

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE BELAS ARTES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES**

Victor Hugo Soares Valentim

**O DOMO É VIVO:
entre técnica, sensível e poética em imersão**

Belo Horizonte/MG
2025

Victor Hugo Soares Valentim

O DOMO É VIVO:
entre técnica, sensível e poética em imersão

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor em Artes.

Linha de Pesquisa: Poéticas Tecnológicas

Orientador: Prof. Dr. Jalver Machado Bethônico
Coorientadora: Profa. Dra. Marília Lyra Bergamo

Belo Horizonte/MG
Escola de Belas Artes
2025

Ficha catalográfica
(Biblioteca da Escola de Belas Artes da UFMG)

701.05 V155d 2025	Valentim, Victor, 1989- O Domo é vivo [recurso eletrônico] : entre técnica, sensível e poética em imersão / Victor Hugo Soares Valentim. – 2025. 1 recurso online. Orientador: Jalver Machado Bethonico. Coorientadora: Marília Lyra Bergamo. Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Belas Artes. Inclui bibliografia. 1. Experiências de arte imersivas – Teses. 2. Recursos audiovisuais – Teses. 3. Performance (Arte) – Teses. 4. Instalações (Arte) – Teses. 5. Arte e tecnologia – Teses. 6. Arte por computador – Teses. 7. Criação (literária, artística etc.) – Teses. I. Bethônico, J. M., 1963- II. Bergamo, M. L., 1978- III. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Belas Artes. IV. Título.
-------------------------	--



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Assinatura da Banca Examinadora na Defesa de Tese do aluno **VICTOR HUGO SOARES VALENTIM** - Número de Registro **2021699620**.

Título: **“O DOMO É VIVO: entre técnica, sensível e poética em imersão”**

Prof. Dr. Jalver Machado Bethônico – Orientador – EBA/UFMG

Profa. Dra. Marília Lyra Bergamo – Coorientadora – The University of Newcastle

Profa. Dra. Suzete Venturelli – Titular – UAM e UnB

Prof. Dr. Cristiano Severo Figueiró – Titular – UFBA

Prof. Dr. Maurício Silva Gino – Titular – EBA/UFMG

Prof. Dr. Carlos Henrique Rezende Falci – Titular – EBA/UFMG

Belo Horizonte, 24 de outubro de 2025.



Documento assinado eletronicamente por **Jalver Machado Bethônico, Membro**, em 24/10/2025, às 14:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Suzete Venturelli, Usuária Externa**, em 28/10/2025, às 11:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Marília Lyra Bergamo, Usuária Externa**, em 28/10/2025, às 16:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Maurício Silva Gino, Professor do Magistério Superior**, em 28/10/2025, às 20:46, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Cristiano Severo Figueiro, Usuário Externo**, em 28/10/2025, às 21:08, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Henrique Rezende Falci, Professor do Magistério Superior**, em 29/10/2025, às 11:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Rita Lages Rodrigues, Coordenador(a) de curso de pós-graduação**, em 05/11/2025, às 09:01, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4680031** e o código CRC **13A1C4E1**.

*“Aos que fazem dos sonhos matéria viva para a existência”
para Jorge dos Santos Valentim e Maria Beatriz de Medeiros (in Memoriam)*

AGRADECIMENTOS

Comemorando os 100 anos do planetário, esta pesquisa foi um desafio intenso no meu processo de formação como artista-pesquisador nesta valiosa etapa de doutoramento, e a trajetória foi marcada por diversas pessoas que contribuíram diretamente para que esse sonho se materializasse. Agradeço, com muito carinho, aos meus orientadores, Profa. Marília Lyra Bergamo e Prof. Jalver Machado Bethônico, por terem me acompanhado neste percurso; à Profa. Suzete Venturelli; e a todos os meus professores da vida. Sou grato à Universidade de Brasília (UnB), minha *alma mater*; ao PPGARTES da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); e a toda a comunidade do Centro de Cultura, Linguagens e Tecnologias Aplicadas (CECULT/UFRB), onde leciono há 9 anos, em especial aos meus alunos e ex-alunos e aos meus colegas professores da área de conhecimento Cultura, Linguagens e Tecnologias (CLT).

