025, p. 60).

Podemos agora trabalhar com a definição clássica de timbre: um som complexo (flauta, clarinete, voz humana, canto de um pássaro etc.) é uma sonoridade que pode ser decomposta em vários componentes, cada um com sua própria frequência, amplitude, duração e fase. Essa constatação foi feita por Hermann von Helmholtz (1954) em seu livro *Die Lehre von den Tonempfindungen* (1895), que pode ser traduzido como *O ensino das sensações sonoras*. Durante o século XX, o entendimento de timbre se expandiu, incorporando novos fatores à sua definição. Essencialmente, manteve-se o entendimento de Helmholtz, mas a definição moderna de timbre passou a considerar o envelope temporal do som como um todo, além dos parâmetros já mencionados. Dentro desse envelope temporal, reconheceu-se que o conteúdo espectral do som muda ao longo do tempo. Por exemplo, o timbre de um trompete em pianíssimo é diferente do timbre do mesmo trompete em fortíssimo, mesmo que ambos produzam a mesma nota fundamental. Falar de timbre, portanto, passou a depender de uma perspectiva dinâmica.

Pode-se compreender o timbre, a partir do trecho apresentado, como uma qualidade sonora que se manifesta em sons complexos, isto é, aqueles que podem ser decompostos em múltiplos componentes com diferentes frequências, amplitudes, durações e fases. Essa definição remonta aos estudos de Hermann von Helmholtz, que estabeleceu as bases para a

compreensão do timbre como elemento distintivo entre sons, mesmo quando compartilham a mesma altura (Helmholtz, 1954 apud Ribeiro, 2025, p. 60).

Entretanto essa compreensão do timbre como um fenômeno intrinsecamente complexo, constituído por múltiplos componentes espectrais que interagem entre si em níveis de amplitude e fase. No cotidiano sonoro, raramente se encontram sons puros, sendo predominantes aqueles formados por uma grande quantidade de frequências simultâneas. Nesse sentido, “a distribuição de energia ao longo da frequência é um dos principais determinantes da qualidade de um som ou de seu timbre” (Moore, 2007, p. 483, tradução nossa). O timbre não está associado a um único parâmetro isolado, mas sim à organização global do espectro sonoro, permitindo que o ouvinte diferencie sons que compartilham altura e intensidade.

A capacidade de distinção pressupõe o papel perceptivo do timbre como um dos principais elementos de reconhecimento sonoro. Entretanto, essa definição espectral não esgota a complexidade do fenômeno tímbrico. Conforme destaca Moore, o timbre também depende de variações ao longo do tempo, o que inclui aspectos como ataque, sustentação e decaimento do som (Moore, 2007, p. 483). Ainda que seja possível adotar uma definição mais restrita para sons estáveis — nos quais o timbre depende principalmente das magnitudes relativas dos parciais —, a experiência auditiva real envolve transformações dinâmicas contínuas.

O timbre deve ser compreendido como uma dimensão multidimensional, “não havendo uma única escala ao longo da qual diferentes timbres possam ser comparados ou ordenados” (Moore, 2007, p. 483, tradução nossa). Essa característica implica a necessidade de abordagens analíticas que considerem os descritores perceptivos como brilho ou aspereza, frequentemente associados ao centróide espectral. Essa noção de timbre passou a incorporar o envelope temporal do som como um todo. Isso significa que o timbre não depende apenas de seus componentes espectrais isolados, mas também da maneira como esses componentes se organizam e se transformam ao longo do tempo (Ribeiro, 2025, p. 60). Nesse sentido, reconhece-se que o conteúdo espectral de um som é dinâmico, variando durante sua emissão.

Um exemplo disso é a diferença de timbre em um mesmo instrumento quando executado em intensidades distintas, como no caso do trompete em pianíssimo e em fortíssimo, que, embora produzam a mesma nota fundamental, apresentam qualidades sonoras diferentes (Ribeiro, 2025, p. 60). O timbre passa a ser entendido a partir de uma perspectiva

dinâmica, na qual sua identidade sonora resulta de sua evolução temporal que escapa o entendimento teórico que pode ser verificado através de um mapeamento harmônico, melódico ou modal: “Se não é melodia e nem acorde, necessitamos de uma nova terminologia. Começa-se a falar em timbres, em que há uma amplitude relativa para cada harmônico contribuindo para a percepção geral do som”. (Ribeiro, 2025, p. 59).

Essa afirmação reforça a ideia de que o timbre está entrelaçado à percepção musical e se relaciona ativamente no fazer musical com nuances dinâmicas do envelope temporal, atuando como um elemento central na criatividade musical. Cada harmônico, com sua intensidade relativa, participa ativamente da construção da sonoridade percebida, deslocando o foco da música de estruturas lineares ou verticais para uma escuta voltada à qualidade do som em si. Assim, o timbre consolida-se como uma dimensão autônoma e fundamental, capaz de estruturar a experiência musical a partir de suas variações internas e de sua riqueza espectral.

Nesse sentido, compreende-se que a percepção do timbre envolve um processo interpretativo complexo por parte do sistema auditivo. Ainda que seja possível analisar o espectro sonoro por meio da identificação da frequência fundamental e de seus harmônicos, a experiência auditiva resultante não é uma simples soma desses componentes. Como aponta Everest, “o timbre é determinado pelo número e pelas intensidades relativas dos parciais” (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa), mas essa determinação não se traduz de maneira linear na percepção humana. Fatores como intensidade sonora, posição do ouvinte no espaço e características acústicas do ambiente influenciam significativamente a forma como o timbre é percebido.

Assim, a escuta revela-se como um fenômeno situado e variável, no qual o mesmo som pode adquirir qualidades distintas conforme o contexto. Essa variabilidade reforça a ideia de que o timbre ultrapassa sua dimensão física mensurável, consolidando-se como uma construção perceptiva que articula aspectos espectrais, espaciais e psicoacústicos, tornando-se, portanto, um elemento instável e profundamente dependente das condições de escuta.

A relação entre timbre e espaço acústico denota a complexidade de sua percepção. Em um ambiente como uma sala de concertos, o som emitido por um instrumento sofre múltiplas reflexões nas superfícies ao redor, alterando não apenas sua intensidade, mas também as relações de fase e a distribuição espectral percebida pelo ouvinte. O timbre experimentado

não corresponde exclusivamente ao som direto produzido pela fonte, mas a uma soma de contribuições diretas e refletidas que variam conforme a posição no espaço.

Conforme destaca Everest, a única maneira de investigar tais variações é por meio da análise dos espectros sonoros em diferentes pontos do ambiente (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa). Ainda assim, essas medições permanecem no campo físico, não sendo capazes de apreender integralmente a experiência subjetiva do ouvinte, o que reforça o caráter elusivo do timbre enquanto fenômeno perceptivo.

Ao transpor essa discussão para o universo dos sintetizadores, verifica-se que geração de timbres está diretamente ligada ao controle do espectro sonoro e de sua evolução no tempo, característica subjetiva que depende do contexto e abre possibilidades significativas para a criação musical, a experiência da síntese sonora é sobretudo um ambiente de qualidade timbrística. Diferentemente dos instrumentos acústicos, nos quais os parciais resultam de propriedades físicas específicas do material e do modo de excitação, os sintetizadores permitem a construção deliberada desses componentes por meio de osciladores, filtros e moduladores.

Ainda assim, mesmo com esse controle preciso, a percepção do timbre resultante permanece sujeita às mesmas variáveis subjetivas discutidas anteriormente. Como aponta Everest, “o timbre é determinado pelo número e pelas intensidades relativas dos parciais” (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa), mas, no contexto da síntese sonora, essa determinação passa a ser manipulável em nível microscópico, permitindo ao músico esculpir o espectro de maneira intencional. Contudo, a escuta final desse timbre não depende apenas de sua programação, mas também da forma como ele é reproduzido e percebido em determinado contexto. Nesse sentido, a escuta, o toque que se relaciona com a interface e o ambiente desempenham um papel fundamental na experiência tímbrica dos sons sintetizados.

Um mesmo patch pode soar drasticamente diferente quando reproduzido em fones de ouvido, monitores de estúdio ou sistemas de som em grandes espaços, devido às variações na resposta em frequência, na espacialização e nas reflexões acústicas do ambiente. Assim como ocorre com instrumentos acústicos, o timbre sintetizado também é afetado pelas condições de propagação do som, o que reforça a ideia de que sua identidade não é fixa, mas relacional.

Conforme observado por Everest, a análise espectral pode descrever as características físicas do som, mas não esgota sua percepção (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa). O trabalho com sintetizadores exige o domínio técnico dos parâmetros de síntese, mas também

uma escuta crítica e contextualizada, capaz de considerar o ambiente como parte integrante do processo de construção e recepção do timbre.

A manipulação tímbrica em sintetizadores não se restringe ao domínio espectral estático, mas envolve também transformações ao longo do tempo, como variações de ataque, sustentação e decaimento, bem como modulações periódicas e não periódicas. Mudanças dinâmicas que afetam diretamente a percepção do timbre, ampliando suas possibilidades expressivas. Conforme aponta Moore, o timbre não depende apenas do espectro, mas também de suas flutuações temporais (Moore, 2007, p. 483, tradução nossa), o que, no contexto dos sintetizadores, se traduz no uso de LFOs, envelopes e automações como elementos fundamentais na construção sonora. A manipulação do timbre em síntese revela-se como um processo integrado, no qual espectro e tempo se articulam continuamente, permitindo ao compositor explorar uma ampla gama de qualidades sonoras.

A síntese subtrativa ocorre a partir de um som gerado por um oscilador que manipula-se por filtros e envelopes, contudo a música sintetizada passa a ser mais humanizada ao conhecer a história de sua invenção e como relaciona-se com o *Vocoder*. O desenvolvimento do *vocoder* indica como a voz humana serviu de modelo estruturante para a codificação e manipulação do timbre em sistemas de síntese. Ao assumir a fala como referência, o processo parte da decomposição do sinal em sub-bandas, cujos envelopes são extraídos e utilizados como parâmetros de controle. Como descreve Cook, “os envelopes detectados servem como sinais de controle para um banco de filtros de síntese” (Cook, 2007, p. 540, tradução nossa), indicando que características essenciais da voz — como articulação e variação de energia ao longo do espectro — podem ser convertidas em dados manipuláveis.

O timbre vocal é reduzido a um conjunto de informações paramétricas que preservam sua inteligibilidade, ao mesmo tempo em que permitem sua reconstrução em outros contextos sonoros, sendo o ponto de partida para tecnologias futuras como o sintetizador. Conforme descrito por Cook, a síntese subtrativa estabelece uma relação direta entre a manipulação espectral e a construção do timbre, partindo de fontes sonoras complexas que são posteriormente moldadas por filtros.

Nesse processo, “a síntese subtrativa utiliza uma forma de onda complexa [...] para excitar filtros de modelagem espectral” (Cook, 2007, p. 539, tradução nossa), apontando que o timbre não é apenas gerado, mas esculpido a partir da remoção e atenuação de componentes espectrais. Essa abordagem reforça a ideia de que o timbre resulta da distribuição de energia

entre os parciais, sendo possível transformá-lo por meio de operações que organizam essa distribuição. Assim, o sintetizador atua como um instrumento de filtragem e modelagem, no qual o controle sobre frequências específicas permite a criação de identidades sonoras distintas a partir de uma mesma fonte inicial.

O timbre dentro do envelope temporal relaciona-se ao espectro sonoro — ou seja, ao conjunto de harmônicos que acompanham o som fundamental e suas respectivas amplitudes. As formas de onda, para citar algumas, senoidal, quadrada, triangular e dente de serra podem ser geradas pela maioria dos sintetizadores através de osciladores, servindo como ponto de partida para a construção tímbrica, mas há infinitas possibilidades de combinações de ondas e tipos de síntese, mas o que interessa nesta pesquisa é a qualidade de interagir com a interface e traçar um mapa de construção dos timbres seja qual for o tipo de sintetizador, (Ribeiro, 2025, p. 89):

O VCO (Voltage-Controlled Oscillator), ou oscilador controlado por tensão, é considerado o coração de um sintetizador, pois é o módulo responsável por produzir sons de altura definida (frequências periódicas), de forma semelhante ao que ocorre em uma corda vibrante de um violão, por exemplo. Luís Henrique (2002, p. 723) afirma que “os primeiros sintetizadores analógicos usavam osciladores controlados por tensão (...)”. Por sua vez, Robert Moog define o oscilador como um módulo que “(...) produz um sinal eletrônico que se repete regularmente entre 20 e 20.000 vezes por segundo, no qual percebemos como altura definida. (...) Um oscilador controlado por tensão produz uma altura definida cuja frequência pode ser alterada rapidamente ao se mudar a tensão” (Moog in Kettlewell, 2002, p. 114). Os osciladores geralmente geram diferentes formas de onda simultaneamente, com saídas separadas. As formas de onda mais comuns são: onda senoidal, onda quadrada, onda triangular, onda dente de serra e onda pulso.

Os principais tipos de onda utilizados em sintetizadores são a senoidal, quadrada, triangular e a dente de serra, cada uma com características tímbricas distintas (Ribeiro, 2025, p. 84): “Na música eletrônica, alguns timbres clássicos são padronizados em VCOs: onda senoidal, onda quadrada, onda dente de serra e onda triangular”. A onda senoidal é tida como pura por não gerar harmônico, composta apenas pelo tom fundamental — por isso, tem um som puro e suave (Ribeiro, 2025, p. 85): “um tom puro, composto apenas pela frequência da fundamental (1º harmônico). Por exemplo, 100 Hz isoladamente é uma onda senoidal”. A onda quadrada apresenta apenas harmônicos ímpares, com intensidade decrescente, resultando em um som mais encorpado, comum em sons eletrônicos de antigamente (Ribeiro, 2025, p. 86):

Onda Quadrada: É formada pela fundamental e por uma sequência de harmônicos ímpares (1, 3, 5, 7, etc.) múltiplos da fundamental. Por exemplo, 100, 300, 500, 700 Hz, etc., são componentes do espectro de uma onda quadrada, desde que a amplitude de cada harmônico decaia de forma inversamente proporcional ao número do próprio harmônico: 1º harmônico (amplitude 1/1); 3º harmônico (amplitude 1/3); 5º harmônico (amplitude 1/5); 7º harmônico (amplitude 1/7), e assim por diante. Um tipo especial de onda quadrada é aquele produzido por PWM (Pulse Width Modulation), ou modulação por largura de pulso. Nesse caso, ajusta-se o tempo que a onda passa em seus picos positivos e negativos de voltagem. Em uma onda quadrada padrão, 50% do ciclo está na amplitude positiva e os outros 50% na amplitude negativa. Com a modulação por largura de pulso, essa proporção pode ser alterada, modificando o timbre.

Já a onda triangular também contém apenas harmônicos ímpares, mas em menor quantidade e com menor intensidade, produzindo um som mais suave que a onda quadrada. Por fim, a onda dente de serra é a mais rica em conteúdo harmônico, contendo tanto harmônicos pares quanto ímpares, o que gera um som brilhante e agressivo — ideal para timbres intensos como cordas sintetizadas e sons de metais, (Ribeiro, 2025, p. 86):

Onda Dentes de Serra: É formada pela fundamental e por uma sequência contendo todos os harmônicos (1, 2, 3, 4, 5, 6 etc.) múltiplos da fundamental. Por exemplo, 100, 200, 300, 400, 500, 600 Hz etc., são componentes do espectro de uma onda dente de serra, desde que a amplitude de cada harmônico decaia de forma inversamente proporcional ao número do próprio harmônico: 1º harmônico (amplitude 1/1); 2º harmônico (amplitude 1/2); 3º harmônico (amplitude 1/3); 4º harmônico (amplitude 1/4), e assim por diante.

Onda Triangular: É formada pela fundamental e por uma sequência de harmônicos ímpares (1, 3, 5, 7 etc.) múltiplos da fundamental. Por exemplo, 100, 300, 500, 700 Hz etc., são componentes do espectro de uma onda triangular, desde que a amplitude de cada harmônico decaia de forma inversamente proporcional ao número do próprio harmônico elevado ao quadrado: 1º harmônico (amplitude 1/1); 3º harmônico (amplitude 1/3² ou 1/9); 5º harmônico (amplitude 1/5² ou 1/25); 7º harmônico (amplitude 1/7² ou 1/49), e assim por diante.

A escolha da forma de onda é essencial para a construção do timbre desejado em uma síntese sonora. As modificações de timbre são fundamentais tanto na música eletrônica quanto na manipulação de sons gravados, como na *musique concrète*. As formas de onda senoidal, quadrada, triangular e dente de serra podem ser geradas pela maioria dos sintetizadores, servindo como ponto de partida para a construção tímbrica.

A construção do timbre em sintetizadores está intrinsecamente ligada à manipulação de formas de onda elementares, cuja estrutura espectral define as qualidades sonoras percebidas. A onda senoidal, caracterizada por conter apenas a frequência fundamental e

ausência de harmônicos, representa o som mais puro possível e serve como referência para a análise espectral de outras formas de onda. Já a onda dente de serra apresenta um espectro rico e harmônico, contendo todos os harmônicos ímpares e pares com amplitudes decrescentes, o que a torna especialmente útil na criação de timbres brilhantes e complexos, como os utilizados em cordas e metais sintéticos. Por sua vez, a onda quadrada, composta exclusivamente por harmônicos ímpares, produz um timbre mais oco e suave em comparação ao dente de serra, sendo amplamente empregada em simulações de instrumentos de palheta ou sons eletrônicos de caráter vintage.

A onda de pulso, uma variação da onda quadrada com razão cíclica assimétrica (*pulse width*), permite maior controle sobre o espectro harmônico, sendo particularmente eficaz na modulação do timbre através de técnicas como o PWM (*Pulse Width Modulation*). Em contraste, a onda triangular, embora também limitada aos harmônicos ímpares, possui amplitudes harmônicas que decaem mais rapidamente, resultando em um timbre suave e menos expressivo, muitas vezes considerado menos útil do ponto de vista timbral, (Ribeiro, 2025, p. 87):

Um tipo especial de onda quadrada é aquele produzido por PWM (*Pulse Width Modulation*), ou modulação por largura de pulso. Nesse caso, ajusta-se o tempo que a onda passa em seus picos positivos e negativos de voltagem. Em uma onda quadrada padrão, 50% do ciclo está na amplitude positiva e os outros 50% na amplitude negativa. Com a modulação por largura de pulso, essa proporção pode ser alterada, modificando o timbre.

Em muitos instrumentos, é possível gerar duas formas de onda simultaneamente a partir do mesmo oscilador, o que amplia significativamente as possibilidades sonoras. Alguns sintetizadores oferecem, inclusive, controles manuais — como potenciômetros no painel frontal — que permitem transitar gradualmente entre diferentes formas de onda, criando timbres híbridos e em constante transformação.

Para aprofundar e melhor entender essa discussão, é fundamental considerar o papel dos filtros na construção e manipulação do timbre, especialmente no contexto da síntese sonora. De acordo com Everest, “as formas comuns de filtros são o passa-baixa, passa-alta, passa-banda e rejeita-banda” (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa), sendo cada um responsável por selecionar ou atenuar regiões específicas do espectro. Em sintetizadores, esses filtros constituem ferramentas centrais de síntese, permitindo esculpir o conteúdo harmônico de uma fonte sonora complexa.

Ao remover ou enfatizar determinadas faixas de frequência, o filtro altera diretamente a distribuição de energia espectral, que, conforme discutido anteriormente, é um dos principais fatores na percepção do timbre. Perante o exposto, a atuação dos filtros aumenta a gama de dimensionalidade prática do controle tímbrico, traduzindo conceitos acústicos em operações audíveis. Surge a possibilidade de organizar componentes eletrônicos — como indutores e capacitores — em diferentes configurações resultantes de respostas de filtragem com características distintas, como cortes mais suaves ou mais abruptos. O Everest observa que configurações mais elaboradas podem produzir “cortes muito mais acentuados” (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa), o que, em termos sonoros, implica maior precisão na definição do timbre.

Em sintetizadores digitais, esse princípio pode ser expandido digitalmente, permitindo a criação de filtros com comportamentos complexos e altamente controláveis. Assim, a manipulação do timbre por meio de filtros não se limita à simples atenuação de frequências, mas envolve uma modelagem refinada do espectro, capaz de transformar profundamente a identidade sonora. Ao considerar que “um sinal de banda larga, como fala ou música, pode ser alterado à vontade” por meio de filtros (Everest, 2001, p. 64, tradução nossa), configura-se a relação direta entre filtragem e criatividade sonora.

Esse princípio conecta-se diretamente às práticas com vocoders e síntese cruzada descritas por Cook, nas quais o espectro é continuamente moldado por sinais de controle derivados da voz. Assim, os filtros atuam como mediadores entre análise e síntese, possibilitando que características tímbricas sejam extraídas, transformadas e reaplicadas. O timbre deixa de ser um atributo fixo e passa a ser entendido como resultado de processos dinâmicos de filtragem e reorganização espectral. É comum utilizar dois ou mais osciladores em uníssono, combinando formas de onda distintas para obter sons mais complexos e ricos em harmônicos.

Essa abordagem verifica uma diferença fundamental em relação ao uso de filtros discutido por Everest: enquanto os filtros selecionam e atenuam frequências já presentes em um sinal, a FM introduz novas frequências no espectro por meio de processos matemáticos de modulação. Ainda assim, ambas as técnicas convergem no fato de que o timbre é determinado pela distribuição de energia ao longo do espectro, seja por subtração ou por geração. Ao estabelecer um paralelo com a síntese por modulação de frequência (FM), descrita por Cook, torna-se evidente que diferentes abordagens de síntese implicam distintas formas de

construção do timbre, embora todas partam do princípio fundamental da organização espectral. Enquanto a síntese subtrativa atua pela remoção de componentes de um sinal rico, a FM constrói espectros complexos a partir da interação entre ondas simples.

Nesse processo, “a modulação de frequência baseia-se em modular a frequência de uma forma de onda periódica simples com outra” (Cook, 2007, p. 544, tradução nossa), gerando bandas laterais que expandem significativamente o conteúdo espectral. Assim, o timbre é feito não da filtragem, mas da criação progressiva de novos componentes harmônicos e inarmônicos, cuja distribuição depende diretamente das relações entre frequência portadora, moduladora e índice de modulação. A partir da regra de Carson, por exemplo, observa-se que o número de componentes espectrais aumenta conforme o índice de modulação, o que implica maior complexidade tímbrica (Cook, 2007, p. 545, tradução nossa).

Em razão disso, a FM permite a criação de espectros altamente ricos utilizando poucos osciladores, demonstrando eficiência e flexibilidade na síntese de timbres variados. A possibilidade de gerar espectros inarmônicos por meio de relações não inteiras entre as frequências levanta o potencial expressivo da FM na criação de timbres não convencionais. Como destaca Cook, a escolha cuidadosa dos parâmetros pode resultar desde sons harmônicos semelhantes a instrumentos tradicionais até texturas ruidosas e complexas (Cook, 2007, p. 546, tradução nossa). Nesse sentido, assim como na filtragem analógica ou digital, a prática com FM exige uma escuta atenta às transformações espectrais e suas implicações perceptivas. O timbre, portanto, reafirma-se como um fenômeno resultante da interação entre processos físicos ou matemáticos e a interpretação auditiva, sendo moldado tanto pela estrutura interna do som quanto pelas estratégias de síntese empregadas.

Quando há recursos suficientes, também é possível construir formas de onda sintéticas personalizadas, somando ondas senoidais em proporções não harmônicas, o que resulta em espectros sonoros únicos. De acordo com Deutsch, o método mais simples e amplamente utilizado para modificar ou esculpir o timbre gerado é a aplicação de filtros no fluxo do sinal sonoro (Deutsch, 1976) - os filtros atuam sobre o espectro do som, realçando ou atenuando certas faixas de frequência, e são elementos fundamentais na síntese subtrativa — técnica central no design sonoro com sintetizadores.

O sintetizador é um instrumento, por fim, oriundo de um longo processo de desenvolvimento, sua história remonta a colaboração entre engenheiros e compositores ao longo de todo o século XX. Parcerias de nomes como Robert Moog e Herbert Deutsch, ou

Don Buchla e Morton Subotnick, mostram como a criação desses instrumentos se deu em diálogo direto com as necessidades expressivas dos músicos, ou seja sempre com um cuidado que vai além da engenharia de um circuito gerador de som. Uma relação que remonta tradição de montagem e criação de instrumentos que remonta o caráter íntimo do luthier com o instrumentista, pertence ao viés de instrumento que valoriza o fazer musical, as escolhas motoras e as possibilidades criativas. Nesse sentido há um valor musical e criativo: compreender o instrumento como uma extensão do pensamento musical, como um meio de explorar ativamente os processos criativos através da função motora do músico.

O sintetizador oferece um conjunto específico de parâmetros que operam diretamente sobre os elementos constituintes do som, do timbre, contudo há direções estéticas a partir das capacidades de síntese de cada instrumento (Howe, 1972). A construção do timbre em sintetizadores, como mencionado, está intrinsecamente ligada à manipulação de formas de onda elementares, cuja estrutura espectral define as qualidades sonoras percebidas. A escolha e manipulação dessas formas de onda não é apenas uma questão técnica, mas também estética e composicional.

De acordo com a premissa deste estudo entende-se o sintetizador como um aparato a ser manuseado, para tanto restará que a investigação proposta adentre conceitos hápticos em conformidade com a pesquisa musical. Tendo isso em vista, faz-se necessário o entendimento do que significa o termo háptico - se refere ao relativo ao tato ou tátil, portanto que está ligado diretamente a necessidade desta pesquisa, pois refere-se à capacidade de perceber e interagir com o sintetizador através do sentido do tato, e o termo pode ser usado tanto para descrever experiências motoras ou sensoriais-expressivas.

Ao lado de práticas como as técnicas estendidas em instrumentos acústicos e o desenvolvimento da música eletroacústica, a síntese sonora — realizada por meio de sintetizadores — ofereceu novos caminhos para a experimentação musical. Esses instrumentos possibilitam a compreensão e o controle dos elementos que constituem o som. Sínteses como a subtrativa, a FM, ou a granular, por exemplo, podem ser exploradas pedagogicamente para ilustrar conceitos de timbre, harmonia espectral, ritmo e textura, tornando o aprendizado mais sensorial e interativo.

A possibilidade de visualizar e manipular formas de onda, espectros e envelopes sonoros torna o aprendizado mais multissensorial, facilitando a compreensão de conteúdos tradicionalmente abstratos. Artistas como Wendy Carlos, referência tanto na performance

quanto na produção de sons sintetizados, são exemplos inspiradores para o campo educacional. Sua colaboração com Robert Moog e suas obras como *Switched-On Bach* e *Secrets of Synthesis* mostram como é possível unir tradição musical e inovação tecnológica, revelando as infinitas possibilidades que o sintetizador oferece para a interpretação, a composição e o ensino.

A tecnologia evoluiu de tal forma que hoje já se pode trabalhar com sintetizadores virtuais que emulam o comportamento de circuitos analógicos com grande fidelidade, ao mesmo tempo em que exploram linguagens próprias, como a modulação em frequência (FM), o Wave Sequencing ou a Linear Arithmetic. Essas ferramentas, ao serem incorporadas em contextos educacionais, permitem ao estudante explorar tanto a história quanto a inovação musical, construindo uma ponte entre passado e futuro. Em resumo, o sintetizador representa muito mais do que um avanço tecnológico, mas uma ferramenta para se aprender sobre a sonoridade da música. Ao promover uma prática ativa e investigativa, permite que músicos explorem o som em sua complexidade, desenvolvam uma escuta atenta e expandam sua criatividade. Incorporar o sintetizador à prática musical é, portanto, reconhecer a importância de formar músicos mais conscientes, abertos à diversidade sonora e preparados para uma escuta e pedagogia musical mais ativa.

3. COGNIÇÃO INCORPORADA E A INTERFACE TÁTIL-SONORA

O uso de sintetizadores como um aparato desenvolvidor de memória musical representa uma transformação nas práticas do fazer musical tanto para percepção sonora quanto para uma escuta mais ativa. Ao romper com os paradigmas tradicionais centrados em instrumentos fixados numa timbragem, e com uma interação menos dinâmica. Os sintetizadores abrem espaço para abordagens mais inclusivas, experimentais que dialogam com vertentes da pedagogia ativa. Ao desenvolver a memória musical, a capacidade de reter e recuperar experiências sonoras ao longo do tempo, através da audição e na dinâmica de seu uso criativo, Novak, 2020.

A cognição musical envolve uma complexa integração entre percepção, gesto, emoção e memória, em um processo fundamentalmente corporificado. Nessa perspectiva, o uso de instrumentos como o sintetizador possibilita a produção sonora e promove interações táteis e motoras que favorecem a fixação da experiência musical na memória de longo prazo. Segundo Novak a **cognição incorporada** implica que o corpo não é um mero receptor de informações, mas um sistema perceptivo ativo que interage com o ambiente por meio de comportamentos motores intrincados: “O ambiente não é simplesmente registrado de forma passiva (...) o corpo humano constitui um sistema perceptivo ajustado com precisão, que explora seu entorno” (Novak, 2020, p. 4, tradução nossa). A manipulação do sintetizador, representa uma forma de **exploração háptica**, ou seja, de aquisição de conhecimento por meio do tato e do movimento. Conforme a autora, esse tipo de interação adiciona “uma camada adicional de entrada sensório-motora, contribuindo para uma representação mental enriquecida que pode ser facilmente acessada e restaurada” (Novak, 2020, p. 4, tradução nossa).

Desse modo, ao manipular fisicamente os parâmetros do som, o sintetizador ativa múltiplos canais sensoriais simultaneamente — audição, tato, visão e propriocepção (a capacidade do corpo de reconhecer sua própria localização espacial, postura e movimento, sem precisar depender da visão) — os quais se integram na construção de uma memória musical complexa, viva e duradoura. O sintetizador, portanto, atua como uma **interface tátil-sonora que favorece a internalização do conhecimento musical**, por meio da imersão sensorial e da associação direta entre gesto e som. As experiências sensório-motoras associadas à manipulação de objetos contribuem tanto para a memória *online* (imediate),

quanto para a cognição *offline*, Novak (2020), ou seja, para processos de recordação e imaginação posterior: “A entrada sensório-motora será armazenada permanentemente na memória de longo prazo e pode ser reativada mesmo quando o aparato mental está desacoplado” (Novak, 2020, p. 4, tradução nossa).

Essa concepção dialoga com o conceito de “**memória incorporada**”, como discutido por Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011), que demonstram como os movimentos corporais — inclusive imaginados — podem afetar profundamente a percepção e a preferência musical. Em outras palavras, o corpo executa ações, e as transformam em memória: “Às incorporações tornam-se estabelecidas na memória como partes das representações de situações familiares” (Weigelt e Walther, 2011, p. 5, tradução nossa). Portanto, a ação de ajustar um filtro, modular um oscilador ou controlar o envelope de um som através de um sintetizador não é apenas uma técnica mecânica, mas uma experiência sensorial complexa que contribui para a **fixação afetiva e cognitiva do som na memória**.

A relação entre fisicalidade e memória é amparada pela teoria da *Object-Based Learning* (OBL) - aprendizagem baseada em objetos - conforme descrita por Novak (2020). A OBL propõe que o contato com objetos reais — como o sintetizador — favorece o aprendizado por meio de uma abordagem multissensorial e construtivista. A OBL baseia-se em uma abordagem multissensorial. Ao integrar o tato com outros sentidos, como a visão e ou audição, pressupõe-se que na manipulação do sintetizador desenvolve-se uma compreensão por meio da interação que seria análoga com a OBL (Novak, 2020, p. 8). O ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb (1984), também incorporado pela OBL, estrutura a formação do conhecimento em quatro etapas: experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa. Ao operar um sintetizador, há a observação de cada uma dessas etapas: toca, ouve, ajusta, reflete e reconfigura — consolidando progressivamente sua memória musical e percepção timbrística.

Estudos empíricos citados por Novak (2020) demonstram que a **exploração tátil de objetos está associada a níveis mais altos de engajamento e retenção**. Em um exemplo citado pela autora, pessoas que seguraram objetos físicos enquanto aprendiam vocabulário em uma língua estrangeira tiveram desempenho superior àquelas que apenas observaram imagens: “objetos nas mãos enquanto aprendiam o vocabulário correspondente em língua estrangeira memorizaram melhor as palavras” (Novak, 2020, p. 16, tradução nossa). Analogamente, no campo musical, essa mesma lógica pode ser aplicada: ao segurar e

manipular fisicamente os controles do sintetizador, associa-se diretamente parâmetros sonoros a experiências táteis e motoras, promovendo um tipo de conhecimento mais robusto e acessível.

O tato, nesse contexto, deixa de ser um canal sensorial secundário e se torna um vetor fundamental de **fixação e evocação da memória musical**: “Estudos recentes demonstram que experiências hápticas com objetos levam a representações detalhadas e duradouras na memória de longo prazo” (Novak, 2020, p. 14, tradução nossa). Esse potencial do sintetizador como ferramenta pedagógica reside justamente na sua **interface multissensorial** e responsiva. Ao permitir que o som seja “esculpido” em tempo real, através do toque e do movimento, transforma-se a escuta em uma ação ativa, reflexiva e incorporada. A música, nesse cenário, deixa de ser apenas um som ouvido e passa a ser um som sentido, produzido corporalmente e, por isso, mais profundamente lembrado.

O sintetizador deve ser compreendido como um instrumento que vai além de um instrumento de teclas, e sim perante seu aspecto genuíno, aquilo que é intrínseco a sua função de criar e manipular a amplitude de timbres e sons. Assim, trata-se de um sistema que estimula a interação sonora por meio de experiências táteis, o que contribui para a construção de uma rede de associações cognitivas entre som gerado e ações físico-corporais. Essa característica torna o sintetizador especialmente eficaz em contextos educacionais, no qual o envolvimento do corpo e da percepção sensorial no processo de aprendizagem musical é essencial.

Ao exigir interação direta e ativa, o sintetizador estabelece uma relação íntima entre gesto físico e resultado sonoro. Trata-se de um instrumento háptico-sonoro por excelência — um sistema em que **a fisicalidade e o tato desempenham papel fundamental na construção da escuta e da memória**. Como aponta Novak (2020), a cognição incorporada permite que a entrada sensório-motora seja armazenada na memória de longo prazo e posteriormente reativada, mesmo em situações de cognição "offline" (Novak, 2020 p. 4). Assim, a manipulação tátil dos sintetizadores gera representações mentais ricas e duradouras, ativando tanto a memória auditiva quanto a muscular. A fisicalidade presente na execução com sintetizadores atua como catalisadora no processo cognitivo musical o que gera uma conexão entre movimento, percepção e som. Isso faz fortalecer a aprendizagem por meio de múltiplas modalidades sensoriais, Ribeiro, 2023, p.2:

Assim como outros instrumentos musicais, trata-se de um sistema háptico-sonoro, estimulando a criação sonora por meio de experiências táteis e contribuindo para a construção de uma rede de associações cognitivas entre som gerado e ações físicas-corporais, além de criar uma dependência ritualística. Essa relação entre fisicalidade, memória e seu impacto nos processos de aprendizagem são amplamente debatidos na área da cognição, e encontra ressonância em estudos sobre instrumentos musicais.

O sintetizador não deve ser visto exclusivamente como ferramenta tecnológica, mas como um meio expressivo e educativo, cuja interface tátil-sonora possibilita novas formas de apropriação musical, principalmente em práticas que reforçam a memória musical e que valorizam a experimentação, a criatividade e a corporeidade no processo do fazer musical.

Tal envolvimento sensório-motor se traduz em uma forma de lidar com o som de maneira mais elaborada em seu resultado, pois ativa o corpo com o toque e a percepção auditiva com som gerado. A repetição de padrões sonoros, moduláveis em tempo real, fortalece a memória auditiva e estimula a antecipação musical — um fenômeno descrito por Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157) como pré-audição: a capacidade de prever o que será ouvido com base em experiências anteriores. Esse processo, que depende de **repetição ativa e engajamento corporal**, é amplamente facilitado pelos sintetizadores, cuja lógica de uso se baseia em ciclos repetitivos e manipulação consciente de parâmetros sonoros.

Portanto, ao considerar a prática musical com sintetizadores a partir das contribuições de Novak e Papetti, torna-se perceptível que o corpo desempenha um papel bem determinado na mediação entre gesto, som e sentido. A experiência musical não se limita ao plano auditivo, mas envolve uma rede complexa de informações táteis e motoras que, quando integradas, possibilitam formas sofisticadas de expressão. Tocar um sintetizador, assim, é interagir com um mundo sensorial denso, em que o corpo, a máquina e o som se acoplam dinamicamente para criar música.

Assim, o uso do sintetizador, no contexto de uma construção criativa, aponta sua função musical, quando o som deixa de ser apenas um objeto de reprodução para se tornar um campo de investigação sensível que pode favorecer a memória musical, o tocar, o ajustar ou o modular tornam-se parte do processo de construção de sentido criativo, ampliando a experiência musical para além da leitura convencional de partituras ou da execução técnica de instrumentos acústicos. Como destaca Novak (2020, p. 20), as experiências corporais positivas associadas à música emanam do sentido corporal, e refletem questões que são bem percebidas ao dançar, sorrir ou segurar um parceiro, pois despertam a sensibilidade e

favorecem a experiência, fatores que consolidam a dinâmica musical, reforçando a importância da corporeidade no processo musical.

Quando toca-se um instrumento há uma série de sentimentos que são aflorados da interação, assim como numa dança o sorrir, a alegria, faz parte da corporificação. O sintetizador é um instrumento que pode levar a resultados inesperados, muitas vezes gerando uma emoção, e consequentemente levando o fazer musical a um nível, segundo o qual, os sentidos se desenvolvem através da escuta e da gestualidade. As experiências palpáveis da interação com o sintetizador desencadeiam toda uma gama háptica que fica em contato no momento criativo para que haja um delinear timbrístico ou a consolidação de uma expressividade.

Essa perspectiva da cognição incorporada enfatiza que o corpo é um agente ativo na construção do conhecimento, e de nenhuma forma um receptor passivo. No contexto musical, isso implica que o domínio técnico e expressivo depende diretamente da interação física do músico com o instrumento, configurando o toque como elemento central para o desenvolvimento da performance. Papetti (2017) complementa essa visão ao entender como o sistema somatossensorial e os mecanismos musculares influenciam a experiência performativa, especialmente por meio do toque ativo.

Ao compreender como o toque ativo e o feedback sensorial influenciam a aprendizagem e a performance, é possível desenvolver métodos pedagógicos de conteúdo autorregulatório orientado a práticas de sintetizadores. Promover uma abordagem mais integrada do fazer musical criativo, que reconheça o corpo como protagonista no processo criativo e técnico. Portanto, pela necessidade de avançar na compreensão do papel do corpo e da percepção tátil relacionada a corporeidade no uso do sintetizador, ampliando as perspectivas tradicionais e contribuindo para o desenvolvimento de práticas musicais mais conscientes, criativas, técnicas e expressivas, alinhadas aos avanços contemporâneos da tecnologia musical.

A pedagogia ativa, conforme proposta por Wuytack (apud Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), valoriza a atividade, a criatividade e a totalidade da experiência musical. O sintetizador, nesse sentido, amplia esses princípios ao permitir que o aluno **escute, toque, module e crie** sons de forma integrada. Tal prática ativa resgata o gesto como elemento formador da escuta, promovendo a **memória incorporada**, segundo o qual o corpo executa e **aprende, lembrando-se através do fazer** (Novak, 2020, p.4):

A cognição incorporada (embodied cognition) não apoia apenas o comportamento bem-sucedido em uma dada situação, mas também se estende à cognição “offline”. De acordo com a teoria dos sistemas de símbolos perceptivos, a entrada sensório-motora será armazenada permanentemente na memória de longo prazo e pode ser reativada mesmo quando o aparato mental está desacoplado.

A utilização do sintetizador configura-se como uma **extensão da aprendizagem multimodal**: visão, audição, tato e movimento atuam em sinergia, favorecendo a retenção e o entendimento do conteúdo musical (Novak, 2020, p. 11, tradução nossa): “Objetos táteis (...) apresentam informações por vários canais sensoriais, como visão e audição”. A interface tátil do instrumento contribui para um aprendizado menos abstrato e mais sensível, especialmente relevante para aqueles que desenvolvem o conhecimento por meio da experimentação direta, outro caráter que molda os sintetizadores é que cada instrumento possui uma estrutura ou mesmo podem ser configurados à vontade de quem interage, algo que não existe em outros instrumentos como o violão ou o piano.

A fisicalidade do sintetizador atua como catalisadora no processo cognitivo musical ao estabelecer uma ponte entre movimento, percepção e som. Como demonstram os estudos de Novak, o toque e a manipulação de objetos favorecem **representações mentais mais precisas** e auxiliam na recuperação da informação armazenada na memória de longo prazo (Novak, 2020, p. 14, tradução nossa): “Estudos recentes demonstram que experiências hápticas com objetos levam a representações detalhadas e duradouras na memória de longo prazo”. Quando os alunos manipulam um sintetizador, eles estão ouvindo e sentindo o som com o corpo — o que gera um tipo de memória incorporada que é mais durável e significativa.

Nesse contexto, o sintetizador deixa de ser um aparato tecnológico e passa a ser uma **ferramenta de desenvolvimento da memória**, em que cada interação tátil reativa e reformula os caminhos de percepção e compreensão sonora. As experiências de toque e movimento resultam em maior engajamento, compreensão e correção de equívocos, o que reforça a importância de práticas hápticas no desenvolvimento musical (Paas e Sweller, Apud, Novak, 2020, p. 5, tradução nossa):

A manipulação de objetos é um tipo privilegiado de aprendizagem que permite a aquisição de conhecimento biologicamente primário; ou seja, os seres humanos estão evolutivamente predispostos a adquirir conhecimento por meio da exploração manual de objetos de maneira inconsciente, sem esforço, rápida e intrinsecamente motivada, para a qual não se aplicam as limitações da memória de trabalho com capacidade reduzida.

Essa predisposição natural à aprendizagem por meio da manipulação reforça como a fisicalidade de manipulação sonora dos sintetizadores, cujas interfaces são, em grande parte, desenhadas para a exploração intuitiva. Assim, ao interagir com o sintetizador compreende-se estruturas sonoras complexas e ao incorporar essas compreensões em esquemas motores e perceptivos. O som deixa de ser um dado externo para se tornar uma experiência vivida e construída corporalmente — e, por isso, mais duradoura e significativa na memória musical do sujeito.

A própria ritualidade do uso dos sintetizadores — sua repetição, o feedback sonoro imediato, o envolvimento sensorial completo — contribui para a formação de **memórias afetivas e significativas**, um processo que vai ao encontro da proposta de Martenot (apud Fialho; Araldi, 2012, p. 157) de viver a música corporal e emocionalmente. Essa ritualização do som, associada ao tato e à experimentação, é um caminho potente para a formação de uma escuta crítica e sensível, que vai além da técnica para alcançar o sensível e o expressivo.

Diferentemente de uma simples interface digital ou uma tela, o sintetizador pode ser compreendido como um instrumento que estimula a compreensão musical a partir da experimentação tátil e do engajamento corporal. Essa fisicalidade está profundamente conectada aos processos de cognição musical, uma vez que o ato de manipular sons com as mãos, em tempo real, favorece a construção de vínculos entre som, gesto e memória. Tais interações promovem o desenvolvimento técnico, mas também uma imersão ritualística no fazer musical, potencializando o aprendizado por meio de experiências multisensoriais.