Agradeço à minha mãe, Vanda Lúcia Silva Soares Valentim, que me confortou nos momentos mais difíceis desta trajetória e me deu forças para seguir; nada seria possível sem a sua presença, fé e força que me sustentaram até o fim. Agradeço também ao meu pai, Jorge dos Santos Valentim, e à Profa. Maria Beatriz de Medeiros, amigos queridos a quem dedico este trabalho, que sempre me incentivaram e acompanharam de perto a minha formação, e que já não estão aqui em corpo presente para celebrar mais esta conquista. Estendo meus agradecimentos aos meus irmãos Renata Valentim e Pablo Valentim; aos meus sobrinhos Gabriella, Willer, Bárbara e Beatriz; à minha madrinha, Gladys Rocha; ao meu eterno enteado Benjamin Maia; e aos meus afilhados Martin e Dália. Agradeço, com amor, ao meu bem, Carmenise Lira, que numa quarta-feira me encantou e continua me encantando, presença de acolhimento, incentivo e força ao longo de toda a trajetória.

Sou grato aos amigos Arícia Ferigato, Leandro Souza, Fernando Goulart, Marina Matiello, o menino Aruã e Janine Moraes, que me acolheram enquanto estive em Belo Horizonte para cursar as disciplinas. Agradeço, ainda, aos amigos que acompanharam de perto todo este trabalho: Aníbal Diniz, Debora Passos, Jackson Marinho, Francisco Barretto, Jarbas Jácome, Glerm Soares, Cristiano Figueiró, Alexandre Rangel, Fábio Leão, Mavi Pugliesi, Mariana Campos, Mariana Fioravanti, Gabriela Imelk, Rosa Leite Melo, Marina Leite Melo, Ramiro Galas, Fábio Campos Coelho, Guilherme Cobelo, Rav Sira, Mariano Tonniati, Caio de Miranda, Olívia Barcellos, Fernanda Dusek, Paula Rocha, Fabiane Borges, Malu Fragoso, Alzira E, Gilvânia Oliveira, Meire Dórea, Vó Tala, Dona Dalva do Samba de Cachoeira/BA e tantas outras mil pessoas queridas.

Agradeço aos festivais, mostras e planetários ao redor do mundo que apresentaram minhas obras e me incentivaram a permanecer criando. Agradeço também à *Processing Foundation* e a toda a comunidade de artistas-programadores do planeta. Obrigado pela força e pelo carinho de vocês.

*“O sentido do universo, não cabe em um verso”
(Marcos Braccini e Rafael Fares)*

RESUMO

Esta tese investiga as dinâmicas de criação artística computacional no *fulldome* digital em tempo real, analisado como meio que abriga processos de transindividuação técnico-estética em ato. À luz da ontogênese e por abordagem transdisciplinar, propõe a noção de Domo Vivo, que organiza a experiência imersiva como sinergia dinâmica entre técnica (agência dos aparatos), sensível (percepção corporificada) e poética (gesto inventivo) e reposiciona a cúpula hemisférica como meio associado do acontecimento. O Domo Vivo é tomado como ecossistema processual e relacional em regime metaestável e desloca o foco da representação para o vir-a-ser: o acontecimento é experiência viva que se constitui no encontro e se refaz quando modulações luminosas, sonoras, gestuais e algorítmicas reorganizam o campo sensível. A dinâmica é descrita por operadores transdutivos – incitação, propagação e iteração – modulados pela interação e pela composição intensiva. Em pesquisa situada, a tese analisa um corpus de performances e instalações audiovisuais realizadas por artistas no contexto *fulldome* e toma essas situações como casos em que a coemergência entre técnica, sensível e poética se torna observável. No mesmo percurso, desenvolve a biblioteca *ziviDomeLive* (*Processing/Java*) e o sistema generativo da performance audiovisual ‘Matizes em Extempore’, que opera como laboratório no próprio meio e como operador metodológico para formalizar e experimentar dinâmicas em tempo real, em diálogo direto com o corpus, evidenciando como objetos técnicos, público e gesto inventivo engendram a experiência imersiva. Como desdobramento, formaliza o Domo Vivo como operador conceitual para ecossistemas imersivos, analisa a criação em tempo real por operadores transdutivos e explicita a agência das materialidades do *fulldome* na poética da experiência. O alcance circunscreve-se à pesquisa artística de experiências audiovisuais em tempo real para contextos imersivos *fulldome*, afirmando-o como campo de pesquisa-criação e como espaço de experiência viva e invenção coletiva.

Palavras-chave: Domo Vivo; fulldome; arte computacional; ontogênese; experiência imersiva.

ABSTRACT

This thesis investigates the dynamics of real-time computational artistic creation in the digital fulldome. It analyses the fulldome as a medium that hosts processes of techno-aesthetic transindividuation in act (in actu). It proposes the notion of the Domo Vivo, which organises the immersive experience as a dynamic synergy among the technical (the agency of apparatuses), the sensible (embodied perception), and the poetic (inventive gesture). It also presents the Domo Vivo considering its ontogenesis through a transdisciplinary approach and repositions the hemispherical dome as the event's associated milieu. The Domo Vivo is conceived as a processual and relational ecosystem operating in a metastable regime. The thesis argues for shifting the focus from representation to individuation: the event is a living experience constituted in encounter and remade as luminous, sonic, gestural, and algorithmic modulations reorganise the sensible field. This dynamic is described by transductive operators – incitation, propagation, and iteration – modulated by interaction and intensive composition. The thesis analyses a corpus of live immersive audiovisual (A/V) performances and installations created by artists in the fulldome context through situated research. It takes into consideration performances and installations as cases in which the co-emergence of the technical, the sensible, and the poetic becomes observable. Along the same trajectory, it develops the *ziviDomeLive* library (*Processing/Java*) and the generative system of the audiovisual performance 'Matizes em Extempore'. The latter operates as a laboratory within the medium itself and as a methodological operator for formalising and experimenting with real-time dynamics. In direct dialogue with the concept of Domo Vivo, it evidences how technical objects, audiences, and inventive gesture engender the immersive experience. The thesis practiced-based investigation formalises the Domo Vivo as a conceptual operator for immersive ecosystems. This practice investigation analyses real-time creation through transductive operators and makes explicit the agency of fulldome materialities in the poetics of experience. In conclusion, the thesis scope is circumscribed to artistic research on real-time audiovisual experiences for immersive fulldome contexts, affirming the fulldome as a field of research-creation and as a space of living experience and collective invention.

Keywords: Domo Vivo; fulldome; computational art; ontogenesis; immersive experience.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Filme Demarcar, Resistir (2017) - Anibal Diniz e Victor Valentim	15
Figura 2 - Filme Ginófitas (2021) - Débora Passos, Anibal Diniz e Victor Valentim	16
Figura 3 - Filme 3Lôas (2024) - Victor Valentim	17
Figura 4 - Subdivisões triangulares na cúpula do primeiro planetário Zeiss (1923).....	47
Figura 5 - Subdivisão das faces do icosaedro por módulo de triângulo característico.....	48
Figura 6 - Sequência de complexificação geodésica por frequência de subdivisão	50
Figura 7 - Componentes esféricos - Ambisônica de Primeira Ordem (FOA)	57
Figura 8 - Componentes esféricos - Ambisônica de Ordem Superior (HOA).....	58
Figura 9 - Esboço de cúpula equipada com sistema de som HOA de 4ª Ordem.....	59
Figura 10 - Sincronização de trajetórias entre som e imagem na obra ‘Créatures’ (2018)	62
Figura 11 - Simulação da projeção em cúpula por espelho esférico	64
Figura 12 - Projetor de lente única <i>fisheye</i>	65
Figura 13 - Esboço de cúpula equipada com sistema de 5 projetores	66
Figura 14 - Sistema de calibração de projeção multicanal com visão computacional	67
Figura 15 - Imagens operacionais da calibração automática por visão computacional.....	68
Figura 16 - Digital <i>Full dome</i> Test Pattern (DFTP) de Paul Bourke.....	69
Figura 17 - Cúpula hemisférica de LED – Planetário de Praga (Áustria)	70
Figura 18 - Perfil de acoplamento de módulos de LED para cúpula hemisférica	71
Figura 19 - Obra ‘Granular’ (2024) - Zé de Rocha e projeto XilinDRAW	107
Figura 20 - Zé de Rocha e Coletivo XillinDRAW (Planetário da UFBA).....	108
Figura 21 - Via Moras em ‘A Terra é Azul’ (2024)	110
Figura 22 - Via Moras e o arranjo técnico–material em ‘A Terra é Azul’ (2024)	111
Figura 23 - Diagrama de cena da obra ‘Electro-Acrylique’ (2017)	113
Figura 24 - Performance ‘Electro-Acrylique’ (2017) - Satosphère (SAT).....	114
Figura 25 - Fred Trétout, Alec Stephani e Frédéric Laurier em ‘Electro-Acrylique’ (2017).....	115
Figura 26 – Bailarina Lucy Fandel em ‘Cloud Bodies’ (2023) - Satosphère (SAT).....	117
Figura 27 - Obra ‘Cloud Bodies’ (2023) - Satosphère (SAT)	118
Figura 28 - Fraction e a Instalação Performativa ‘Entropia’ (2015) – Satosphère (SAT).....	119
Figura 29 - Desenho técnico da estrutura geodésica da obra ‘Entropia’ (2015)	121
Figura 30 - Fraction performando na obra ‘Entropia’ (2015)	122
Figura 31 - Obra ‘Ethereal’ (2020) – Satosphère (SAT).....	123
Figura 32 - Sistema de iluminação interativo na obra ‘Ethereal’ (2020)	124