A centralidade do ouvir, do experimentar e do interagir substitui, em muitos casos, a leitura convencional da partitura e a técnica instrumental tradicional. Entretanto, é precisamente nesse deslocamento de paradigma que reside o valor crítico do uso dos sintetizadores: ao promover a escuta ativa, a autonomia criativa e a experimentação sonora, esses dispositivos colocam a interação no centro do processo criativo de forma bem alinhada a uma perspectiva pedagógica ativa. Assim, os sintetizadores tornam-se catalisadores de uma educação musical contemporânea, plural e em constante reinvenção.

O sintetizador, enquanto instrumento e ferramenta de criação sonora, estabelece um diálogo com os princípios da pedagogia musical ativa proposta por Wuytack (apud Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305). Ao integrar tecnologia, experimentação e produção sonora em tempo real, o sintetizador promove um ambiente de aprendizagem que valoriza a *atividade*

como elemento central do processo educativo. Assim como destaca Wuytack (apud Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), é por meio da ação que se envolve verdadeiramente com a música — e, no contexto da síntese sonora, essa ação se traduz em escutar, manipular parâmetros, modular sons e construir texturas de maneira prática e responsiva.

A metodologia em que o sistema está embasado é construída a partir de uma série de princípios pedagógicos. Desses princípios, destacam-se a atividade, a criatividade, a comunidade, a totalidade e a adaptação. A atividade, sendo a chave para a experiência musical, é um princípio determinante para o sistema (...) criar e improvisar por meio da sua voz, do seu corpo e dos instrumentos, de modo a expressar-se musicalmente e comunicar-se através da música.

A *criatividade*, outro pilar essencial da pedagogia ativa, encontra no sintetizador um campo ilimitado de exploração. Diferente dos instrumentos convencionais, cujos timbres e possibilidades estão mais delimitados, o sintetizador permite que o próprio aluno construa seus sons, improvisando e criando paisagens sonoras únicas a partir de sua imaginação. Isso ocorre porque o próprio entendimento de sintetizador é algo complexo, ciente de que mais que um instrumento, é uma família, um naipe instrumental: sintetizadores com teclado, sintetizadores modulares, com acionamento via pads, granulares e híbridos. Essa liberdade de criação estimula a expressão musical, mas também habilidades cognitivas e perceptivas relacionadas à escuta analítica e à resolução de problemas sonoros.

O princípio da *adaptação* também está presente nesse processo. A abordagem com sintetizadores pode envolver o corpo (com controladores gestuais, pads, sensores), a voz (em samplers ou modulações), a escuta e o pensamento criativo de forma integrada. Por sua flexibilidade, o sintetizador permite a *adaptação* a diferentes perfis de aprendizagem, níveis de conhecimento e contextos culturais, tornando-se um recurso inclusivo, acessível e plural.

Ao ser incorporado em práticas musicais contemporâneas, o sintetizador atende aos princípios da pedagogia musical ativa de Wuytack (apud Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), mas os expande, ao oferecer novas linguagens, novas tecnologias e novas possibilidades de expressão e comunicação musical. A presença dos sintetizadores na prática musical pode ampliar as possibilidades de exploração sonora, contribuindo para o desenvolvimento da escuta crítica e da memória musical, instrumentos eletrônicos, ao permitirem a manipulação de timbres e padrões sonoros de maneira repetitiva e controlada, tornam-se ferramentas na formação de uma escuta ativa e consciente.

Nesse contexto, a repetição de sequências sonoras e timbres específicos promove a fixação auditiva, facilitando processos como a identificação, a antecipação e a comparação entre sons. Tal dinâmica se articula diretamente com a noção de memória musical como elemento central da escuta significativa. Essa relação entre prática auditiva, memória e antecipação está presente na concepção do inventor e educador musical Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157), em que explica:

Martenot acredita que é possível desenvolver uma audição apurada a partir da repetição. Ele aborda o “fenômeno” da pré-audição, que está estreitamente relacionado à memória musical. Esta está vinculada à audição, que pode ser passiva ou ativa. A primeira relaciona-se a uma escuta que se dá mais no plano inconsciente do que conscientemente. A segunda ocorre quando se reconhece elementos do que se ouve e quando há uma pré-audição (memória musical) na qual o ouvinte antecipa a escuta do que já é esperado na obra.

Nesse sentido, a memória musical — entendida como a capacidade de reter e antecipar experiências sonoras anteriores — assume um papel central no desenvolvimento da escuta ativa. A memória musical opera como uma ponte entre a experiência auditiva passada e a percepção presente. Ao manipular sons em sintetizadores, se explora novas possibilidades sonoras que constroem um repertório auditivo interno que lhes permite identificar, prever e até mesmo recriar estruturas musicais. Isso pode ser relevante quando se utiliza a repetição como estratégia musical: cada repetição consolida a informação sonora na memória, preparando o ouvinte para a chamada pré-audição — a capacidade de antecipar o que virá com base no que já foi ouvido. Trata-se de um processo cognitivo e sensorial que alimenta a escuta ativa, em que o sujeito ouve e compreende, além de participar mentalmente da construção musical.

Essa antecipação, que remonta da memória musical, é fundamental para o desenvolvimento de habilidades como a improvisação, a análise auditiva e a composição, pois permite prever relações musicais e responder a elas de maneira criativa e fundamentada. Como propõe Martenot, o fenômeno da pré-audição é resultado direto desse processo de escuta consciente e repetitiva, que ultrapassa a passividade auditiva para alcançar um engajamento reflexivo e sensível com o som.

Ao considerar a importância da antecipação musical como habilidade cognitiva desenvolvida pela escuta consciente e pela prática reflexiva, que o processo de ensino-aprendizagem em música exige domínio técnico e sensibilidade pedagógica diante das

transformações contemporâneas, assim a pedagogia proposta por Martenot oferece contribuições ao enfatizar a escuta interior, a sensibilidade ao som e a vivência musical como fundamentos do desenvolvimento artístico e educativo. Para Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157), a música deve ser vivida corporal e emocionalmente, por meio de uma escuta ativa que conduz à pré-audição, ou seja, à capacidade de prever musicalmente o que está por vir, fundamentando a improvisação, a análise e a criação.

Por conseguinte é possível verificar uma compatibilidade entre a prática pedagógica ativa de educadores musicais com o uso de sintetizadores seja mediante a consciência corporal, seja através da escuta, seja pela percepção de que métodos pedagógicos podem se estender na prática do sintetizador. Outro educador musical que atenda para o corpo e precisa ser mencionado é o Émile Jaques-Dalcroze (Dalcroze apud Mariani, 2012, p.32): “ o movimento corporal tem uma dupla função: a manifestação visível de elementos musicais experimentados pelos sentidos, pensamentos e emoções”, ou seja um entendimento que vai perfeitamente ao encontro com o proposta da cognição incorporada presente no fazer musical do sintetizador, experimentar com o corpo, sentir e criar.

A inserção dos sintetizadores neste contexto musical oferece uma oportunidade para a construção e o fortalecimento da memória musical como ferramenta de aprendizagem, por gerar um ambiente sonoro repetitivo, modulável e altamente controlável por meios corporais, o que facilita a escuta e o reconhecimento progressivo de elementos musicais como timbres, intervalos, padrões rítmicos e harmônicos, como ressalta a pedagogia de Dalcroze em sua dupla função primeiro ao experienciar os elementos musicais com o corpo, e num segundo momento sentir.

O uso do corpo de forma a abranger uma maior gama de entendimento sobre a prática e assim desenvolver a escuta, (Dalcroze apud Mariani, 2012, p.32) : “Pretende um refinamento dos sentidos por meio de uma escuta atenta e da atuação do corpo como uma unidade, os quais, através da sensorialidade e da sensibilidade, conduzem a uma consciência auditiva.”, tais termos como sensorialidade e da sensibilidade contribuem para o entendimento háptico-sonoro, os sintetizadores se pautam exatamente para tanto ou seja é a através do que é percebido pelos sentidos que o uso criativo sonoro do sintetizador será moldado. Desenvolver um timbre no sintetizador compreende justamente “refinamento dos sentidos por meio de uma escuta atenta e da atuação do corpo como uma

unidade”, portanto o entrelaçamento do fazer musical dos sintetizadores se encaixa perfeitamente na pedagogia de Dalcroze.

A abordagem centrada no sujeito e em sua relação afetiva com o som, dialoga com as exigências da prática docente, em que o professor precisa transitar entre diferentes tecnologias, e pedagogias, sem perder de vista os princípios da escuta sensível. Assim, cada nova tecnologia, ao ser incorporada ao ensino musical (Leme, 2006), deve ser analisada à luz desses valores para que tais recursos sejam efetivamente integrados como mediação entre o sensível, o criativo e o tecnológico no fazer musical (Leme, 2006):

Os professores de música precisam saber transitar entre as tecnologias disponibilizadas e necessitam rever ou reformular com frequência seus conceitos educacionais e pessoais com relação ao emprego das mesmas como ferramentas potencializadoras da aprendizagem musical, já que cada nova tecnologia traz consigo recursos diferenciados e a necessidade de uma (re)adaptação por parte dos professores.

Nesse sentido, a experiência háptica proporcionada pelos sintetizadores — com sua interface tátil, possibilidades sonoras expandidas e resposta imediata à manipulação dos parâmetros do som — pode ser integrada de forma significativa ao fazer musical, desde que orientada por uma escuta atenta e reflexiva. Consequentemente a integração consciente dessa tecnologia à prática amplia as possibilidades de memória musical, promovendo uma escuta ativa e crítica, essencial à formação de músicos criativos, autônomos e preparados para o escopo sonoro do século XXI.

Em relação a integração de corpo com a tecnologia é preciso mencionar a obra de Lawrence Shapiro *Embodied Cognition* (Cognição Incorporada), no qual o autor aponta através do estudo de Varela, Thompson e Rosch como é importante traçar a diferença entre percepção e ação (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.81, tradução nossa): ““Percepção e ação”, dizem eles, “são fundamentalmente inseparáveis na cognição vivida.” (...) A percepção leva à ação, que leva à percepção, e assim sucessivamente.”, o que configura uma dualidade de como seja possível verificar a interação com o sintetizador. Como sua internalização, a interatividade criativa, forma um processo que difere de uma pessoa para a outra.

Nesse sentido, a experiência corporal proporcionada pelo sintetizador não pode ser reduzida a um simples acionamento de comandos que produzem resultados sonoros

previsíveis. Ao contrário, ela constitui um campo dinâmico de co-determinação entre percepção e ação. Como afirmam Varela, Thompson e Rosch, “percepção e ação são fundamentalmente inseparáveis na cognição vivida”, sendo inseparáveis no sentido de que se determinam mutuamente: a percepção conduz à ação, que conduz a novas percepções, em um ciclo contínuo (Shapiro, 2011, p. 81, tradução nossa).

Esta variação de interatividade ocorre justamente devido aos fatores físicos de cada pessoa, cada músico possui uma forma muscular, um tamanho de braço, eventualidades corporais que fazem com que a ação de cada um seja única. E conseqüentemente com que a percepção seja única. Para compreender esse ciclo entre percepção e ação, os autores discutem relações corporais entre a evolução de diferentes seres afetam o desenvolvimento da percepção-ação, (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.80, tradução nossa): “Talvez um tenha o dobro do tamanho do outro, ou o primeiro caminhe em dois pés, enquanto o segundo em quatro patas. Seus sistemas perceptivos também podem diferir.”. O mesmo ocorre para diferentes corpos e como assimilam a percepção-ação no contexto de executar um timbre no sintetizador, cada um com sua incorporação, escuta, simetria, gosto e repertório. Por conseguinte, é importante delimitar o que os autores entendem por cognição incorporada (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.79, tradução nossa):

Varela, Thompson e Rosch (VTR) rejeitam a visão tradicional da cognição como computação sobre representações, optando por concebê-la como “ação incorporada” (1991: 172). Ao usar o termo incorporada, querem destacar dois pontos: primeiro, que a cognição depende dos tipos de experiência que advêm de possuir um corpo com diversas capacidades sensório-motoras; segundo, que essas capacidades estão inseridas em um contexto biológico, psicológico e cultural mais amplo. Ao usar o termo ação, enfatizam novamente que processos sensoriais e motores, percepção e ação, são fundamentalmente inseparáveis na cognição vivida.

Portanto destacam (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.80), que diferentes organismos experimentam o mundo de maneiras distintas devido às suas variações corporais e capacidades perceptivas. Analogamente, diferentes músicos interagem com o mesmo sintetizador de formas únicas, dependendo de suas dimensões físicas, habilidades táteis e experiências prévias. Dessa maneira, a ação incorporada não é apenas um princípio teórico abstrato, mas um fenômeno observável na prática musical, em que corpo, ambiente e tecnologia co-constroem a experiência perceptivo-motora.

Outro aspecto, reside na forma de qualidades perceptivas - como se percebe - os autores refletem sobre como os organismos percebem cor, e porque alguns desenvolvem uma determinada forma de enxergar. Os autores vislumbram esse entendimento para diferenciar como os organismos evoluem conforme suas necessidades. Isso para ilustrar como não se deve generalizar a percepção, mas sim a apontar como o resultado de uma experimentação (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.83, tradução nossa): “a experiência da cor é uma resposta de um sistema perceptivo devidamente ajustado a certas propriedades não coloridas do mundo.”.

Os autores apontam para a percepção da cor, mas também pode ser estendido, por analogia, para a perspectiva do timbre - que vem da interação entre o sistema perceptivo e as propriedades externas. No caso do sintetizador, o timbre produzido vem de manipulação sonora, e de uma propriedade que se manifesta na interação do músico com o instrumento. A analogia com a percepção da cor ilumina essa perspectiva (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.120, tradução nossa), os autores “usam a visão de cores como paradigma da incorporação: a capacidade humana de ver cores resulta de um “histórico de acoplamento” entre organismo e propriedades do mundo”. Para eles, a cor não é simplesmente uma propriedade intrínseca do mundo nem uma invenção mental arbitrária, mas uma resposta de um sistema perceptivo ajustado a certas propriedades não coloridas, assim como o músico aprende a “pensar com as mãos”, desenvolvendo um repertório de gestos que são, simultaneamente, motores e cognitivos em razão de um determinado ambiente, resultando com que cada sintetizador, cada modelo seja um potencial ambiente a ser mapeado cognitivamente.

O músico “sente” o som ao manipulá-lo, percebendo nuances e ajustando gestos de acordo com a resposta sonora, ocupando a integração inseparável entre percepção, ação e cognição (Lakoff e Johnson apud Shapiro, 2011, p.127, tradução nossa): “A natureza peculiar de nossos corpos molda nossas possibilidades de conceitualização e categorização.” Em síntese, a prática do uso tátil de sintetizadores exemplifica de maneira concreta a cognição incorporada: o pensamento musical não ocorre isoladamente, mas vem da interação dinâmica entre corpo, instrumento e ambiente sonoro.

Cada ação física gera percepção, cada percepção orienta a ação seguinte, e juntas formam uma matriz de experiências sensório-motoras que integra aspectos cognitivos, emocionais e sociais. Assim, a perspectiva de Varela, Thompson e Rosch oferece uma base

teórica para compreender o papel do corpo na produção musical e revela a importância da experiência tátil na construção do conhecimento e da cognição musical. Os autores corroboram o entendimento da pesquisa em relação a interação motora dos sintetizadores relacionados à cognição incorporada, (Varela, Thompson e Rosch apud Shapiro, 2011, p.84, tradução nossa):

Dizer que a cognição é incorporada significa que ela surge das interações corporais com o mundo. Sob essa perspectiva, a cognição depende dos tipos de experiência que advém de possuir um corpo com capacidades perceptivas e motoras específicas, inseparavelmente ligadas, que juntas formam a matriz dentro da qual raciocínio, memória, emoção, linguagem e todos os outros aspectos da vida mental se entrelaçam.

A cognição, nesse contexto, “surge das interações corporais com o mundo” e depende das experiências advindas de possuir um corpo com capacidades perceptivas e motoras específicas, inseparavelmente ligadas (Shapiro, 2011, p. 84, tradução nossa). O corpo traduz o som — ele participa ativamente de sua constituição, e assim toda a experiência incorporada reflete-se em fluxo perceptivo que passa a incorporar o fazer musical. O corpo é o ponto de contato do organismo com o mundo: “O corpo de um organismo é sua interface com o mundo — é o ponto de contato do mundo com o organismo.” (Shapiro, 2011, p. 85, tradução nossa), e no caso do sintetizador, esse ponto de contato faz com que o som seja gerado pelo contato com botões, resistência de parâmetros, resposta tátil de teclas e até vibrações físicas do sistema de som.

Cada elemento material participa da formação da experiência cognitiva. Assim, a experiência mecânica proporcionada pelo sintetizador sugere que o conhecimento musical não é armazenado apenas como estrutura abstrata, mas sedimentado como habilidade prática, como memória corporal. Shapiro faz reflexões em como pensar a respeito da percepção de objetos e por sua vez como internalizar abstratamente esta relação, algo que reside dentro do caráter linguístico da percepção: “Um sistema de gênero gramatical determina uma forma de pensar sobre objetos?” (Shapiro, 2011, p. 110, tradução nossa). Um questionamento determinante para relação de percepção-ação, pois mesmo depois de um processo corporal de apropriação timbrística, há uma internalização de como se chega em determinados sons.

Shapiro faz menção sobre a percepção de um objeto associada a sua denominação linguística de gênero: “Uma língua com gênero pode impor tendência a pensar objetos segundo características estereotipicamente masculinas ou femininas.”(Shapiro, 2011, p. 110,

tradução nossa). E, portanto, nessa perspectiva, a própria organização da experiência poderia depender da língua para registrar e estabilizar o nome de cada função e gesto. Se adotarmos um viés mais fortemente linguístico — próximo às interpretações que enfatizam o papel estruturante da linguagem na cognição — o fazer musical poderia ser compreendido como parcialmente moldado pela língua materna do intérprete.

Cada processo interativo com o sintetizador, nesse sentido, seria um processo cognitivo atravessado pelas categorias linguísticas disponíveis ao sujeito. No caso do sintetizador, essa questão torna-se particularmente interessante, pois muitos de seus comandos — *filter, cutoff, resonance, attack, decay, sustain, release* — são amplamente padronizados em língua inglesa. Os sintetizadores consolidaram-se historicamente em um contexto tecnológico anglófono, o que também ocorre com terminologias italianas em escrita de partituras como *piano, staccato*, dentre outros. Isso pode favorecer a uniformidade terminológica global e, potencialmente, uma relativa convergência perceptiva: músicos de diferentes países aprendem a associar gestos específicos a rótulos linguísticos idênticos.

A estabilização dos termos contribui para uma estabilização das categorias de ação e escuta. Entretanto, essa uniformidade nominal não implica neutralidade cognitiva. Como observa Shapiro ao discutir o papel da linguagem na percepção, “uma língua com gênero pode impor tendência a pensar objetos segundo características estereotipicamente masculinas ou femininas”. Ou seja, a forma como nomeamos algo pode influenciar as propriedades que salientamos ou projetamos sobre ele. Transpondo essa reflexão para o campo musical, é possível supor que a denominação de um parâmetro de uma língua busquem encontros cognitivos em sua morfologia idiomática. Esses enquadramentos linguísticos podem sutilmente orientar a forma como o músico percebe e manipula o som.

Em línguas com marcação de gênero gramatical, a tradução desses termos pode carregar novas camadas semânticas. Um “filtro” masculino ou uma “ressonância” feminina, por exemplo, podem — ainda que de modo implícito — ativar associações culturais distintas. Mesmo que tais influências não determinem rigidamente a experiência sonora, elas participam da rede de significações que acompanha o gesto musical. A percepção do objeto técnico não é puramente física; ela é mediada por hábitos conceituais sedimentados linguisticamente. Todavia, sob a ótica da cognição incorporada defendida por Varela, Thompson e Rosch, a linguagem não é a instância fundadora da experiência, mas um de seus desdobramentos. A ação precede e sustenta a nomeação.

O músico aprende inicialmente pela exploração tátil e auditiva e só posteriormente consolida essas experiências em termos linguísticos. Assim, ainda que a língua possa modular a categorização e a memória dos gestos, ela não esgota o processo cognitivo. Desse modo, a prática com sintetizadores revela um equilíbrio complexo: por um lado, a padronização terminológica em inglês pode promover certa homogeneização conceitual entre músicos de diferentes contextos culturais; por outro, a experiência concreta permanece enraizada no corpo e na interação sensório-motora. A linguagem orienta, sugere, enquadra — mas é no acoplamento dinâmico entre gesto e som que o significado musical efetivamente se concretiza.

Essa discussão acerca do papel da linguagem na organização da experiência musical pode ser aprofundada quando articulada às formulações de Andy Clark, conforme interpretadas por Shapiro. Ao sistematizar as principais teses da cognição incorporada, Clark identifica ideias centrais que sinalizam uma mudança decisiva de paradigma: o corpo deixa de ser concebido como mero suporte biológico do cérebro e passa a ser entendido como parceiro ativo na produção da cognição, (Clark apud Shapiro, 2011, p.99, tradução nossa):

As seis ideias que Clark identifica como características da cognição incorporada marcam uma mudança: o corpo não é mero recipiente do cérebro, mas seu parceiro na produção da cognição. O corpo incorpora dinâmicas passivas, estrutura informações e determina assinaturas sensoriais únicas que ajudam a criar a experiência perceptiva. Corpo e cérebro dividem o trabalho cognitivo.