Figura 33 - Obra ‘Créatures’ (2018) - Satosphère (SAT).....	125
Figura 34 - Vincent Houzé, Dave&Gabe em ‘Créatures’ (2018) - Satosphère (SAT).....	127
Figura 35 - MONOCOLOR em performance na obra ‘Latent Space’ (2019).....	129
Figura 36 - Obra ‘Latent Space’ (2019) - Satosphère (SAT)	130
Figura 37 - Obra ‘Entangled Structures’ (2022) - Satosphère (SAT).....	131
Figura 38 - Vista do público na Obra ‘Entangled Structures’ (2022)	132
Figura 39 - Obra ‘Dromos’ (2013) – Festival MUTEK - Satosphère (SAT)	134
Figura 40 - Público na obra ‘Dromos’ (2013) - Satosphère (SAT).....	135
Figura 41 - Instalação Interativa ObE no interior da Satosphère (2014).....	136
Figura 42 - Interação do público na obra ‘Botânica’ (2023)	138
Figura 43 - Metáfora do ‘guarda-chuva-portal’ no processo criativo de ‘SPELL’ (2024).....	140
Figura 44 - Interação do público na obra ‘SPELL’ (2024) – Planetário de Brasília	141
Figura 45 - Capacete interativo da obra ‘El Macroscopio’ (2024).....	143
Figura 46 - <i>SplashScreen</i> da biblioteca <i>ziviDomeLive</i> (2025).....	145
Figura 47 - Diagrama de classes UML básico da Biblioteca <i>ziviDomeLive</i>	151
Figura 48 - <i>Processing</i> PDE com exemplo elementar de <i>ziviDomeLive</i>	153
Figura 49 - Interface de usuário (UI) da biblioteca <i>ziviDomeLive</i>	154
Figura 50 - Captura Cúbica da cena 3D (<i>Cubemap</i>)	156
Figura 51 - Calibração dos modos de visualização em <i>ziviDomeLive</i>	157
Figura 52 - Quadro de capturas da cena do exemplo <i>SolarSystem</i> (2025).....	158
Figura 53 - Fluxo de interação operatória em <i>ziviDomeLive</i>	161
Figura 54 - Arícia Ferigato - Harpista e Compositora.....	166
Figura 55 - Setup de preparação da harpa para improvisação livre.....	167
Figura 56 - Primeira imagem conceitual para o desenho do sistema generativo	169
Figura 57 - Diagrama UML da classe <i>CubeCollision</i> - Matizes em Extempore.....	172
Figura 58 - Análise Espectral do Som da Harpa Puro.....	175
Figura 59 - Diagrama do fluxo - síntese <i>live electronics</i> e ambisônica.....	178
Figura 60 - Aproximação por esferas envolventes na detecção de colisões entre cubos.	180
Figura 61 - Diagrama simplificado da subdivisão por explosão dos cubos	182
Figura 62 - Avaliação de aptidão (<i>fitness</i>) - Colisões e Estados	184
Figura 63 - Avaliação de aptidão (<i>fitness</i>) - Dinâmica dos Cubos.....	185
Figura 64 - Avaliação de aptidão (<i>fitness</i>) - Especialização dos Cubos.....	186
Figura 65 - Diagrama de ciclo iterativo por fases do AG clássico.....	187
Figura 66 - Diagrama de ciclo de interação performática: Performer - Sistema - AG.....	189