Segundo a leitura apresentada por Shapiro, Clark sustenta que o corpo executa comandos previamente formulados por comandos mentais ao participar estruturalmente da constituição da experiência. Ao incorporar dinâmicas passivas — como resistência muscular, limites articulares, padrões respiratórios — que moldam o fluxo da ação; estrutura informações ao filtrar, selecionar e organizar estímulos sensoriais; e determina assinaturas sensoriais específicas que configuram a maneira singular como o mundo é percebido. Em outras palavras, corpo e cérebro dividem o trabalho cognitivo, (Clark apud Shapiro, 2011, p.99).

Ao relacionarmos essa perspectiva ao uso do sintetizador, verifica-se que a padronização linguística dos comandos (como *attack*, *decay* ou *filter*) não opera isoladamente como matriz organizadora da experiência. A linguagem pode estabilizar categorias e orientar expectativas, mas é o corpo que efetivamente negocia com a materialidade do instrumento. A

resistência de um knob, o volume do som, a textura de um slider ou a latência de resposta do sistema constituem fatores que integram o processo cognitivo.

Clark, conforme apresentado por Shapiro, enfatiza que o corpo contribui para reduzir a carga computacional do cérebro ao estruturar previamente o campo de ação. No contexto musical, isso significa que muitos ajustes no sintetizador não exigem cálculos conscientes ou traduções simbólicas: acoplamentos sensório-motores estabilizados pela prática. O gesto “sabe” antes que a linguagem descreva. A memória corporal antecipa variações tímbricas com base em padrões incorporados de interação.

Essa divisão do trabalho cognitivo também relativiza a hipótese de que a língua materna determinaria integralmente o modo de pensar musicalmente. Ainda que categorias linguísticas possam influenciar a forma como o músico conceitua suas ações, a cognição musical não se reduz à codificação verbal. A experiência perceptiva é co-produzida por um sistema que envolve cérebro, corpo e ambiente técnico. Assim, mesmo que diferentes línguas atribuam gêneros ou metáforas distintas aos parâmetros sonoros, o corpo continua operando como instância organizadora fundamental da experiência.

Dessa forma, ao articular a discussão sobre linguagem, sintetizadores e cognição incorporada com as teses de (Clark apud Shapiro, 2011, p.100, tradução nossa): “Uma conclusão tentadora é que o rótulo “cognição incorporada” não se aplica a uma concepção única e unificada da mente”, reforça-se a compreensão em que o fazer musical é um fenômeno distribuído. O pensamento não está contido exclusivamente no cérebro nem exclusivamente na palavra: emana de uma rede dinâmica em que corpo, cérebro, instrumento e linguagem cooperam, (Clark apud Shapiro, 2011, p.102, tradução nossa): “Clark exemplifica a hipótese da Constituição: os constituintes da mente podem incluir elementos além dos encontrados apenas na cabeça — cérebro, corpo e mundo, ou suas interações”.

O sintetizador, nesse cenário, torna-se mais um elemento constitutivo do sistema cognitivo, no qual o corpo desempenha um papel estrutural e não acessório, devido ao fato de desencar toda uma gama de interpretativa gestual para a criatividade, (Shapiro, 2011, p.181, tradução nossa): “Cognição emerge de um círculo causal que envolve cérebro, corpo e ambiente”. A cognição háptica criativa que se estrutura do sintetizador se verifica assim — , aquela da relação entre tato, propriocepção, movimento e percepção sonora — marca que o corpo não atua como simples mediador mecânico entre intenção mental e resultado sonoro. Ao contrário, ele participa estruturalmente da constituição do pensamento musical.

Nesse contexto, o sintetizador torna-se um elemento constitutivo do sistema cognitivo ampliado, pois desencadeia uma gama interpretativa gestual que alimenta a própria criatividade. A manipulação tátil dos parâmetros — como corte de filtro, ressonância, envelope e modulação — não é apenas um meio técnico de ajuste, mas um processo exploratório no qual a percepção sonora retroage sobre o gesto, refinando-o. Essa circularidade confirma a proposição de Shapiro (2011, p. 181, tradução nossa): “Cognição emerge de um círculo causal que envolve cérebro, corpo e ambiente.”. No caso do sintetizador, o ambiente inclui tanto o espaço acústico quanto o próprio instrumento enquanto interface sensório-motora.

O pensamento musical, portanto, da interação encarnada com o dispositivo. A cognição háptica no sintetizador evidencia que o gesto não é posterior à ideia musical; ele é parte da própria formulação da ideia. Ao girar lentamente um potenciômetro de filtro, por exemplo, o músico não executa uma decisão pré-formada, mas descobre possibilidades sonoras no próprio ato de manipulação. O tato regula a pressão, a velocidade e a amplitude do movimento; a audição responde com variações tímbricas; o corpo ajusta novamente o gesto.

Forma-se um ciclo perceptivo-ativo que amplia a imaginação sonora. O sintetizador, nesse sentido, funciona como uma extensão sensível do corpo, configurando um sistema acoplado no qual percepção e ação são inseparáveis. Outra conceitualização apresentada por Shapiro contribui para aprofundar essa compreensão: a noção de sistema dinâmico aplicada ao processo cognitivo. Conforme afirma (Shapiro, 2011, p. 170, tradução nossa): “Um sistema dinâmico é qualquer sistema que muda ao longo do tempo. A teoria dos sistemas dinâmicos descreve essas mudanças por meio de espaço de estados, regras de evolução e trajetórias”.

Tal perspectiva adequa-se de maneira precisa à interação com um sistema gerador de som como um sintetizador, a qual cada configuração de parâmetros pode ser entendida como um ponto em um espaço de estados sonoros; as regras de evolução correspondem às relações internas entre módulos (osciladores, filtros, LFOs, envelopes); e as trajetórias ocorrem da manipulação gestual contínua do intérprete. Assim, a cognição háptica do sintetizador pode ser descrita como um sistema dinâmico acoplado: o gesto modifica o som, o som reorganiza a percepção, a percepção reconfigura o gesto.

Não há linearidade causal simples, mas uma coevolução temporal entre corpo e máquina. O músico navega por trajetórias sonoras, explorando timbres, estabilizando certos padrões ou desviando-se para novas configurações inesperadas. O conhecimento musical,

nesse contexto, não é apenas representacional, mas performativo e incorporado. Desse modo, compreender o sintetizador a partir da cognição háptica implica reconhecer que a criatividade sonora trata da interação sensório-motora situada. O corpo desempenha papel estrutural — e não acessório — porque é nele que se articulam percepção, gesto e escuta, formando um circuito dinâmico no qual o sintetizador participa como componente ativo do sistema cognitivo háptico-sonoro.

A cognição háptica não é estática nem centralizada, mas acopla a coordenação dinâmica entre corpo e dispositivo. Shapiro reforça essa compreensão ao afirmar (Shapiro, 2011, p. 183, tradução nossa): “O desenvolvimento do caminhar emerge de interações dinâmicas entre massas, músculos e superfícies — não de um plano cognitivo centralizado”. Esta analogia com o sintetizador é esclarecedora, assim como o caminhar não resulta da execução de um programa interno rígido, mas da auto-organização entre corpo e ambiente, a criação sonora no sintetizador não deriva exclusivamente de um planejamento mental prévio. Ela se faz das interações entre pressão dos dedos, resistência dos controles, o gesto musical pode ser compreendido como um processo de auto-organização. O músico explora o instrumento como quem aprende a caminhar: ajustando continuamente forças, equilíbrios e resistências. A textura sonora que surge é resultado de múltiplas respostas corporais.

O sintetizador integra um sistema cognitivo amplo e dinâmico, ao participar ativamente da constituição da experiência musical. A criatividade ocorre da instabilidade produtiva desse acoplamento, pequenas variações gestuais podem conduzir a grandes transformações sonoras. O pensamento musical é incorporado, situado e temporal — uma trajetória viva que se constrói na interação contínua entre corpo, máquina e ambiente acústico.

Nesse sentido, Nagy (2020) propõe o conceito de **criatividade incorporada**, segundo o qual a experiência de compor, tocar e ouvir música precisa de um espaço cognitivo e performativo em que gesto, memória e ambiente se entrelaçam. A atividade criativa, portanto, não ocorre apenas como um processo abstrato de organização sonora, mas como uma prática situada e mediada pelas experiências corporais do músico. Como observa o autor, “formas e lugares podem ser vistos como o conceito unificador da criatividade [...] é onde a criatividade musical acontece” (Nagy, 2020, p. 64, tradução nossa). Forma e lugar constituem dimensões interdependentes que organizam tanto a estrutura da música quanto o ambiente propício para a criatividade a ser produzida.

O conceito de **espaço criativo** é desenvolvido pelo autor como um campo relacional no qual a atividade musical se desenrola. De maneira semelhante ao espaço físico, que pode ser medido ou transformado, o espaço criativo apresenta diferentes níveis de profundidade e significação. Contudo, ele também possui uma dimensão intangível, dependente das interações cognitivas e performativas dos músicos. Conforme explica (Nagy 2020, p.66, tradução nossa): “o espaço criativo é frequentemente uma entidade intangível que ao mesmo tempo depende do espaço e o complementa”. O espaço criativo não se limita ao ambiente físico da performance ou da composição, mas inclui também as estruturas mentais e perceptivas que organizam o pensamento musical.

Nesse contexto, os músicos podem experimentar o espaço de duas maneiras complementares: uma relacionada às formas cognitivas e estruturais da música que está sendo composta ou executada, e outra associada ao ambiente concreto no qual a atividade musical ocorre. A interação entre essas dimensões gera aquilo que o autor denomina espacialidade criativa incorporada, resultante da articulação entre processos cognitivos e ações performativas. Como sintetiza (Nagy 2020, p.69, tradução nossa), “o espaço criativo incorporado não é dado; ele é criado — composto e performado”. Assim, o espaço criativo é continuamente produzido pelas ações e interações dos músicos, configurando-se como um espaço vivo e dinâmico.

Essa concepção dialoga com a teoria da cognição musical incorporada desenvolvida por Marc Leman, segundo a qual a experiência musical está profundamente relacionada às ações corporais e aos processos sensório-motores envolvidos na escuta e na performance musical. Nesse sentido, os músicos agem no espaço criativo, e o transformam por meio de gestos e intencionalidades expressivas, podendo “moldar a experiência musical e sua significação” por meio da articulação corporal e da interação com o ambiente (Leman apud Nagy, 2020, p.71, tradução nossa).

Outro diálogo importante apresentado por Nagy ocorre com as reflexões de Arnie Cox sobre a relação entre corpo e experiência musical. Cox propõe a chamada hipótese mimética, segundo a qual a percepção musical envolve processos de imitação corporal implícita, mobilizando respostas físicas e mentais durante a escuta e a performance musical. Essa perspectiva baseia-se na ideia de imitação incorporada, na qual ouvir música pode envolver processos de simulação motora e imaginativa relacionados ao movimento e à ação musical (Cox apud Nagy, 2020, p.71).

Nagy também dialoga com a proposta estrutural do compositor Claus-Steffen Mahnkopf, que compreende a estrutura musical como um fenômeno multidimensional. De acordo com essa perspectiva, a organização da música pode ser pensada em quatro dimensões: o espaço acústico, a dimensão melódica (linearidade ou horizontalidade), a dimensão harmônica (verticalidade) e a dimensão tímbrica associada à orquestração (Mahnkopf, apud Nagy, 2020, p.71). Essa abordagem reforça a ideia de que a estrutura musical pode ser compreendida como um campo de relações espaciais que orientam a organização do material sonoro.

Quando aplicada ao contexto da criação com tecnologias musicais, como sintetizadores e interfaces digitais, ocupa de forma clara a relação entre corpo, espaço e estrutura sonora. A manipulação de parâmetros — como frequência, modulação, filtragem e envelope — envolve gestos físicos e processos de escuta que orientam a descoberta de novas possibilidades sonoras e atrelam respostas corporais. Logo, o sintetizador pode ser entendido como um ambiente de experimentação em que o músico estabelece uma relação sensório-motora com o som. Assim, a manipulação de interfaces sonoras transforma-se em um processo de exploração criativa no qual percepção auditiva, ação corporal e organização estrutural se articulam continuamente. O espaço criativo torna-se, portanto, um campo de possibilidades em que o músico constrói sua própria experiência musical. À medida que passam a conhecer e explorar esse espaço, ele pode se tornar um ambiente de experimentação, descoberta e ampliação das possibilidades criativas (Nagy, 2020, p.69).

Dando continuidade ao conteúdo, Myin e Degenaar (2014), a noção de contingências sensório-motoras aprofunda a compreensão da cognição como um processo fundamentalmente incorporado. A percepção surge como o resultado de uma sensibilidade prática às regularidades que se apropriam da interação entre organismo e ambiente. Assim, a experiência perceptiva é constituída por padrões de ação possíveis, e não por conteúdos mentais estáticos (Myin e Degenaar, 2014). Aplicando essa perspectiva à relação entre corpo e sintetizador, observa-se que o músico não necessita representar internamente as propriedades sonoras do instrumento para operá-lo de maneira expressiva. Em vez disso, ele desenvolve uma forma de “sintonia” com o instrumento, baseada em um histórico de interações corporais.

Essa sintonia corresponde ao que Shapiro descreve como uma sensibilidade adquirida às variações dos estímulos em função do movimento, permitindo antecipações práticas no

nível da ação (Myin, Degenaar, 2014, p. 94, tradução nossa): “A sintonia com contingências sensório-motoras significa que um organismo desenvolve sensibilidade às mudanças nos estímulos em função do movimento.”. Shapiro destaca que essa adaptação às contingências sensório-motoras não implica, necessariamente, a presença de representações internas. O fato de um organismo agir adequadamente em relação ao ambiente não significa que o represente simbolicamente.

Como exemplificado na obra, estruturas corporais podem mediar a ação de forma direta, sem recorrer a descrições internas do mundo (Myin, Degenaar, 2014, p.94, tradução nossa): “Essa adaptação não exige necessariamente representações internas. Por exemplo, as asas permitem que um pássaro voe sem que ele represente o ambiente.”. No contexto do sintetizador, isso significa que o corpo do músico atua como meio de acoplamento direto com o som, operando por meio de habilidades incorporadas, e não exclusivamente por mediação conceitual. Essa abordagem é reforçada pela perspectiva enativista discutida por Myin e Degenaar, segundo a qual a cognição deve ser entendida como algo que remonta à atividade de um organismo situado. Lembrando que o enativismo é uma abordagem nas ciências cognitivas que entende a mente não como um processador interno de representações, mas como um processo ativo de “trazer à tona um mundo” (*enaction*) através da interação corpo-ambiente

A manipulação do sintetizador não pode ser reduzida à execução de comandos previamente representados na mente, trata-se, sobretudo, de um processo dinâmico em que o gesto corporal e o feedback sonoro se co-determinam continuamente. O instrumento, longe de ser um elemento passivo, participa ativamente da constituição da experiência musical, oferecendo resistências e possibilidades que orientam a ação. Essa perspectiva permite compreender o sintetizador como parte constitutiva do sistema cognitivo do músico. Em consonância com a tese da cognição incorporada, a atividade musical se faz com padrões de interação entre corpo, cérebro e ambiente técnico.

A compreensão da cognição incorporada estabelece o ponto de partida para pensar a prática musical como fenômeno distribuído. Conforme Myin e Degenaar (2014), a cognição não pode ser reduzida a processos internos abstratos, pois envolve diretamente o corpo e sua inserção no ambiente. No contexto do sintetizador, isso implica reconhecer que o fazer musical não ocorre apenas no nível mental, mas da interação concreta entre o músico e a

interface do instrumento. A capacidade da música de afetar dimensões afetivas, sociais e cognitivas reforça esse caráter ampliado da cognição.

No contexto do sintetizador, tais processos podem ser observados na forma como o músico antecipa resultados sonoros com base em experiências anteriores. Ainda assim, esses processos não se restringem ao nível representacional, pois estão profundamente enraizados na prática corporal. De fato, a cognição musical parece depender de uma articulação entre restrições do corpo e regularidades do ambiente. Shapiro sugere que a mente humana opera tanto a partir de limitações sensoriais quanto de padrões aprendidos culturalmente (Myin, Degenaar, 2014).

No sintetizador, isso se manifesta na forma como a ergonomia da interface e os hábitos musicais do sujeito moldam conjuntamente a produção sonora. A interconexão entre percepção, movimento e emoção é outro ponto central. A percepção musical está integrada a sistemas motores e afetivos, formando uma rede complexa (Myin, Degenaar, 2014). No sintetizador, esse sistema se concretiza na interação contínua entre gesto e som, o que fortalece o caráter tátil musical. Essa dinâmica é sustentada por fatores físicos, culturais e biológicos. O sintetizador exemplifica isso, funcionando como parte ativa do sistema cognitivo. No plano teórico, o enativismo reforça a primazia da incorporação sobre a representação.

Assim, tocar um sintetizador implica em reconfigurar a natureza do fazer musical, com novos horizontes de exploração do som. A partir disso a forma percepção de qualidades como cor — ou, analogamente, timbre — depende da interação com o ambiente. No sintetizador, o timbre não é meramente um dado, mas algo explorado ativamente pelo corpo. Essa perspectiva reforça que diferenças perceptivas decorrem de diferentes padrões sensório-motores. Cada interface de sintetizador, portanto, engendra formas distintas de experiência musical. A sintonia com essas contingências resulta de um histórico de interações (Myin, Degenaar, 2014, p. 94).

O músico desenvolve, assim, uma memória corporal que orienta sua prática. Importante notar que essa adaptação não exige representações internas. O corpo pode operar diretamente no mundo, sem mediação simbólica constante. A abordagem enativa (interação ativa entre o organismo e o meio) sustenta que essas adaptações mantêm sua eficácia causal sem serem representacionais, conectando passado e presente na ação (Myin, Degenaar, 2014, p. 94). No contexto do sintetizador, isso significa que o pensamento musical surge da própria

prática incorporada, consolidando o corpo como elemento central na constituição da cognição sonora.

Conforme Marr e Pylyshyn (apud Riener; Stefanucci, 2014, p. 100, tradução nossa), a ideia de que “percepção e ação implica que percepção e ação são funções separadas e distintas” sustenta que “os estágios iniciais da visão são totalmente separados e distintos das funções que recebem informações ou representações visuais”. Ainda segundo essa perspectiva, “a percepção é unitária e distinta, e suas saídas não são afetadas pelos processos que as recebem como ação ou cognição” (Marr Pylyshyn, apud Riener; Stefanucci, 2014, p. 100).

Assim é a interação é conduzida por uma relação mais íntima com os parâmetros fundamentais do som, como frequência, amplitude e modulação, desenvolvendo uma escuta crítica e uma compreensão aprofundada da dimensão timbre musical (Ribeiro, 2022). Por isso, o comportamento motor-gestual faz parte do processo criativo, consequentemente a memória estimulada pela corporeidade desencadeia um lapso criativo que não pode ser alcançado em sintetizadores que não possuem a experiência plena tangível-motora, como é o caso de emuladores de sintetizadores com o toque através de tela ou do mouse.

A escuta participa da prática criativa de uma forma que vai além daquela em instrumentos acústicos, seja pela variedade de qualidades sonoras oriundas do sintetizador, seja pela manipulação de parâmetros sonoros. O sintetizador possibilita um caminho de interatividade que seria mais próximo de uma abrangência que se relaciona com as artes plásticas, como ocorre para o pintor, uma organização prévia ao preparar as tintas, antes de começar a pintar, um processo criativo semelhante ocorre para quem utiliza um sintetizador — um processo que envolve a escolha das cores que darão expressividade à sua arte.

Como observa Iazzetta (2009), nos instrumentos eletrônicos interativos, as relações entre o gesto e o resultado sonoro não estão fisicamente atreladas ao instrumento, mas fazem parte de seu próprio projeto. Isso significa que, assim como os sons são sintetizados artificialmente, também é necessário sintetizar o modo como eles são produzidos. Nos instrumentos acústicos, as leis mecânicas garantem uma correspondência direta entre o gesto do intérprete, a energia aplicada e a resposta sonora — o toque, a vibração e a ressonância coexistem em um mesmo processo. Já nos instrumentos eletrônicos, essa continuidade se rompe: o tocar e o soar passam a ser mediados por um conjunto de etapas tecnológicas que definem novas formas de relação entre corpo e som.

Surge, então, a necessidade de um elemento mediador — a interface — que traduz e conecta a ação do músico aos processos de geração sonora. Essa interface, segundo Iazzetta, constitui-se como o elo entre os gestos e os sons, e seu design passa a ser parte constitutiva do instrumento, determinando o modo de operação e as possibilidades expressivas. Tocar um sintetizador implica lidar com uma mediação projetada, em que tanto o mapeamento gestual quanto às estratégias de escuta e performance precisam ser construídos. Se, nos instrumentos tradicionais, o gesto já contém em si a resposta sonora esperada, no meio eletrônico é necessário inventar e projetar tais correspondências. Assim, a experiência criativa com o sintetizador envolve um processo duplo: a criação do som e, simultaneamente, a criação da relação entre corpo e som. O design das interfaces, portanto, influencia diretamente o modo como o músico se expressa.

Iazzetta (2009) ressalta que as interfaces mais simples — como o teclado tradicional, o mouse e o computador — tornam-se eficazes justamente por sua generalidade e facilidade de uso, mesmo que limitem a complexidade dos gestos expressivos. Por outro lado, as chamadas interfaces multimodais, capazes de capturar múltiplos tipos de gestos e informações corporais, expandem as possibilidades expressivas, mas também demandam um esforço maior de aprendizado e adaptação. O sintetizador se estabelece como um instrumento que amplia o espectro sonoro e redefine a própria noção de corporeidade musical, ao deslocar a experiência do toque direto para uma mediação projetada, na qual o gesto é recriado, traduzido e reinterpretado tecnologicamente.

Nesse contexto, o mapeamento entre gesto e som torna-se uma questão central. A performance com instrumentos eletrônicos interativos demanda o estudo dos gestos musicais em suas dimensões simbólica, energética e expressiva, de modo a compreender como esses gestos podem ser reconfigurados dentro de um sistema mediado tecnologicamente. O músico torna-se, assim, o projetista de sua própria mediação, responsável por desenhar a relação entre corpo e som, redefine as fronteiras entre composição, execução e escuta, Iazzetta (2009), Ribeiro (2018).

Portanto, a prática performática com sintetizadores não se resume à execução de sons previamente determinados, mas envolve um processo contínuo de criação, experimentação e ajuste entre o gesto e o som. O resultado é uma corporeidade reinventada, na qual o corpo do intérprete, a máquina e o som coexistem num mesmo sistema interativo, em permanente negociação entre controle e imprevisibilidade.

A base teórica que sustenta essa perspectiva está ancorada no conceito de cognição incorporada (*embodied cognition*), segundo o qual os processos cognitivos estão intrinsecamente ligados às experiências corporais e ao contexto físico da ação: “Dentro dessa estrutura de cognição incorporada, a exploração háptica pode contribuir para a cognição e aprendizagem”, (Novak, 2020, p. 4, tradução nossa). O sintetizador é repleto de experiências corporais que justificam seu uso através de uma ação direcionada a criatividade e a escuta. Logo a forma de desenvolvimento da escuta oriunda do sintetizador faz com que sua interação seja estruturadora no domínio auditivo formal, por envolver o corpo em movimento com gestos motores associados à produção sonora, algo que resulta de um processo criativo com estímulos sensoriais que trespasse a mera escolha de notas no teclado.

Essa integração entre corpo, percepção, movimento e som é intensificada pelo papel da **exploração háptica** — entendida como a interação ativa do tato com os objetos — no processo da interação tátil sensível ao toque. Conforme Novak (2020), a exploração háptica proporciona estímulos sensoriais adicionais, mas também contribui para a formação de representações mentais mais ricas e duradouras. A manipulação de objetos, como os controles de um sintetizador, constitui um tipo aprendizagem que é dinâmica, por ter um viés que incita diretamente a criatividade.

Desenvolver o timbre é uma escolha criativa que comporta um aprendizado, seja pelo reflexo espacial, proveniente de uma memória geográfica contida na espacialidade do uso do equipamento, seja pela memória gestual, oriunda da gestualidade motora, o que favorece a internalização de conhecimento funcional, mecânico e sensório-motor, (Sedlmeier; Weigelt; Walther, 2011, p. 5, tradução nossa): “As incorporações tornam-se estabelecidas na memória como partes das representações de situações familiares, como a sequência de receber um presente, sentir uma emoção positiva e sorrir.”, o que pode ser armazenado na memória de longo prazo e reativado em contextos futuros, assim como ocorre frequentemente com memórias afetivas.

Após repetidas jornadas criativas e uso constante do sintetizador, o desenvolvimento ocorre de uma forma a se chegar a certos caminhos timbrísticos, o que, com o tempo, será bem fixado e cada vez mais fluída se dará a interação. A performance musical mediada tecnologicamente torna-se, assim, um espaço de experimentação, no qual se tensionam os limites entre controle e imprevisibilidade, entre a ação humana e a resposta maquínica — configurando um fazer musical que se relaciona entre o gesto e a escuta, e a incorporação de

forma mais estruturada, pois se estabelece por caminhos afetivos entre o corpo e o fazer. Neste cenário, insere-se também o conceito de *Object-Based Learning (OBL)*, ou aprendizagem baseada em objetos, que enfatiza a importância do contato físico com artefatos reais como ferramenta para a construção ativa do conhecimento (Kolb, apud Novak, 2020, p. 8, tradução nossa):

A OBL baseia-se no ciclo de aprendizagem experiencial de Kolb (1984), que — referindo-se a Dewey (1899) e Piaget (1929) — conecta quatro áreas: “experiência concreta/sentir”: uma nova experiência é adquirida ou uma experiência existente é reinterpretada; “observação reflexiva da experiência”; “conceitualização abstrata/pensar”: a reflexão ajuda a formular uma nova ideia ou modificar um conceito existente; “experimentação ativa/fazer”: a nova ideia é aplicada, e o aprendiz observa o que acontece. O ciclo pode ser iniciado em qualquer ponto, mas os estágios devem ser seguidos em sequência.

A OBL é multissensorial, construtivista e fundamentada no ciclo de aprendizagem experiencial proposto por Kolb (Kolb, apud Novak, 2020, p. 8), que articula quatro estágios: experiência concreta, observação reflexiva, conceitualização abstrata e experimentação ativa. No caso do sintetizador, essa abordagem permite uma interação direta entre ação, percepção, reflexão e memória musical, promovendo a produção sonora, a escuta atenta, a memória auditiva e a consciência timbrística.

Segundo Papetti (2018), a interação háptica tem o potencial de “melhorar muito a usabilidade, o engajamento, a capacidade de aprendizado e a experiência geral do usuário, com requisitos mínimos ou inexistentes de atenção visual constante” (Papetti; Saitis, 2018, p. 23, tradução nossa). Isso significa que, na prática musical, o corpo pode se orientar por sensações táteis e movimentos corporais sem depender unicamente da visão, permitindo uma imersão mais profunda e intuitiva na manipulação sonora.

O sintetizador, nesse sentido, não é apenas uma interface técnica, mas um dispositivo que se torna expressivo à medida que o corpo interage hápticamente. A criatividade, nesse contexto, é o resultado de uma relação dinâmica entre o gesto corporal, a escuta atenta e a resposta háptica do instrumento. A improvisação, a exploração de texturas e timbres inusitados, o uso não convencional dos controles e até a construção de significados simbólicos a partir da interação com o sintetizador revelam como o corpo e o toque são elementos fundantes da criação musical. Não se trata apenas de operar uma máquina, mas de desenvolver um vocabulário próprio de expressão a partir da sensibilidade motora e tátil.

A relação entre o músico e o sintetizador pode ser compreendida a partir de uma perspectiva háptica e motora, em que o corpo atua como elemento sensível e agente na produção sonora. A interação com o sintetizador não se dá apenas por comandos racionais ou escolhas auditivas, mas por uma resposta física e sensorial que o instrumento gera no músico. De acordo com Papetti (Papetti; Saitis, 2018, p.21, tradução nossa): “troca háptica íntima e rica com seus instrumentos, (...) uma interação verdadeiramente incorporada que é difícil de encontrar em outros contextos homem-máquina”.

Compreender o que o corpo do músico “sente” em relação ao instrumento. o que no contexto do sintetizador, acontece por meio pelo toque de botões, knobs, sliders e teclas sensíveis que produzem feedbacks sonoros e táteis, e possibilitam caminhos sonoros inesperados que podem ensejar um traçado musical. O músico ajusta suas ações não somente com base no som que ouve, mas também na sensação mecânica gerada pela interface do sintetizador.

O feedback háptico carrega informações sobre o comportamento do instrumento que se relaciona com o feedback acústico, a vibração do som, o resultado sonoro, desencadeado pela escuta proveniente do som que emana das caixas de som (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 46, tradução nossa): “O músico pode ajustar suas ações com base na comparação entre a sensação do instrumento e uma sensação desejada ou esperada”. Isso permite ao músico desenvolver um tipo de escuta que é sentida pelo corpo, em que o tato e a resistência da interface sugerem formas alternativas de manipulação sonora. Essa corporalidade expressiva, estimulada pela interação direta com os parâmetros sonoros, reforça a ideia de que o sintetizador não é meramente um controlador eletrônico, mas uma extensão tátil do corpo do músico.

Nesse sentido, os instrumentos musicais que engajam de maneira háptica são aqueles cuja atribuição motora está bem ajustada às capacidades gestuais humanas – instrumentos que exigem algo sensível ao toque, com uma amplitude bem definida, mas que ao mesmo tempo oferecem resistência suficiente para controle refinado (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 54, tradução nossa): “o esforço necessário para produzir o som desejado está num nível que não cansa os músculos, mas que oferece resistência suficiente para controle preciso”.

Tal característica ocorre no sintetizador, cuja manipulação dos parâmetros fundamentais do som (frequência, amplitude) permite ao músico experimentar sonoridades que são percebidas de forma simultânea pelo ouvido e pelo tato. A percepção tátil-sonora cria

um “circuito de escuta” que vai além da audição tradicional: o músico passa a antecipar sensações e respostas do instrumento com base em seu repertório corporal e em sua memória motora. O mapeamento sonoro consiste em uma habilidade musical está inserida na capacidade de prever o som que o instrumento produzirá a partir de determinado movimento e ajustar esses gestos em tempo real (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 55, tradução nossa): “prever o som que o instrumento vai produzir para um determinado movimento e ajustar os movimentos com antecedência ou em tempo real”.

Essa antecipação é perceptível na prática com sintetizadores, em que pequenas variações na rotação de um *knob*, por exemplo, podem desencadear transformações significativas no som. (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 55, tradução nossa): “Instrumentos musicais são uma classe muito especial de objetos — projetados para responder ao menor movimento”. Essa experiência sensório-motora tende a “desaparecer” da consciência do músico experiente, tornando o instrumento uma verdadeira extensão do corpo.

Nesse estado de fluidez de performance, o músico não pensa nos gestos ou nas funções específicas dos controles, mas sim age diretamente sobre o som, como se estivesse moldando-o com as mãos, tal qual previa a música concreta, num processo contínuo de feedback e criação, (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 50, tradução nossa): “O músico não está tocando apenas o instrumento, mas sim “tocando” as dinâmicas acopladas de seu corpo e do instrumento”. O corpo passa a operar em um “loop-motor” com o instrumento, em que não há tempo para mediações cognitivas complexas – trata-se de uma interação direta, tátil, quase instintiva

Portanto, o uso criativo do sintetizador configura uma complexa rede de relações entre corpo, escuta, interface e som, em que o gesto motor e o feedback sensorial (tátil e auditivo) são fundamentais. A proposta deste estudo, então, é refletir sobre como o sintetizador, ao contrário de ser apenas um equipamento técnico, constitui-se como um dispositivo artístico interativo, que instiga o músico a desenvolver sua escuta, sua corporeidade musical e sobretudo a criatividade. Esse entendimento se alinha à noção de que o instrumento musical é uma ferramenta especializada, difícil de superar, justamente por ser desenhada para responder aos menores gestos e provocar, com isso, uma resposta criativa que se refina com a experiência (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p. 55).

Matyja (2010) reforça essa perspectiva ao argumentar que as teorias tradicionais da cognição musical, baseadas em modelos simbólicos, negligenciam o papel do corpo e da ação

sensorio-motora na compreensão da música. Para Matyja, o corpo não é um instrumento de execução, mas parte do próprio sistema cognitivo, operando como mediador entre percepção e pensamento musical. Essa compreensão destaca a importância da experiência prática e da corporeidade como elementos essenciais da aprendizagem musical. De forma convergente, Nagy (2020) propõe o conceito de criatividade incorporada, sustentando que a experiência de compor, tocar e ouvir música vem de um espaço cognitivo e performativo em que gesto, memória e ambiente se entrelaçam. A interação com o sintetizador, exemplifica essa relação, pois envolve o corpo como agente criador e cognitivo, transformando a manipulação de parâmetros sonoros em um processo de descoberta e significação.

Korsakova-Kreyn (2015) aprofunda essa discussão ao sugerir que a cognição musical incorporada atua em dois níveis complementares: o nível visível da articulação corporal — como movimentos e sincronizações — e o nível interno das reações musculares e perceptivas desencadeadas pela estrutura sonora. Nessa mesma direção, Ferrer (2008) aplica a teoria da cognição incorporada ao estudo do timbre, defendendo que a percepção das qualidades sonoras está diretamente ligada às reações corporais. No contexto do sintetizador, o timbre deixa de ser uma entidade abstrata e passa a ser vivenciado corporalmente — resultado de gestos, movimentos e respostas sensoriais que se fixam na memória sonora.

Esse acoplamento, no ponto de contato entre ambos, envolve trocas constantes de energia e informação, mediadas pela força, velocidade e resistência presentes na interface. Essa abordagem oferece um novo olhar sobre o gesto musical, compreendendo-o não como um simples comando que ativa sons, mas como um processo contínuo de escuta e resposta sensorio-motora. O feedback tátil, nesse contexto, torna-se tão importante quanto o feedback sonoro: sensações de resistência, se o knob é rotativo ou deslizante, sua textura, a pressão ou a leveza são interpretadas pelo corpo como informações valiosas sobre o comportamento do instrumento (O'Modhrain; Gillespie, 2018, p.46). Essa compreensão amplia a ideia de musicalidade para além da técnica ou da harmonia ou da escuta no sentido formal da percepção musical: o músico torna-se um agente que escuta com o corpo, ajustando seus movimentos em tempo real a partir da comparação entre sensações atuais e sensações esperadas.

A prática com o sintetizador, assim, envolve uma relação intuitiva e sensível com o som, em que o instrumento não é apenas tocado, mas moldado em respostas corporais. Tocar um sintetizador é, portanto, participar de uma rede de retroalimentação sensorial, em que o

tato e o som se entrelaçam na construção do gesto expressivo (O'Modhrain; Gillespie, 2018, p.58, tradução nossa): “A tela sensível ao toque, por exemplo, não possui as propriedades mecânicas de um teclado e também carece de pistas táteis incidentais” Diferentemente de uma interface digital plana, como uma *touchscreen*, a superfície do sintetizador fornece reflexos físicos mais bem definidos de controle: bordas, texturas, resistências e alturas que permitem ao intérprete agir com precisão e desenvolver uma memória háptica da performance (O'Modhrain; Gillespie, 2018, p.58).

Isso reforça a ideia de que a incorporação sensório-motora do toque e da escuta, o engajamento corporal com o instrumento colabora para a expressividade. O sintetizador é uma interface que responde dinamicamente à ação do músico, permitindo formas expressivas que integram a corporeidade e que resulta num extrato criativo que vem a ser o resultado de uma experiência corporal associada a escuta e no sintetizador tornam-se reflexões criativas sobre timbres e gestos.

A experiência musical mediada por instrumentos como o sintetizador, quando analisada sob a ótica da cognição incorporada e da aprendizagem sensório-motora ressalta a ideia de que, como argumenta (Novak, 2020), o corpo humano não é um receptor passivo, mas um sistema perceptivo altamente ajustado, que interage com o ambiente por meio de comportamentos motores intrincados. Essa interação ativa com o ambiente, por meio do tato, da pressão e da resistência, é crucial para a construção de conhecimento e para o desenvolvimento de habilidades expressivas — inclusive musicais.

Ao explorar o sintetizador com as mãos, o músico se engaja em uma atividade sensório-motora complexa que envolve antecipação, memória tátil e coordenação fina, e assim relaciona-se com o ambiente criativo do sintetizador, o qual aflora o tato, a escuta, a expressividade e a construção do conhecimento musical. Esse entendimento reforça a visão de (O'Modhrain; Gillespie, 2018, p.59, tradução nossa), sobre o papel do corpo como elemento sensível na performance musical: “A ideia de que o instrumento se torna uma extensão do corpo do músico torna-se bastante concreta quando as dinâmicas acopladas do instrumento e do instrumentista são explicitamente modeladas”. O autor argumenta que grande parte da habilidade expressiva está ligada à capacidade do músico de prever os efeitos sonoros de seus gestos, ajustando-os em tempo real com base nas respostas táteis e auditivas. O que está em jogo aqui não é apenas a percepção auditiva do som, mas uma integração tátil-auditiva contínua que transforma o gesto técnico em gesto expressivo.

Como Novak (2020) complementa, a exploração háptica — ou seja, a interação física e ativa com objetos — gera representações mentais duradouras que podem ser evocadas mesmo na ausência do objeto, o que explica por que músicos experientes conseguem “sentir” o instrumento mesmo antes de tocá-lo. Tais elementos oferecem ao músico o desenvolvimento de um vocabulário gestual refinado, e esse vocabulário não é apenas técnico, mas também expressivo, pois permite ao intérprete improvisar, explorar e construir significados sonoros com base na resposta do instrumento. Novak acrescenta que a manipulação de objetos reais, como parte da aprendizagem baseada em objetos (*Object-Based Learning*), favorece o engajamento, a compreensão e a retenção do conhecimento (Novak, 2020, p. 8), o que se aplica diretamente à experiência musical com instrumentos físicos.

A corporeidade da performance musical também está fortemente relacionada à resposta biomecânica do corpo, como discutem O’Modhrain e Gillespie, os músculos, enquanto sistemas elásticos, desenvolvem força e tensão com base em fatores como o estado mecânico e o nível de ativação (O’Modhrain; Gillespie, 2018, p.59, tradução nossa): “Nossa tese, isto é, que a interação músico-instrumento é, na prática, um acoplamento dinâmico entre um sistema mecânico e um instrumentista biomecânico”.

Essa perspectiva é ampliada quando se considera a complexidade da percepção tátil e proprioceptiva. Como descreve Hayward (2018), a pele e os músculos abrigam diferentes tipos de receptores que, ao serem estimulados, codificam informações como textura, direção da força, vibração e resistência em alta percepção de como os músculos tencionam, (Hayward, 2018, p. 76, tradução nossa): “Os músculos são essencialmente sistemas elásticos que desenvolvem força tensional, dependendo de vários fatores, incluindo seu nível de ativação e seu estado mecânico.” Essa rede de sinais motores e sensoriais é o que possibilita ao músico sentir o instrumento de forma integrada, interpretando seu comportamento não apenas por meio do som, mas também pelo que o corpo percebe através dos músculos ao se tencionar para diferentes tarefas.

O toque ativo — aquele em que o sujeito explora voluntariamente o objeto — na prática musical é possível verificar que a maioria da gestualidade relacionada à prática instrumental reside neste entendimento de toque ativo (Hayward, 2018, p. 101, tradução nossa): “o toque ativo envolve a excitação simultânea dos receptores nas articulações e tendões, juntamente com novos e mutáveis padrões na pele.”. Hayward (2018) explica que o toque ativo envolve receptores na pele, nas articulações e nos tendões, gerando padrões

sensoriais e dinâmicos. Novak (2020) reforça essa noção ao afirmar que a manipulação ativa de objetos concretos está associada a formas primárias de aprendizagem, que são inconscientes, motivadas e eficientes.

A integração entre som e tato se manifesta também na vibração do instrumento durante a execução. Ainda que muitos sintetizadores não produzam vibrações acústicas perceptíveis, há sim um retorno quando há o uso de fones de ouvido ou com um sistema de som bem estruturado.

Instrumentos musicais, (O'Modhain; Gillespie, 2018, p.52, tradução nossa): “Um instrumento musical ideal é uma máquina que estende o corpo humano”, como o violino ou o como o sintetizador, envolvem o corpo do músico em um processo vibracional intenso, que reforça a percepção de ressonância do objeto, e como a geração de som se associa ao instrumento e ao corpo, formas de interatividade corporal denominadas de pistas hápticas. Essas pistas hápticas, como Saitis, Järveläinen e Fritz (2018, p. 139, tradução nossa) afirmam: “altura, tempo, articulação, dinâmica, timbre — o músico integra pistas hápticas (...) para ajustar sua técnica de execução”, e assim têm um papel direto no controle da ação musical, guiam a dinâmica, a articulação, a escolha de timbres e até a estruturação temporal da performance.

Isso demonstra que a percepção háptica integra informações táteis que formam a base para o controle motor preciso e para a expressão musical (Fontana et al., 2018,p.101). A incorporação de feedback vibrotátil reforça a comunicação sensorio-motora entre músico e instrumento, ampliando as possibilidades expressivas e técnicas. E assim, justificar a investigação da prática musical com sintetizadores a partir da lente da cognição incorporada e da háptica é fundamental para preencher uma lacuna teórica e experimental no que concerne o fazer musical e a criatividade. A percepção háptica musical, mesmo em operações que possam parecer simples, como o acionamento de um parâmetro em um sintetizador que produz uma sutil variação tímbrica, é influenciada por processos sensoriais e pelos mecanismos de aprendizagem.

Nessa perspectiva, uma ação gestual pode ser compreendida como parte de um sistema de processamento de padrões composto **por três módulos**, conforme Leman e Maes (2014, p. 83): **aprendizado, previsão e associação**. Segundo os autores, esse processamento consiste em: "(1) um módulo de **aprendizado de padrões**", que organiza estruturas musicais na memória; "(2) um módulo de **previsão de padrões**" que usa a entrada musical e estruturas

previamente aprendidas para prever o próximo elemento; (3) um módulo de “**associação de padrões**” que relaciona as consequências dessas previsões a resultados cognitivos, emocionais e motores” (Leman; Maes, 2014, p. 83). Esse modelo oferece uma base para compreender como a interação com o sintetizador articula aprendizagem, antecipação e construção de significado durante a prática musical. **Aprendizado**, responsável pela organização de estruturas na memória. **Previsão**, que antecipa eventos musicais. **Associação**, que relaciona essas previsões a respostas cognitivas, emocionais e motoras.

No **eixo do aprendizado sensório-motor**, a repetição de gestos instrumentais, associada ao feedback tátil, proprioceptivo e vibrotátil, favorece a consolidação de padrões motores internalizados que transcendem o processamento exclusivamente auditivo. No **eixo da associação perceptivo-expressiva**, as informações provenientes dos sistemas sensoriais e os processos de previsão são integrados a dimensões cognitivas, emocionais e motoras, contribuindo para a construção do significado musical. Nessa perspectiva, as pistas hápticas associadas à altura, dinâmica, articulação e timbre desempenham papel central na orientação da performance, permitindo ao intérprete realizar ajustes finos na execução e estabelecer relações expressivas mais consistentes entre gesto e som (Saitis; Järveläinen; Fritz, 2018, p. 139). Desse modo, a experiência háptica deixa de constituir apenas um suporte para o controle motor e passa a integrar os processos perceptivos e expressivos que sustentam a interpretação musical.