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Tabela 1 - Quadro Comparativo das Concepções de Bauersfeld (1922) e Fuller (1954).....	49
Tabela 2 - Vetores de tensão – funções sistêmicas e manifestações operacionais.	83
Tabela 3 - Operadores e significados de emergência da experiência viva imersiva	90
Tabela 4 - Taxonomia Híbrida e eixos criativos no Domo Vivo.....	103
Tabela 5 - Variáveis globais articuladas como genes pelo AG	183

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AG	Algoritmo Genético
API	<i>Application Programming Interface</i>
CECULT/UFRB	<i>Centro de Cultura, Linguagens e Tecnologias Aplicadas</i>
CNC	<i>Centre National du Cinéma et de l'image Animée</i>
DAW	<i>Digital Audio Workstation</i>
DFTP	<i>Digital Fulldome Test Pattern</i>
DICRéAM/CNC	<i>Dispositif pour la Création Artistique Multimédia</i>
DJ	<i>Disc Jockey</i>
DMX	<i>Digital Multiplex</i>
EDM	<i>Electronic Dance Music</i>
FBO	<i>Framebuffer Object</i>
FFT	<i>Fast Fourier Transform</i>
FLOSS	<i>Free/Libre and Open Source Software</i>
FOA	<i>First Order Ambisonics</i>
fps	frames por segundo
GLSL	<i>OpenGL Shader Language</i>
g.n.	grifo nosso
GPU	<i>Graphics Processing Unit</i>
HOA	<i>Higher Order Ambisonics</i>
IA	Inteligência Artificial
IAG	Inteligência Artificial Generativa
IDE	<i>Immersive Dome Environment</i>
IEM	<i>Institute of Electronic Music and Acoustics</i>
ILFI	A individuação à luz das noções de forma e de informação
IMERSA	<i>Immersive Media Entertainment, Research, Science & Arts</i>
IPS	<i>International Planetarium Society</i>
IRCAM	<i>Institut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique</i>
ITU	<i>International Telecommunication Union</i>
JPL	<i>Jet Propulsion Laboratory</i>
JSON	<i>JavaScript Object Notation</i>
LED	<i>Light-emitting Diode</i>
LERP	Interpolação Linear
MEOT	Do Modo de Existência dos Objetos Técnicos
MIDI	<i>Musical Instrument Digital Interface</i>
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>