No **eixo da previsão multissensorial**, a antecipação dos eventos musicais não depende apenas de expectativas auditivas, mas também da integração de informações táteis, proprioceptivas e motoras. O conceito de toque ativo proposto por Hayward (2018, p. 101) descreve a exploração háptica como um processo em que receptores localizados na pele, nas articulações e nos tendões são simultaneamente estimulados, produzindo informações dinâmicas que subsidiam a ação em tempo real.

Sob essa perspectiva, a interação entre músico e instrumento pode ser compreendida como um sistema de acoplamento dinâmico entre componentes mecânicos e biomecânicos, no qual os músculos, enquanto sistemas elásticos, modulam continuamente a força tensional em função de seu estado mecânico e do nível de ativação (O'Modhrain; Gillespie, 2018, p. 59). Complementarmente, Hayward (2018, p. 76) reforça que o sistema responsável pelo toque é capaz de constituir uma base sensorial para o controle da ação.

Dessa forma, o músico desenvolve a capacidade de antecipar as consequências de suas ações durante a execução. Essa capacidade preditiva está diretamente relacionada ao acoplamento contínuo entre percepção e ação descrito por O'Modhain e Gillespie (2018, p. 59), segundo os quais a resposta muscular é continuamente ajustada em função das características mecânicas do corpo e da interação com o instrumento. Em conjunto com as contribuições de Hayward (2018), essa perspectiva evidencia que a codificação de atributos como textura, vibração, força e resistência desempenha papel fundamental na consolidação de memórias motoras e na formação de representações corporificadas da prática musical.

Quando essa perspectiva é aplicada ao uso do sintetizador, observa-se que a exploração tátil dos controles contribui para a formação de modelos internos que relacionam gestos específicos às modificações tímbricas produzidas pelo instrumento. À medida que essas associações entre movimentos, parâmetros de controle e respostas sonoras são assimiladas pelo músico, torna-se possível prever os efeitos físicos e sonoros decorrentes de suas ações. Dessa forma, a previsão multissensorial funciona como um mecanismo de calibração contínua, diminuindo a incerteza durante a execução musical e aperfeiçoando o controle motor por meio da integração entre percepção, ação e feedback sensorial (Hayward, 2018, p. 101).

À luz dessas considerações, pode-se compreender que a cognição musical incorporada configura um sistema dinâmico em que ação, percepção e ambiente tecnológico se articulam de maneira integrada. Sob essa perspectiva, a prática musical mediada por sintetizadores constitui um contexto para a investigação da cognição distribuída, uma vez que o gesto expressivo emerge da interação contínua entre as capacidades corporais do músico, as restrições materiais do instrumento e as possibilidades de ação oferecidas pela interface sonora. Como argumentam Myin e Degenaar (2014), a cognição pode ser compreendida sem a necessidade de representações internas rígidas, emergindo diretamente das contingências sensório-motoras estabelecidas entre organismo e ambiente. Essa perspectiva reforça a ideia de que o conhecimento musical se forma a partir de um histórico de acoplamentos corporais situados, nos quais a ação e a percepção se co-determinam continuamente.

Essa abordagem se articula com a noção de acoplamento dinâmico entre sistemas mecânicos e biomecânicos proposta por O'Modhain e Gillespie (2018, p. 59, tradução nossa), ao afirmarem que: “a interação músico-instrumento é, na prática, um acoplamento dinâmico entre um sistema mecânico e um instrumentista biomecânico.” Nesse contexto, o

corpo entrelaça o instrumento a partir do toque, o corpo participa de um grande acoplamento para que a criatividade possa assumir seu papel. De forma complementar, Hayward (2018, p. 101, tradução nossa) destaca que o toque ativo envolve a integração simultânea de múltiplos sistemas sensoriais, ao afirmar que: “o toque ativo envolve a excitação simultânea dos receptores nas articulações e tendões, juntamente com novos e mutáveis padrões na pele.” Essa integração sensorial permite compreender que a experiência musical não é exclusivamente auditiva, mas háptico-auditiva, envolvendo pele, músculos e propriocepção como elementos fundamentais da ação musical.

Nesse sentido, O’Modhrain e Gillespie (2018, p. 55) reforçam que a habilidade musical está diretamente relacionada à antecipação sensório-motora, ao afirmarem: “Uma grande parte de adquirir habilidade musical é prever o som que o instrumento vai produzir” Essa antecipação evidencia que a prática com sintetizadores envolve aprendizagem progressiva de regularidades criativas de padrões entre gesto e resposta sonora. Complementarmente, Novak (2020, p. 8, tradução nossa) destaca o papel da aprendizagem baseada em objetos e da exploração háptica na formação do conhecimento ao afirmar: “Dentro dessa estrutura de cognição incorporada, a exploração háptica pode contribuir para a cognição e aprendizagem.” Essa perspectiva reforça que a manipulação de interfaces físicas favorece a construção de memórias motoras e cognitivas mais duradouras, consolidando padrões de ação que orientam a criatividade musical.

No mesmo entendimento, Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011, p. 5, tradução nossa) indicam que experiências corporais são armazenadas na memória como representações de situações vividas, como na passagem: “As incorporações tornam-se estabelecidas na memória como partes das representações de situações familiares...” Essa relação entre corpo e memória permite compreender a prática musical como um processo de sedimentação sensório-motora, no qual a repetição do gesto consolida caminhos expressivos.

Além disso, Shapiro (2011, p. 181, tradução nossa) sintetiza a lógica dessa interação ao afirmar que: “Cognição emerge de um círculo causal que envolve cérebro, corpo e ambiente.” Essa formulação reforça o caráter sistêmico da experiência musical com sintetizadores, no qual percepção, ação e ambiente técnico formam um circuito contínuo de retroalimentação. E são incorporadas à análise as contribuições do estudo de Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011), intitulado *Music is in the Muscle*, que destaca a influência dos movimentos corporais — reais, imaginados ou observados — na formação das preferências

musicais e na experiência auditiva. Segundo os autores, há evidências robustas de que o movimento corporal influencia diretamente a percepção musical, inclusive desde a infância. Movimentos como sorrir, dançar ou balançar a cabeça no ritmo da música acompanham a escuta e moldam ativamente a forma como o som é percebido e emocionalmente avaliado (Weigelt; Walther, 2011, p. 6).

Como apontam Novak (2020), Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011), a associação entre percepção auditiva e movimento corporal gera representações mentais mais complexas, duradouras e afetivamente marcadas. Nesse contexto, o sintetizador será analisado não apenas como uma ferramenta tecnológica, mas como uma interface expressiva e cognitiva, que permite a construção ativa do conhecimento musical por meio da integração entre gestos e som. Para resumir é possível estruturar o processo háptico sonoro nas seguintes etapas:



Figura 1- Etapas do processo háptico sonoro.

O gesto e o movimento tornam-se expoentes cognitivos que atuam como mediador tátil e expressivo — uma interface entre corpo e som que promove a escuta ativa, a criação e a internalização significativa da experiência musical. Por fim, a própria estrutura dos sistemas dinâmicos descrita por Shapiro (2011, p. 170, tradução nossa) permite compreender o sintetizador como espaço de exploração cognitiva ao afirmar que: “Um sistema dinâmico é qualquer sistema que muda ao longo do tempo.” Nesse sentido, a interação com sintetizadores pode ser compreendida como navegação em um espaço de estados sonoros, no qual pequenas variações gestuais produzem trajetórias perceptivas complexas e não lineares, compreende-se que o corpo exerce papel central na formação da memória musical e na construção do conhecimento sonoro.

4. PESQUISA DE OPINIÃO

Como estratégia de pesquisa, julgou-se necessária a realização de um questionário de pesquisa de opinião, no intuito de extrair relatos a respeito de características hápticas, táteis e criativas com usuários com experiência prática-criativa no sintetizador. Assim como para verificar aspectos relacionados à memória e propriocepção no uso do sintetizador. Mas é importante salientar que o questionário não exaure a pesquisa sobre a temática. O questionário foi intitulado de: interação tátil e criatividade na prática com sintetizadores.

A coleta reúne relatos subjetivos e declarados na pesquisa de forma anônima, na qual 15 músicos descrevem suas experiências sensoriais, incluindo a percepção de vibrações, resistências e feedbacks táteis do instrumento. A tiragem do grupo de participantes foi feita a partir de um grupo de pessoas que têm experiência e reconhecimento na área de criação sonora. O perfil dos participantes: performer, compositor, produtor(a) musical, sound designer, improvisador, quem toca música como hobby e até desenvolvedor. Em torno de 60% dos participantes utilizam o sintetizador a mais de 10 anos e 33% de 4 a 10 anos, o restante a 1 ano. O tipo de equipamento que os entrevistados utilizam são os sintetizadores híbridos (60%), analógicos, modulados, semi-modulares, desktop, hardware com teclas (20%) e digitais hardware, Eurorack, Dx7 (13%) e o restante apenas uma interface de controle. Aplicado e estruturado com as seguintes perguntas:

QUADRO 1 – Relação das perguntas realizadas no questionário e suas respostas, sendo “1” pouco e “5” muito.

Pergunta	1	2	3	4	5
Com que frequência você utiliza controles físicos (knobs, faders, sliders) em sua prática (não considerar mouse e teclado de computador)?			20%	20%	60%
Você sente que a interação física com o instrumento influencia a criatividade ao manipular o som “com as mãos”?				14,3%	85,7%
Você sente que desenvolve uma “memória corporal” ao usar interfaces táteis (sliders, faders etc.) nos sintetizadores?-			20%	20%	60%
Você consegue antecipar mentalmente o resultado sonoro ao manipular um controle?		6,7%	26,7%	46,7%	20%
Quanto a interação tátil influencia sua expressividade musical?			6,7%	40%	53%

Ao delimitar quais parâmetros são necessários para gerar um timbre, você se utiliza da repetição desse mapeamento (da interface) na criação musical?		6,7%	40%	40%	13,3%
Você percebe relação entre movimento corporal (gesto) e antecipação do resultado sonoro?		6,7%	20%	40%	33,3%
Os controles físicos de um sintetizador (knobs, sliders etc.) alteram significativamente sua forma de expressão musical em comparação com mouse/teclado?			13,3	13,3%	73,3%
Você associa gestos específicos a determinados sons ou timbres?		13,3%	6,7%	33,3%	13,3%
Você considera que o tato (sensação física) influencia sua tomada de decisão musical?		13%	13%	26%	47%
Ao manipular controles do sintetizador, você sente que seus movimentos se tornaram automáticos/intuitivos (ou sempre exigem pensamento consciente)?			33,3	60%	6,7%
Você sente que a manipulação física de controles (knobs, sliders) do sintetizador favorece a descoberta de sons que você não tinha planejado previamente?				46,7%	53,3%
Quanto você concorda com a afirmação: “A criação musical acontece através da interação entre corpo, percepção e ação.”			13,3%	26,7%	60%

Fonte: autor.

E uma questão aberta para verificar sobre as experiências táteis dos participantes: “Descreva sua experiência com sintetizadores, e/ou interfaces de controles físicos (knobs, faders, sliders etc.). Aborde: (a) quais vantagens em optar por interfaces digitais (binárias) e genéricas como mouse/teclado; (b) quais limitações ou desvantagens; (c) como o toque e o feedback tátil influenciam sua criatividade e tomada de decisão musical? - as respostas encontram-se no desenvolvimento a seguir.

O questionário demonstra como os aspectos táteis e corporais moldam o processo de criação e interação com o sintetizador. Oferece subsídios para entender empiricamente os conceitos desenvolvidos na presente pesquisa, um paralelo entre a dimensão sensório-gestual teórica e a prática musical. Tais dados permitem compreender como a sensibilidade corporal se articula com processos cognitivos e criativos, em consonância com as observações de Novak (2020) e Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011) sobre a relação entre movimento corporal e a criatividade. Nessa perspectiva, a manipulação física do sintetizador atua como mediadora da

aprendizagem, da memória musical e da construção de sentido estético do timbre, solidificando que a corporeidade é inseparável do processo criativo.

As respostas do questionário sugerem que a interação tátil com sintetizadores é um elemento a ser considerado nos processos criativos e performáticos dos participantes. Os relatos demonstram que a relação corporal com knobs, faders, teclas, e demais controles físicos transcende a dimensão técnica, configurando-se como uma experiência sensorio-gestual que influencia diretamente a percepção sonora, a improvisação e a construção estética das práticas musicais: “Feedback tátil favorece criatividade, no final o som é o mais importante”.

A maioria das respostas reforçam empiricamente a hipótese desta pesquisa de que o contato físico com o instrumento atua como mediador entre gesto, escuta e criação sonora, como descrito pelo relato do artista “A”: “O processo criativo torna-se quase lúdico, recreativo e a mente encontra maior espaço para possibilidades até então não exploradas”. Um dos aspectos mais recorrentes nas respostas é a oposição entre interfaces táteis e interfaces digitais baseadas em mouse e teclado: “Controles físicos estimulam a experimentação, permitem ajustes em tempo real e ajudam o designer a reagir ao som de forma mais intuitiva”.

O participante “C” relata que o computador, embora ofereça praticidade, precisão e ampla capacidade de processamento, também introduz distrações e excesso de informação: “Usar apenas mouse e teclado, por maior que seja a memória muscular, é um pouco frustrante”. Para o artista dificulta o foco no ato criativo: “O que o mundo digital apresenta de praticidade e logística (volume e transporte facilitados), perde em toque e feedback tátil diante dos recursos analógicos e modulares”.

A interação mediada por telas é frequentemente descrita como “visual” e “sequencial”, exigindo etapas intermediárias — localizar parâmetros, clicar e arrastar — que criam uma distância entre o gesto corporal e o resultado sonoro, como dispõe o artista “E”: “Mouse/teclado não foram criados para estes tipos de aplicação e não se adequam.” e sugere que um controle específico gera mais sentido: “O toque/feedback tátil equivalem à “ferramentas de sentido”, criando um link imediato entre o instrumento e o cérebro”. Os controles físicos proporcionam uma relação mais imediata, intuitiva e orgânica com o som, permitindo que o músico “sinta” o processo de manipulação. As respostas também revelam a importância da materialidade do instrumento para a construção da experiência musical.

Elementos como resistência física dos knobs, deslocamento dos faders, pressão das teclas e resposta dos circuitos são percebidos como formas de feedback tátil que auxiliam na tomada de decisões criativas. O artista “F” define essa interação como uma extensão sensorial entre cérebro e instrumento, estabelecendo um “link imediato” entre gesto e resultado sonoro. Essa percepção reforça a compreensão fenomenológica do instrumento musical como um corpo expandido, em que o conhecimento não ocorre apenas de forma racional, mas também por meio da experiência corporal e tátil. Outro ponto significativo presente nos relatos é a valorização do improviso, do erro e da imprevisibilidade.

Em especial entre usuários de sistema modulares e práticas de experimentação sonora, a instabilidade do controle tátil é vista não como limitação, mas como potência criativa. A impossibilidade de repetir exatamente um timbre ou comportamento do sistema é entendida como condição favorável para o surgimento de “acidentes felizes”, como sugeriu o artista “A”, texturas inesperadas e descobertas sonoras: “Eu acredito muito no poder do improviso, no risco de incorrer em “erros” que finalizam em resultados originais”.

Essa perspectiva reforça uma relação na contingência e na exploração gestual do instrumento, em oposição à lógica de precisão e repetibilidade frequentemente associada ao ambiente digital. Os relatos também demonstram que a interação tátil favorece a sensação de presença e incorporação durante a performance, como narra o artista “B”: “Usar interfaces táteis seja mapeando parâmetros em um software ou controlando hardware real traz a sensação de “estar no som”, sentir de forma imediata a reação do sistema”. Expressões como “estar no som” ou “colocar as mãos no synth” indicam que o processo de criação sonora envolve não apenas escuta, mas também participação física ativa: “Colocar as mãos no synth é uma experiência que mudou minha forma de pensar e sentir os sons, não apenas a de produzir eles”.

Para o artista “B”, o sintetizador é descrito quase como uma entidade viva, cujo comportamento precisa ser aprendido corporalmente através da prática e da experimentação: “cada um dos knobs, switches ou botões causam reações grandes, que precisam ser ensaiadas caso seja necessário chamar uma textura específica, é como ter uma criatura viva que precisa ser estudada para ser controlada quando necessário”. Esse aspecto reforça a ideia de que a criação musical com sintetizadores não se limita à programação de parâmetros, mas envolve uma dimensão performática e gestual fundamental, como reforça o artista “G”: “Existe uma métrica, um espaço de movimento, um gestual nos controles táteis que deixam a pessoa que

está criando a trilha mais próxima do instrumento. Apesar da valorização das interfaces físicas, as respostas não apresentam uma rejeição absoluta às tecnologias digitais.

Alguns participantes reconhecem vantagens importantes do ambiente computacional, como mobilidade, automação, precisão e democratização do acesso à produção musical, como descreve o artista “H”: “ Mouse e teclado podem ajudar a programar algo que vai além da sua habilidade física de tocar o instrumento”. Há também relatos que apontam o uso combinado entre experimentação tátil em hardware e posterior automação MIDI ou edição digital, como aponta o artista “I”: “ Se eu desejar e mais precisão, eu automatizo através de comunicação MIDI com o mesmo sintetizador”. Isso sugere que, na prática contemporânea, muitos músicos desenvolvem processos híbridos, nos quais interfaces físicas e digitais coexistem de forma complementar.

Os ambientes digitais podem adquirir características performáticas quando associados a controladores MIDI, superfícies sensíveis ao toque como também dispõe o artista “I”: “Se o resultado com a interação tátil no sintetizador for satisfatório, eu executo no momento da gravação”. Entretanto, o consenso predominante entre os participantes é que a ausência de feedback tátil reduz a sensação de organicidade e envolvimento corporal. A materialidade da interface continua sendo um elemento relevante na experiência musical, mesmo em contextos amplamente digitalizados.

Em síntese, as respostas do questionário dispõem sobre se o feedback tátil “favorece criatividade”, e trata-se de um pequeno recorte sobre a visão de artistas brasileiros dedicados ao sintetizador, razão pela qual não pretende esgotar o assunto. Para revelar maior evidência seria necessário um teste mais profundo sobre a criatividade para demonstrar de forma pormenorizada como a interação tátil nos sintetizadores influencia a criatividade, dentro de uma visão mais laboratorial. Os relatos coletados estabelecem um paralelo entre os referenciais teóricos desta pesquisa, ao integrar o pensamento musical a uma realidade, reforçando a relevância da dimensão sensório-gestual na criação musical com sintetizador.

5. ANÁLISE REFLEXIVA SOBRE A PESQUISA

Inicialmente, define-se que a presente análise reflexiva foi conduzida a partir de uma abordagem integrada entre cognição incorporada, percepção háptica e controle sensório-motor na performance musical. Para isso, os dados discutidos serão organizados em três eixos analíticos — **(1) aprendizado sensório-motor**, **(2) previsão multissensorial** e **(3) associação perceptivo-expressiva** —, correspondentes aos módulos de processamento de padrões de Leman, Maes, 2014, p.83 .



Figura 2 - Quadro exemplificativo dos três eixos analíticos.

No eixo do aprendizado sensório-motor, observa-se que a repetição de gestos instrumentais, associada ao feedback tátil, proprioceptivo e vibrotátil, resulta na formação de padrões internalizados que extrapolam o domínio puramente auditivo. Conforme discutem O'Modhain e Gillespie (2018, p. 59), a interação músico-instrumento configura-se como um acoplamento dinâmico entre sistemas mecânicos e biomecânicos, no qual os músculos, enquanto sistemas elásticos, desenvolvem força tensional em função do estado mecânico e do nível de ativação. Em consonância, Hayward (2018, p. 76) destaca que a pele e os músculos abrigam diferentes receptores capazes de codificar informações como textura, vibração, direção da força e resistência, constituindo uma base sensorial complexa para a ação.



Figura 3 - Quadro exemplificativo de aprendizado sensorio-motor.

Esses elementos indicam que o aprendizado musical ocorre por meio da organização de padrões sensorio-motores, formando um repertório incorporado que orienta tanto a execução quanto a exploração sonora. No contexto do sintetizador, esse processo é ampliado pela manipulação háptica ativa de parâmetros, o que, segundo Novak (2020), está associado a formas primárias de aprendizagem, de caráter implícito, motivado e eficiente. A criatividade direcionada ao ato de esculpir timbres, nesse contexto, resulta da interação contínua entre aprendizado sensorio-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva, reforçando que o conhecimento musical é construído de forma situada, corporal e dinâmica. No eixo do aprendizado sensorio-motor, observa-se que a repetição de gestos guiados por estímulos sonoros, associada ao feedback tátil e muscular, resulta na formação de padrões internalizados que extrapolam o domínio puramente auditivo.

No eixo da previsão multissensorial, os dados sugerem que a antecipação de eventos musicais envolve não apenas expectativas auditivas, mas também simulações corporais e táteis. O conceito de toque ativo, descrito por Hayward (2018, p. 101), indica que o toque e a criatividade formam um sistema com as articulações e tendões, gerando padrões dinâmicos que informam a ação em tempo real. Esse mecanismo permite ao músico organizar a geração do resultado sonoro, como um produto corporal de interação criativa a partir de padrões gestuais com o instrumento. Conforme discutido por O'Modhrain e Gillespie (2018, p.59), a interação músico-instrumento configura-se como um acoplamento dinâmico entre sistemas mecânicos e biomecânicos, no qual os músculos, enquanto sistemas elásticos, ajustam continuamente sua resposta em função do estado mecânico-corporal e do nível de ativação. Esses dados, quando articulados às contribuições de Hayward (2018), indicam que a

codificação sensorial — envolvendo textura, vibração, força e resistência — constitui uma base fundamental para a consolidação de memórias motoras.



Figura 4 - Quadro exemplificativo de previsão multissensorial.

Nesse sentido, o aprendizado musical pode ser compreendido como um processo incorporado, no qual padrões hápticos e proprioceptivos são organizados e armazenados, formando um repertório de ações possíveis que orientam a prática instrumental. No que se refere à **previsão multissensorial**, o toque para traçar comandos no sintetizador gera a percepção interna de quais respostas corporais e táteis existem para definir um timbre.

Essa capacidade preditiva é reforçada pelo acoplamento contínuo entre percepção e ação, conforme apontado por O'Modhain e Gillespie (2018), sendo particularmente relevante para o sintetizador, o qual possui uma relação de gesto-som que pode apresentar maior grau de incorporação e entendimento de como um timbre é gerado por meio da incorporação de parâmetros. Assim, a previsão opera como um mecanismo de ajuste em tempo real, no qual o músico antecipa tanto os resultados sonoros quanto as respostas físicas do sistema, reduzindo incertezas e otimizando o controle motor.

No **eixo da associação perceptivo-expressiva**, demonstra-se que as informações sensoriais e as previsões geradas são integradas a respostas cognitivas, emocionais e motoras, resultando na construção de significado musical. **As pistas hápticas** — como altura, dinâmica, articulação e timbre — desempenham papel fundamental na orientação da performance, permitindo ajustes finos na execução (Saitis; Järveläinen; Fritz, 2018, p. 139).



Figura 5 - Quadro exemplificativo de associação perceptivo-expressiva.

De acordo com Fontana et al. (2018, p. 101), a integração de feedback tátil e vibro-tátil contribui diretamente para o controle motor preciso e para a expressividade musical. Esse processo é reforçado pela dimensão corporal da experiência musical, conforme proposto por Dalcroze (apud Mariani, 2012, p. 32), **ao afirmar que o movimento possui uma dupla função: expressar e internalizar os elementos musicais**. A associação entre gesto, som e emoção configura um circuito direcionado à expressividade, no qual o corpo atua como mediador da construção do sentido musical.

Novak (2020) destaca que a manipulação ativa de objetos está associada a formas primárias de aprendizagem, de caráter implícito e altamente eficiente, o que reforça a importância do toque ativo na construção dessas associações. Complementarmente, a fundamentação apresentada por Sedlmeier, Weigelt e Walther (2011) indicam que o movimento corporal influencia diretamente a percepção auditiva e a avaliação emocional da música, sugerindo que tais associações não se restringem ao momento da execução, mas também moldam a escuta.

Esse aspecto amplia a compreensão do uso do sintetizador como um sistema integrado, no qual ação, percepção e emoção se constituem de forma indissociável. A convergência entre esses estudos aponta para a existência de um **circuito sensório-motor contínuo**, no qual padrões aprendidos são ativados, ajustados e ressignificados em função do contexto performático. Nos sintetizadores, essa capacidade é intensificada pela possibilidade de repetição e controle paramétrico, que favorece a consolidação da memória musical e o desenvolvimento da pré-audição.

Conforme Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157), a **pré-audição** consiste na capacidade de **antecipar mentalmente** eventos sonoros com base em experiências anteriores, sendo fundamental para a escuta ativa e para a criação musical. Assim, a previsão multissensorial opera como um mecanismo central no fazer criativo, permitindo ao músico explorar, testar e refinar ideias sonoras de forma contínua.

No âmbito do aprendizado sensório-motor, o sintetizador amplia as possibilidades de construção de conhecimento ao permitir a exploração direta do som em suas dimensões microscópicas. A diversidade de interfaces e a flexibilidade dos sistemas favorecem a internalização de novas relações entre gesto e resultado sonoro, expandindo o repertório motor e perceptivo do músico. Perante a **previsão multissensorial**, a repetição de padrões e a possibilidade de variação controlada reforçam a memória musical e a capacidade de antecipação, elementos essenciais para a criatividade. Já em relação a **associação perceptivo-expressiva**, a liberdade de criação tímbrica permite a construção de relações singulares entre som, gesto e emoção, deslocando o fazer musical de uma lógica reprodutiva para uma lógica inventiva, ou seja, uma característica intrínseca ao fazer musical de sintetizadores é a experimentação, cada parâmetro alterado gera um aprendizado, uma mapeamento gestual que determina um determinado tipo de som.

O princípio da adaptação, presente na pedagogia ativa (Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), traz a capacidade do sintetizador de se ajustar a diferentes contextos, perfis e modos de interação, reforçando seu caráter inclusivo e plural. Jos Wuytack refere-se a este princípio como a flexibilidade e personalização das atividades musicais num contexto de atividades pedagógicas, contudo é possível verificar que o sintetizador emana tal característica, por ser um instrumento que genuinamente pode ser compreendido como um ambiente musical personalizado tanto para pessoas que já dominam a idiomática dos parâmetros ou pra quem nunca utilizou, cada pessoa que gera um timbre num sintetizador descobrirá que basta interagir com o instrumento para começar a mapear as primeiras pistas hápticas.

Essa flexibilidade permite que o fazer criativo se organize de maneira não linear, favorecendo processos exploratórios e a emergência de soluções musicais originais, tanto para uma escuta tradicional ou para uma tipo mais abstrato de música. Ao integrar os fundamentos da cognição incorporada, da percepção háptica e das pedagogias musicais ativas, o

sintetizador torna-se uma interface que expande o fazer musical no que se refere a tangibilidade do material sonoro.

A percepção háptica musical, mesmo em operações que possam parecer simples, como o articular de uma parâmetro no sintetizador que resulta numa simples nuance sonora é influenciada por processos sensoriais e pelo aprendizado. Uma operação gestual pode compreendida como um **sistema de processamento de padrões composto por três módulos: aprendizado**, que organiza estruturas na memória; **previsão**, que antecipa eventos musicais; e **associação**, que relaciona tais previsões a respostas cognitivas, emocionais e motoras.

Os **dois primeiros operam em nível sintático**, enquanto o **último atua no nível semântico**. A diferença fundamental entre o nível sintático e o nível semântico reside no foco de análise: o sintático foca na estrutura e regras de combinação (forma), enquanto o semântico foca no significado e sentido (conteúdo), em que o mapear do toque significa a forma e o semântico o resultado do timbre e seu reflexo de significado na memória, pode-se aferir este entendimento de acordo com o estudo de incorporação musical de Leman, Maes, 2014, p.83 (tradução nossa):

A percepção musical como processo cognitivo pode ser descrita em termos de um modelo abstrato de processamento de padrões independente do suporte físico (corpo, hardware). Esse processamento consiste em: (1) um módulo de aprendizado de padrões que organiza estruturas musicais na memória; (2) um módulo de previsão de padrões que usa a entrada musical e estruturas previamente aprendidas para prever o próximo elemento; (3) um modelo de associação de padrões que relaciona as consequências dessas previsões a resultados cognitivos, emocionais e motores. Os níveis (1) e (2) tratam de processos sintáticos, enquanto o nível (3) trata de processos semânticos.

Segundo a leitura, o processamento de padrões ocorre independente do corpo ou do *hardware* a ser utilizado, o que significa que o aprendizado de padrões aplica-se para qualquer corpo respeitando as individualidades, assim como qualquer sintetizador. Cada qual terá um fluxo de padrões de acordo com suas qualidades, mas verifica-se uma estrutura que implica dessa relação que têm efeito na memória e geram previsibilidade sobre o conteúdo desenvolvido.

No sintetizador a fixação destes elementos vai resultar no mapeamento do desenvolvimento timbrístico. A criatividade, neste contexto, articula mecanismos baseados

tanto nas restrições do ambiente em que o músico manipula o sintetizados quanto percebe as estruturas do corpo, conforme as regularidades do mapeamento gestual pré-fixado para operações de criação timbrística. Os padrões estruturados através da cognição incorporada indicam que percepção, movimento e emoção estão interligados, influenciando a experiência musical.

Movimentos corporais e aspectos visuais da performance afetam julgamentos perceptivos e sonoros, enquanto estados emocionais modulam memória e reconhecimento musical. Nesse contexto, a interação com o sintetizador vai além de comandos previsíveis, mas constitui um campo dinâmico de aspecto enativista e proprioceptivo de co-determinação entre percepção e ação. Esse ciclo contínuo varia conforme as características corporais de cada indivíduo, tornando a experiência única. Assim, diferentes corpos implicam distintas formas de escuta, execução e construção sonora. Em síntese, a percepção musical é tida como um sistema dinâmico que integra sensação, ação, cognição e emoção.

Nesse sentido, é possível tensionar essa perspectiva incorporada com abordagens que tratam de como a percepção e ação se manifestam. Conforme Marr e Pylyshyn (apud Riener; Stefanucci, 2014, p. 100, tradução nossa), a ideia de que “percepção e ação implica que percepção e ação são funções separadas e distintas”, o que faz com que processos de internalização criativa ocorram de forma múltipla no fazer musical ao “esculpir um timbre”.

Entretanto, no contexto da prática com sintetizadores, essa separação de ação versus percepção mostra-se limitada. A manipulação de parâmetros sonoros — como filtros, envelopes e modulação — **não ocorre de maneira dissociada da percepção**, mas em um ciclo contínuo de retroalimentação entre escuta, gesto e intenção musical. Tal compreensão aproxima-se da noção de “percepção para ação”, segundo a qual “a percepção serve aos objetivos da ação” e, portanto, “os mecanismos e representações perceptuais precisam levar em conta tanto as restrições da ação quanto os objetivos específicos dessa ação” (Riener; Stefanucci, 2014, p. 100, tradução nossa).

O mapeamento gestual no sintetizador se relaciona diretamente com interface técnica disponível, e age como um campo de ação e percepção entre corpo, percepção e som. Através de cada ajuste paramétrico, o músico reorganiza simultaneamente sua escuta e sua ação, destacando que o desenvolvimento timbrístico é feito, sobretudo de um sistema dinâmico e incorporado, no qual o perceber é agir, um agir continuamente informado pelo perceber.

A análise do sintetizador enquanto interface expressiva e cognitiva pode ser aprofundada ao se articular diretamente com o fazer musical criativo se encaixa na interação dinâmica entre esses processos. Nesse sentido, o sintetizador viabiliza a experimentação sonora, ao estruturar um ambiente no qual ação, percepção e criação operam de maneira integrada, em consonância com os princípios da pedagogia musical ativa (Palheiros; Bourscheidt, 2011).

Perante o aprendizado sensório-motor, o sintetizador potencializa a construção de conhecimento musical por meio da ação direta sobre o som. Conforme proposto por Wuytack (apud Palheiros; Bourscheidt, 2011), a atividade constitui o elemento central do processo educativo, sendo através dela que o sujeito se engaja efetivamente com a música. No contexto da síntese sonora, esse engajamento se traduz na manipulação contínua de parâmetros, na escuta atenta e na experimentação prática, configurando um processo de aprendizagem incorporado.

A diversidade de interfaces — sintetizadores, controladores, sistemas modulares — possibilita interações diversas, permitindo que o corpo atue como mediador direto da construção sonora. Tal dinâmica reforça o argumento de Novak (2020), segundo o qual a manipulação ativa está associada a formas primárias de aprendizagem, de caráter implícito, exploratório e altamente eficiente. Assim, o fazer criativo no sintetizador se verifica na internalização de padrões sensório-motores que articulam gesto e resultado sonoro.

A aplicação dos três eixos analíticos — aprendizado sensório-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva — ao uso de um modelo de sintetizador para aferir a análise, o Roland SH-101 de 1982, permite compreender de forma concreta como a construção de timbre se configura dentro de um processo incorporado e criativo. A escolha do SH-101 parte da premissa de que este modelo de sintetizador incorpora uma série de outros synths, e pode ser estendido para todos os tipos de sintetizadores, por possuir uma engrenagem semelhante a complexos ou digitais, mas com uma ordenação de parâmetros bem ordenada que está presente na ampla maioria de modelos de sintetizadores.

Apesar de não ser mais produzido, sua interface e engrenagem sonora é replicada em inúmeros clones ou mesmo em softwares de computador, entretanto a análise poderia ser feita a partir de qualquer modelo de sintetizador. O SH-101 apresenta uma arquitetura subtrativa linear (oscilador, filtro, envelope e LFO), na qual cada controle físico corresponde diretamente a uma transformação sonora perceptível. Essa característica o torna adequado

para a análise da relação entre gesto, percepção e som. Além de ser um sintetizador utilizado amplamente reconhecido por sua interface simples e clara.

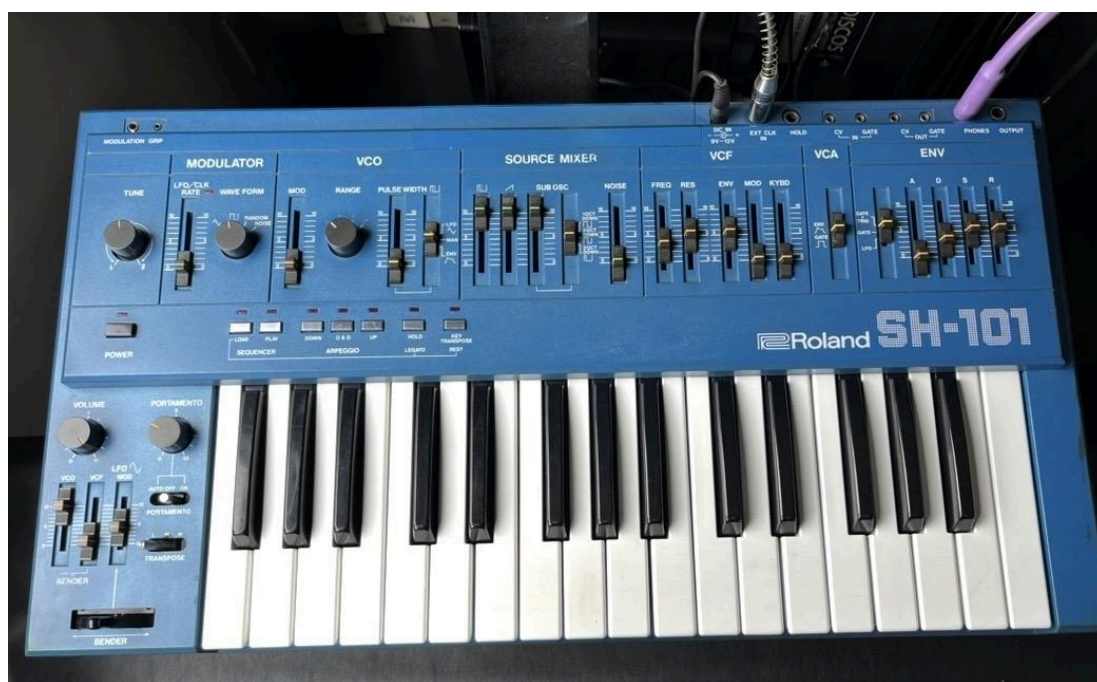


Figura 6 - Roland SH-101 (foto de equipamento do autor)

No eixo do aprendizado sensório-motor, a construção de timbre no SH-101 reforça a formação de padrões incorporados a partir da manipulação repetida de seus controles. O ajuste do cutoff do filtro, da ressonância ou do envelope não é apenas uma operação técnica, mas um gesto que, ao ser reiterado, produz uma memória tátil e auditiva associada. Conforme discutem O'Modhain e Gillespie (2018, p. 59), a interação músico-instrumento constitui um acoplamento dinâmico entre sistemas biomecânicos e mecânicos; no caso do SH-101, esse acoplamento se manifesta na resistência física dos knobs e sliders, bem como na resposta imediata do som.

A cada interação, o músico internaliza relações entre movimento e resultado, construindo um repertório sensório-motor que orienta futuras decisões sonoras. Essa dinâmica reforça a noção de aprendizado ativo (Wuytack apud Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), no qual o conhecimento se faz da ação direta sobre o material sonoro. No eixo da previsão multissensorial, o SH-101 favorece o desenvolvimento de uma forte capacidade de antecipação sonora.

Devido à sua interface transparente, o músico aprende rapidamente a prever o efeito de determinadas configurações — por exemplo, antecipando o fechamento do filtro como

redução ou o aumento da ressonância como intensificação de frequências específicas. Esse processo está alinhado ao conceito de pré-audição de Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157), no qual a escuta interna orienta a ação antes mesmo da produção efetiva do som, ocorre um delineamento de qual gesto faz-se necessário para cada som.

O caráter contínuo dos controles permite micro variações em tempo real, exigindo ajustes constantes baseados em feedback auditivo e tátil. Assim, a previsão não é apenas cognitiva, mas também corporal, envolvendo a antecipação da resistência do controle, da velocidade do gesto e da resposta sonora resultante. No eixo da associação perceptivo-expressiva, o SH-101 revela-se uma interface pedagógica na construção de um material sonoro. A limitação estrutural — sendo um sintetizador monofônico com recursos relativamente simples — não restringe a expressividade, mas a concentra em nuances de timbre e articulação. Pequenas variações no LFO podem gerar diferenças expressivas significativas, que são associadas a intenções musicais específicas.

As pistas hápticas, conforme discutido por Saitis, Järveläinen e Fritz (2018, p. 139), orientam o controle da performance ao integrar parâmetros como dinâmica e articulação; no SH-101, essas pistas emergem da relação direta entre gesto e resposta sonora, permitindo ao músico “sentir” o comportamento do som. Esse processo é reforçado pela integração sensório-motora descrita por Dalcroze (apud Mariani, 2012, p. 32), na qual o corpo atua como mediador da experiência musical, internalizando e expressando simultaneamente os elementos sonoros.

No que se refere ao fazer musical criativo, o SH-101 através de sua interface faz com que a criatividade seja constantemente desenvolvida, seja pela ausência de menus, presets complexos ou automações avançadas desloca o foco para a exploração direta e intuitiva do som. Nesse contexto, a repetição de padrões — seja na programação do sequenciador interno ou na manipulação contínua dos parâmetros — contribui para a consolidação da memória musical e para o desenvolvimento da escuta ativa. Conforme Martenot (apud Fialho; Araldi, 2011, p. 157), essa repetição favorece a pré-audição, permitindo ao músico antecipar e transformar ideias sonoras com maior precisão.

O SH-101 também aponta para o princípio da adaptação (Palheiros; Bourscheidt, 2011, p. 305), ao permitir diferentes formas de interação — teclado, sequenciador e arpejador. Essa flexibilidade amplia as possibilidades corporais e gestuais, reforçando a integração entre percepção, ação e criação.

Por conseguinte, a construção de timbre no Roland SH-101 trata-se de um processo dinâmico que integra aprendizado sensório-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva. O instrumento atua como uma interface que materializa os princípios da cognição incorporada, constatando que o fazer musical criativo remonta da interação contínua entre corpo, gesto e som. O SH-101 configura-se como um ambiente de pensamento musical, no qual a exploração sonora e a construção de significado ocorrem de maneira indissociável.

O conteúdo analisado pode ser estendido para qualquer sintetizador, desde que contenha uma interface, o uso de telas é considerado menos dinâmico do ponto de vista corporal, além de ser uma ferramenta que não produz tanto mapeamento tátil ou háptico com a sensação de contornos sensíveis ao toque, como knobs ou sliders, mas em alguma escala vai oferecer um mapeamento gestual.

A análise dos dados permite sustentar que a percepção háptica musical, articulada aos processos biomecânicos e cognitivos, desempenha um papel estruturante na organização da performance. No caso dos sintetizadores, essa dinâmica revela-se como uma mediação tecnológica que exige do músico um refinamento das relações entre gesto e som, mas que, sobretudo, tem um caráter pedagógico de ensinar caminhos sonoros que só são possíveis em sintetizadores.

Portanto a integração entre: aprendizado incorporado, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva constitui um modelo analítico para compreender o traço perceptivo de como um timbre pode ser gerado criativamente, ao atrelar os aspectos de memória que quando bem estruturados através de uma interface lúdica o suficiente para que haja um ambiente de afetividade na criação sonora, para que gerar timbres seja constantemente um aprendizado. Ao reafirmar a experiência na memória, o corpo tem um papel central, pois se faz presente num ambiente que interage com uma interface que colabora com a construção do fazer musical e da aprendizagem háptica.

A análise das respostas obtidas no questionário sugere que a interação tátil com sintetizadores desempenha um papel significativo na forma como os participantes desenvolvem processos criativos, performáticos e de aprendizagem musical. Considerando os três eixos analíticos propostos nesta pesquisa — aprendizado sensório-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva —, os relatos permitem compreender de

que maneira a dimensão corporal da interação com o instrumento contribui para a construção do conhecimento musical e para a experiência criativa.

No eixo do aprendizado sensório-motor, as respostas sugerem que a manipulação recorrente de knobs, faders, teclas, switches e demais controles físicos favorece a formação de padrões de ação incorporados. Os participantes descrevem uma relação de familiarização progressiva com o instrumento, na qual o conhecimento dos parâmetros e de seus efeitos sonoros é construído por meio da prática corporal contínua.

O relato do artista “B” como “colocar as mãos no synth é uma experiência que mudou minha forma de pensar e sentir os sons” ou a descrição do sintetizador como uma “criatura viva que precisa ser estudada para ser controlada quando necessário” indicam que o domínio do instrumento não ocorre apenas por meio da compreensão racional de suas funções, mas também através da internalização de gestos e sensações corporais.

Esses depoimentos corroboram a perspectiva apresentada por O’Modhrain e Gillespie (2018), segundo a qual a interação entre músico e instrumento constitui um sistema dinâmico de acoplamento entre processos biomecânicos e mecânicos. Da mesma forma, os relatos reforçam a concepção de Hayward (2018) acerca da relevância dos sistemas táteis e proprioceptivos na organização da ação, demonstrando que a aprendizagem musical se desenvolve por meio da integração entre percepção e movimento. Nesse contexto, a experiência prática com o sintetizador favorece a constituição de uma memória corporal dos parâmetros sonoros, permitindo que determinadas ações sejam executadas de maneira cada vez mais intuitiva e eficiente.

No que se refere à previsão multissensorial, as respostas indicam que a interação física com o sintetizador contribui para a capacidade dos músicos de antecipar os resultados sonoros de suas ações. Diversos participantes relatam que os controles físicos permitem ajustes mais intuitivos e imediatos, estabelecendo uma relação direta entre gesto e som. Expressões como “link imediato entre o instrumento e o cérebro” ou afirmações de que os controles físicos “ajudam o designer a reagir ao som de forma mais intuitiva” sugerem que os músicos desenvolvem expectativas perceptivas baseadas na experiência acumulada com o instrumento.

A partir da repetição de determinadas ações, torna-se possível prever transformações tímbricas antes mesmo de sua plena realização auditiva. Sob essa perspectiva, o feedback tátil configura uma fonte de informação que participa ativamente da construção de previsões sobre

o comportamento sonoro do sistema. Essa interpretação torna-se particularmente evidente nos relatos que contrastam interfaces físicas e digitais.

Enquanto os controles táteis são descritos como imediatos, orgânicos e intuitivos, as interfaces baseadas em mouse e teclado são frequentemente associadas a processos mais visuais e sequenciais, que exigem etapas intermediárias entre a intenção gestual e o resultado sonoro. Os dados sugerem que a presença de informações táteis e proprioceptivas favorece a integração entre percepção e ação, contribuindo para processos preditivos fundamentais à improvisação e à manipulação sonora em tempo real.

O terceiro eixo analítico, referente à associação perceptivo-expressiva, manifesta-se de maneira particularmente significativa nos depoimentos dos participantes. As respostas demonstram que os músicos não estabelecem apenas relações funcionais com os controles do sintetizador, mas também atribuem significados expressivos às experiências corporais decorrentes da interação com o instrumento.

Os relatos dos artistas “A” e “B” que descrevem o processo criativo como “lúdico” ou que associam a manipulação física à sensação de “estar no som” contém uma forte conexão entre experiência tátil, engajamento emocional e expressão musical. Nesse contexto, a materialidade da interface não é percebida apenas como um meio de controle técnico, mas como um elemento que influencia diretamente a construção de significados.

A valorização da improvisação, do risco e dos chamados “acidentes felizes” reforça essa interpretação. Para muitos participantes, a impossibilidade de reproduzir exatamente determinadas configurações em sistemas analógicos ou modulares não representa uma limitação, mas uma condição favorável ao surgimento de novas ideias e descobertas sonoras. Assim, a imprevisibilidade do sistema passa a integrar o próprio processo criativo, ampliando as possibilidades expressivas da performance.

Os relatos indicam, portanto, que determinadas qualidades táteis dos controles — como resistência, deslocamento, pressão e resposta física — são constantemente associadas a percepções sonoras específicas e a intenções expressivas particulares. Essa associação entre gesto, sensação e significado musical demonstra que o pensamento criativo estrutura de forma integrada à experiência corporal.

Em relação aos dados obtidos no questionário pode-se aferir que as respostas sustentam a hipótese central desta pesquisa, apesar de não exaurir a temática. As respostas demonstram que a interação tátil com sintetizadores ultrapassa a dimensão operacional do

controle de parâmetros e participa ativamente da construção dos processos cognitivos e criativos envolvidos na prática musical. A materialidade da interface favorece a formação de padrões sensório-motores incorporados, contribui para a antecipação perceptiva dos resultados sonoros e estabelece vínculos entre experiência corporal e expressão musical, mas há vantagens em ambientes digitais com mouse e tela.

Mesmo diante do reconhecimento das vantagens oferecidas pelos ambientes digitais, os participantes apontam que a ausência de feedback tátil reduz a sensação de organicidade e de envolvimento corporal com o instrumento. Em conclusão, os relatos analisados reforçam a compreensão do sintetizador como um sistema de cognição incorporada, no qual percepção, ação e criatividade atuam de maneira integrada na relação dinâmica entre corpo, gesto e som.

6. CONCLUSÃO

Esta pesquisa teve como objetivo compreender o papel do sintetizador como ferramenta gestual de uma escuta ativa e criatividade. Constatou-se que a percepção háptica, a cognição incorporada e os processos sensório-motores participam da construção do fazer musical criativo em sintetizadores. Partindo da hipótese de que a interação tátil constitui um elemento estruturante da aprendizagem, da escuta e da criação sonora, buscou-se investigar como as relações entre corpo, gesto e som se manifestam tanto na literatura especializada quanto nas experiências relatadas por músicos atuantes.

Os resultados obtidos permitem afirmar que a criação musical com sintetizadores pressupõe um processo integrado entre o corpo e a interface, tocar para escutar e operar de forma indissociável. A análise fundamentada nos três eixos propostos — aprendizado sensório-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva — demonstrou que a interação física com a interface do instrumento favorece a formação de padrões incorporados de ação, possibilitando o desenvolvimento de repertórios gestuais que orientam a exploração sonora e a tomada de decisões musicais. Nesse contexto, a aprendizagem não ocorre somente pela compreensão racional dos parâmetros, mas pela internalização progressiva de relações entre movimento, sensação tátil e resultado sonoro.

No âmbito da previsão multissensorial, verificou-se que a manipulação contínua dos controles físicos contribui para a construção de expectativas perceptivas sobre o comportamento do instrumento. O feedback tátil, proprioceptivo e auditivo atua conjuntamente na antecipação de resultados sonoros, permitindo que o músico desenvolva formas refinadas de controle e escuta. Essa capacidade de previsão mostrou-se relevante para processos de improvisação, experimentação e desenvolvimento tímbrico, nos quais a antecipação dos efeitos de cada gesto constitui parte fundamental da prática musical.

Quanto à associação perceptivo-expressiva, observou-se que os participantes do questionário atribuem significados estéticos, emocionais e criativos às experiências corporais vivenciadas durante a interação com o sintetizador. Os relatos evidenciam que a materialidade da interface influencia diretamente a construção de sentidos musicais, favorecendo estados de engajamento, descoberta e experimentação. A valorização do improviso, da imprevisibilidade e dos chamados acidentes felizes sugere que a criatividade em sintetizadores não decorre

exclusivamente do planejamento prévio, mas também da abertura a processos emergentes produzidos pela interação dinâmica entre músico e instrumento.

A análise do Roland SH-101 permitiu observar de forma concreta como esses processos se articulam em uma interface específica. Sua arquitetura direta e a correspondência imediata entre gesto e resultado sonoro evidenciam o potencial pedagógico e cognitivo dos sintetizadores enquanto ambientes de exploração musical. Entretanto, os princípios observados não se restringem a esse instrumento, podendo ser estendidos a outros sistemas de síntese sonora que ofereçam possibilidades de interação corporal significativa.

Do ponto de vista teórico, a principal contribuição desta pesquisa consiste na proposição de um modelo interpretativo que compreende a construção timbrística como resultado da interação contínua entre aprendizado sensório-motor, previsão multissensorial e associação perceptivo-expressiva. Esse modelo permite compreender a criação sonora não apenas como um processo técnico de manipulação de parâmetros, mas como uma prática incorporada na qual corpo, percepção, memória e imaginação atuam conjuntamente na desenvoltura da criatividade.

Os dados obtidos sugerem que o sintetizador pode ser compreendido como um ambiente de aprendizagem capaz de estimular formas específicas de escuta, exploração e criatividade. A dimensão tátil da interação favorece a construção de vínculos entre experiência corporal e compreensão sonora, contribuindo para o desenvolvimento de competências musicais que se desenvolvem da ação direta sobre o som.

Sob uma perspectiva mais ampla, os resultados desta pesquisa também podem ser compreendidos à luz da reflexão de Michael Spitzer (2021) sobre a natureza da musicalidade humana. Ao afirmar que "o ser humano musical é o grande sintetizador" (Spitzer, 2021, p. 309, tradução nossa), o autor propõe que a música humana surge da integração de diferentes capacidades perceptivas, motoras, cognitivas e culturais desenvolvidas ao longo da evolução, que distingue o ser humano dos primatas e o aproxima dos pássaros. Para Spitzer, a singularidade da música não reside em uma habilidade isolada, mas na capacidade humana de combinar ritmo, melodia, memória, aprendizagem e imaginação em um sistema complexo de produção de significado, o que pode ser muito bem verificado com o uso do sintetizador.

Conforme observa Spitzer (2021, p. 310, tradução nossa), a espécie humana diferencia-se por sua capacidade de armazenar externamente suas tradições musicais em "rituais sociais, mitos, livros, partituras e instrumentos". Os sintetizadores podem ser

compreendidos como parte desse conjunto de tecnologias culturais que atuam simultaneamente como instrumentos de criação, dispositivos de memória e ambientes de aprendizagem. Cada gesto realizado sobre seus controles materializa uma forma de conhecimento que articula percepção, ação e imaginação sonora.

Spitzer (2021, p. 310) argumenta que a música humana possui um caráter técnico, retomando o conceito grego de *techné* como forma de conhecimento construída pela prática. Essa observação torna-se relevante para compreender a relação entre músico e sintetizador, uma vez que o domínio da síntese sonora depende da aquisição progressiva de habilidades corporais, perceptivas e cognitivas. O conhecimento do instrumento da interação contínua entre exploração, experimentação e experiência sensorial. O fazer musical com sintetizadores evidencia justamente essa dimensão artesanal da música, na qual o gesto atua como mediador entre intenção e resultado sonoro.

Portanto, a presente pesquisa permite compreender o sintetizador como uma manifestação da capacidade humana de construir conhecimento musical por meio da integração entre corpo, tecnologia e cultura. Se, como afirma Spitzer (2021), o ser humano é um "grande sintetizador" de experiências, capacidades e significados musicais, então o sintetizador musical pode ser entendido como uma extensão material dessa condição. Nele convergem memória, percepção, ação, imaginação e expressão, configurando um espaço de criatividade para a construção incorporada do conhecimento musical. Nesse sentido, a interação com sintetizadores é uma prática de mediação entre o corpo humano e os meios pelos quais ele organiza, transforma e atribui significado ao mundo sonoro.

Por fim, reconhece-se que esta pesquisa não esgota as possibilidades de investigação sobre o tema. Estudos futuros poderão aprofundar aspectos relacionados às diferenças entre interfaces ou mesmo ao material sonoro dentro de ambientes específicos, à influência de tecnologias hápticas emergentes, aos processos pedagógicos envolvendo síntese sonora e às relações entre percepção corporal e criatividade em diferentes contextos musicais. Ainda assim, os resultados apresentados permitem sustentar que a experiência musical com sintetizadores constitui um fenômeno essencialmente incorporado, no qual a criação de timbres, a construção de conhecimento e a expressão musical emergem da interação dinâmica entre corpo, gesto, percepção e som.

REFERÊNCIAS

- ALPER, Max; CHOWNING, John. *FM and the invention of the Yamaha DX7*. Disponível em: <https://hii-mag.com/article/john-chowning-fm-synthesis-and-the-invention-of-the-yamaha-dx7>. Acesso em: 16 abr. 2024.
- COOK, Perry R. Computer music. In: ROSSING, Thomas D. (ed.). *Springer handbook of acoustics*. New York: Springer, 2007. p. 539–582..
- DEWEY, John. *The school and society*. Chicago: University of Chicago Press, 1899.
- DEUTSCH, Herbert A. *Synthesis: an introduction to the history, theory, and practice of electronic music*. New York: Alfred Publishing, 1976.
- ENO, Brian. The Studio as Compositional Tool. In: COX, Christoph; WARNER, Daniel (org.). *Audio Culture: Readings in Modern Music*. Londres: Continuum, 2006.
- EVEREST, F. Alton. *The master handbook of acoustics*. 4. ed. New York: McGraw-Hill, 2001.
- FIALHO, Vania Malagutti; ARALDI, Juciane. Maurice Martenot: educando com e para a música. In: MATEIRO, Teresa; ILARI, Beatriz (org.). *Pedagogias em educação musical*. Curitiba: IBPEX/InterSaberes, 2012. p. 157-184.
- FERRER, Rafael. Embodied cognition applied to timbre and musical appreciation: Theoretical foundation. In: *Proceedings of the First International Conference of Students of Systematic Musicology – SysMus08*. Graz: University of Graz, 2008. Disponível em: https://static.uni-graz.at/fileadmin/ Persoenliche Webseite/parncutt_richard/homepage%20sysmus08/index2-Dateien/Content/Proceedings_SysMus08/SysMus08_Ferrer_Rafael.pdf. Acesso em: 2 nov. 2025.
- HOWE, Hubert S., Jr. Compositional limitations of electronic music synthesizers. *Perspectives of New Music*, v. 10, n. 2, p. 132, Spring–Summer 1972.
- IAZZETTA, Fernando. *A música, o corpo e as máquinas*. São Paulo: PUC-SP, 1997.
- IAZZETTA, Fernando. *Música e mediação tecnológica*. São Paulo: Perspectiva, 2009.
- IYER, Vijay. Embodied mind, situated cognition, and expressive microtiming in African-American music. *Music Perception*, Berkeley, v. 19, n. 3, p. 387–414, 2002. DOI: <https://doi.org/10.1525/mp.2002.19.3.387>.
- HAYWARD, Vincent. A brief overview of the human somatosensory system. In: PAPETTI, Angelo; SAITIS, Charalampos (Orgs.). *Musical haptics: interaction and perception*. Cham: Springer, 2018. p. 29–48. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58316-7_3.

KANEKO, Shoken. A function-oriented interface for music education and musical expressions: “The Sound Wheel”. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION (NIME)*, 2013, Daejeon. *Proceedings* [...]. Daejeon: KAIST Graduate School of Culture Technology, 2013. p. 202–205. DOI: 10.5281/zenodo.1178574.

KETTLEWELL, Ben. *Electronic Music Pioneers*. Vallejo: Pro Music Press, 2002.

KOLB, David A. *Experiential learning: Experience as the source of learning and development*. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1984.

KORSAKOVA-KREYN, Marina. Embodied cognition in music. *Frontiers in Psychology*, Lausanne, v. 6, n. 579, p. 1–9, 2015. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2015.00579>.

LUCAS, Pedro Pablo. AuSynthAR: A simple low-cost modular synthesizer based on augmented reality. In: *INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW INTERFACES FOR MUSICAL EXPRESSION (NIME)*, 2019, Porto Alegre. *Proceedings* [...]. 2019. p. 405–406.

MACRIDES, Elena; ANGELI, Charoula. Music, memory and emotion. *Frontiers in Education*, 2020.

MACRIDES, Elena; ANGELI, Charoula. Music cognition and affect in the design of technology-enhanced music lessons. *Frontiers in Education*, v. 5, art. 518209, 2020. DOI: 10.3389/educ.2020.518209.

MANNING, Peter. *Electronic and Computer Music*. New York: Oxford University Press, 2013.

Marc Leman and Pieter-Jan Maes, Applied embodied cognition: Perception, language, and reasoning. In: SHAPIRO, Lawrence (ed.). *The Routledge handbook of embodied cognition*. London: Routledge, 2014. p. 81–88.

MATEIRO, Teresa; ILARI, Beatriz (orgs.). *Pedagogias em Educação Musical*. Curitiba: InterSaberes, 1. ed., 2012.

MARIANI, Silvana. Émile Jaques-Dalcroze: a música e o movimento. In: MATEIRO, Teresa; ILARI, Beatriz (org.). *Pedagogias em educação musical*. Curitiba: InterSaberes, 2012. p. 25-54.

MATYJA, Jakub. *Embodied Music Cognition*. 2010. Dissertação (Mestrado em Filosofia da Mente e Ciências Cognitivas) – University of Edinburgh, Edinburgh, 2010. Disponível em: <https://era.ed.ac.uk/handle/1842/5325>. Acesso em: 2 nov. 2025.

MYIN, Erik; DEGENAAR, Jan. Enactive vision. In: SHAPIRO, Lawrence (ed.). *The Routledge handbook of embodied cognition*. London: Routledge, 2014. p. 90–98.

MICHAILOWSKY, A. *Tecnologias eletrônicas no projeto Prisma (1984–1987)*. Tese (Doutorado em Música) – Centro de Artes e Letras, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro (UNIRIO), Rio de Janeiro, 2014.

MOORE, Brian C. J. Psychoacoustics. In: ROSSING, Thomas D. (ed.). *Springer handbook of acoustics*. New York: Springer, 2007. p. 459–504.

NAGY, Zvonimir Stephen. Music and embodied creative space. *Journal of Genius and Eminence*, v. 5, n. 1, p. 64–74, 2020. DOI: <https://doi.org/10.18536/jge.2020.01.06>.

NOVAK, Magdalena; SCHWAN, Stephan. Does touching real objects affect learning? *Educational Psychology Review*, v. 33, n. 2, p. 637–665, 2021. DOI: 10.1007/s10648-020-09551-2.

PAAS, Fred; SWELLER, John. Cognitive load theory and educational technology. *Educational Technology*, v. 52, n. 2, p. 1–10, 2012.

PALHEIROS, Graça Boal; BOURSCHEIDT, Luís. Jos Wuytack: a pedagogia musical ativa. In: MATEIRO, Teresa; ILARI, Beatriz (org.). *Pedagogias em educação musical*. Curitiba: InterSaberes, 2012. p. 305-351.

PAPETTI, Stefano; SAITIS, Charalampos (ed.). *Musical Haptics*. Cham: Springer, 2018. (Springer Series on Touch and Haptic Systems). DOI: 10.1007/978-3-319-58316-7.

PIAGET, Jean. *The child's conception of the world*. New York: Harcourt, 1929.

PITCH, Trevor; TROCCO, Frank. *Analog Days: The Invention and Impact of Moog Synthesizers*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 2002.

RAPOSO, Francisco Afonso; DE MATOS, David Martins; RIBEIRO, Ricardo. Learning embodied semantics via music and dance semiotic correlations. 2019.

RATTON, M. *Dicionário de Áudio e Tecnologia Musical*. Rio de Janeiro: Editora Música e Tecnologia, 2004.

RIENER, Cedar; STEFANUCCI, Jeanine. Perception and for with as action. In: SHAPIRO, Lawrence (ed.). *The Routledge handbook of embodied cognition*. London: Routledge, 2014. p. 99–107

RIBEIRO, Felipe de Almeida. O impacto dos sintetizadores no processo composicional. *Revista Eletrônica OPUS*, p. 170, 2018.

RIBEIRO, Felipe de Almeida; HURTADO, Antonio Spoladore; THOMASI, Ricardo de Oliveira. Revisitando o sintetizador analógico como ambiente de experimentação e aprendizado. In: *XXXII Congresso da ANPPOM – Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Música*, 32., 2022, Natal. *Anais...* Natal: ANPPOM, 2022. p. 3.

RIBEIRO, Felipe de Almeida. *Um guia para síntese sonora com sintetizadores modulares*. 1. ed. Cachoeirinha, RS: Editora Fi, 2025. ISBN 978-65-5272-127-3. DOI: 10.22350/9786552721273.

RIBEIRO, Felipe de Almeida; NEIMOG, Charles Klippel; THOMASI, Ricardo. Uso de sintetizadores analógicos como estratégias de ensino-aprendizagem em música eletroacústica. In: *XXXIII Congresso da ANPPOM*, 23–27 out. 2023, São João del Rei. *Anais...* São João del Rei: ANPPOM, 2023.

RIBEIRO, Vanessa dos Santos. *Memória Musical na Aprendizagem Informal e suas Relações com os Métodos Ativos em Educação Musical*. 2022. Dissertação – Programa de Pós-Graduação em Música, Universidade Estadual Paulista (UNESP), São Paulo, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/239059>. Acesso em: 2 nov. 2025.

ROSSING, Thomas D. (ed.). *Springer handbook of acoustics*. New York: Springer, 2007

SAITIS, Charalampos; JÄRVELÄINEN, Hanna; FRITZ, Claudia. The role of haptic cues in musical instrument quality perception. In: PAPETTI, Angelo; SAITIS, Charalampos (Orgs.). *Musical haptics: interaction and perception*. Cham: Springer, 2018.. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58316-7_5.

SHAPIRO, Lawrence. *Embodied cognition*. New York: Routledge, 2011.

SHAPIRO, Lawrence. *The Routledge handbook of embodied cognition*. London: Routledge, 2014.

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

SPITZER, Michael. *The Musical Human: A History of Life on Earth*. London: Bloomsbury Sigma, 2021.

O'MODHRAIN, Sile; GILLESPIE, R. Brent. Once more, with feeling: revisiting the role of touch in performer–instrument interaction. In: PAPETTI, Angelo (Org.). *Musical haptics: interaction and perception*. Cham: Springer, 2018. p. 11–27. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-58316-7_2.

SWELL, Amanda. *Wendy Carlos: A Biography*. New York: Oxford University Press, 2020.

THOMPSON, Leslie. *Embodied Cognition in the Music Theory and Aural Skills Classrooms*. 2022. Master of Music thesis – Stephen F. Austin State University, Nacogdoches, TX, 2022. Disponível em: <https://scholarworks.sfasu.edu/etds/459>.

TORMIN, Malba Cunha. *Avaliação de memória visuo-espacial e verbal de musicistas e não-musicistas*. 2008. 171 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2008. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/17060>.

VICENTE, E. *A música popular e as novas tecnologias de produção musical: uma análise do impacto das tecnologias digitais no campo de produção da canção popular de massas*. Dissertação (Mestrado em Sociologia) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1996.

VOLIOTI, Christina; TSAGARIS, Apostolos; TRIGKAS, Dimitrios; ILIOU, Theodoros; KATSANTONIS, Menelaos N.; MAVRIDIS, Ioannis. HapticSOUND: An interactive learning experience with a digital musical instrument. *Applied Sciences*, v. 13, n. 12, p. 7149, 2023. DOI: 10.3390/app13127149.

SEDLMEIER, Peter; WEIGELT, Oliver; WALTHER, Eva. Music is in the muscle: how embodied cognition may influence music preferences. *Music Perception: An Interdisciplinary Journal*, v. 28, n. 3, p. 297–306, fev. 2011. DOI: 10.1525/mp.2011.28.3.297.