NASA	<i>National Aeronautics and Space Administration</i>
OSC	<i>Open Sound Control</i>
PaR	<i>Practice as Research</i>
PDE	<i>Processing Development Environment</i>
PGL	<i>Processing OpenGL</i>
PWM	<i>Pulse Width Modulation</i>
RMS	<i>Root Mean Square</i>
SAT	<i>Société des Arts Technologiques</i>
SATIE	<i>Spatial Audio Toolkit for Immersive Environments</i>
SPARTA	<i>Spatial Audio Real-Time Applications</i>
t.n.	tradução nossa
UDESC	Universidade do Estado de Santa Catarina
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UFMG	Universidade Federal de Minas Gerais
UFRB	Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
UFSM	Universidade Federal de Santa Maria
UI	<i>User Interface</i>
UnB	Universidade de Brasília
UML	<i>Unified Modeling Language</i>
UTC	Tempo Universal Coordenado
VJ	<i>Visual Jockey</i>
WFS	<i>Wave Field Synthesis</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Os desafios do Domo Vivo: entre desafios e potências.....	19
1.2 Por que pensar o Domo Vivo? Sentidos e urgências da pesquisa	21
1.3 Linhas de força da filosofia da técnica	24
1.4 Estrutura e fluxo do percurso.....	27
2 A EMERGÊNCIA DO DOMO VIVO	29
2.1 Do planetário moderno ao Domo Vivo	33
2.2 Infraestrutura Viva: Um campo em coemergência.....	43
2.3 Arquitetura Ressonante: A cúpula como meio associado	46
2.4 Arquitetura Sonora: O áudio imersivo como sintaxe esférica.....	53
2.5 Arquitetura Visual: Da projeção à luminescência expressiva	63
2.6 Infraestrutura Viva como ecologia técnico-estética	73
3 SINERGIA DINÂMICA NO DOMO VIVO.....	76
3.1 Vetores de Tensão: Técnica, Sensível e Poética.....	78
3.1.1 Técnica.....	78
3.1.2 Sensível.....	80
3.1.3 Poética	81
3.2 Processos Transdutivos: Gramática da Sinergia Dinâmica	83
3.3 Teoria Alagmática e a Dinâmica Operativa	87
4 EXPERIÊNCIA VIVA IMERSIVA: POÉTICAS NO DOMO VIVO	94
4.1 O <i>Liveness</i> e a Experiência Viva Imersiva	94
4.2 Taxonomia Híbrida e Eixos Criativos	102
4.2.1 Granular (2024)	107
4.2.2 A Terra é Azul (2024)	110
4.2.3 Electro-Acrylique (2017).....	112
4.2.4 Cloud Bodies (2023).....	116
4.2.5 Entropia (2015).....	119
4.3.6 Ethereal (2020)	122
4.2.7 Créatures (2018)	125
4.2.8 Latent Space (2019).....	128

4.2.9 Entangled Structures (2022)	131
2.2.10 Dromos (2013).....	133
4.2.11 ObE (2013-2014).....	136
4.2.12 Botânica (2023)	137
4.2.13 SPELL (2024).....	139
4.2.14 El Macroscópio (2024)	142
4.3 Síntese.....	144
5 PESQUISA-CRIAÇÃO: A PRÁXIS DO DOMO VIVO EM ZIVIDOMELIVE	145
5.1 A Práxis do Artista-Programador: Autonomia e Meios de Expressão	146
5.2 Por que ziviDomeLive? Desafios e motivações	147
5.3 A pesquisa como prática e proposição situada	149
5.4 <i>ziviDomeLive</i> como operador metodológico no Domo Vivo	151
5.4.1 Incitação: <i>Scene</i> e UI	153
5.4.2 Propagação: <i>Cubemap</i> , <i>Shaders</i> e Integrações	155
5.4.3 Iteração: Ciclo de Exemplos, Cenas e Afinação da Biblioteca	158
5.5 Horizontes Futuros para <i>ziviDomeLive</i>	162
6 A EXPERIÊNCIA VIVA IMERSIVA EM ATO: MATIZES EM EXTEMPORE.....	165
6.1 Gênese e Poética da Obra	166
6.1.1 Da Reatividade ao Mecanismo de Variação.....	171
6.2 A Arquitetura do Sistema Audiovisual Generativo	172
6.3 A Gramática da Sinergia: Operadores Transdutivos em Matizes em Extempore	175
6.3.1 Incitação: Gesto Sonoro e Análise de Áudio.....	175
6.3.1.1 <i>Live Electronics</i> e Espacialização Ambisônica	178
6.3.2 Propagação: Motores de Variação	180
6.3.2.1 Sistema de Colisões	180
6.3.2.2 Algoritmo Genético	183
6.3.3 Iteração Performática.....	189
6.4 Aprendizados e a Individuação Contínua da Pesquisa	191
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	193
REFERÊNCIAS.....	198
GLOSSÁRIO	208

1 INTRODUÇÃO

Esta pesquisa aborda o campo do *fulldome* digital em tempo real¹ articulando-o conceitualmente como um ecossistema processual e relacional. Esta perspectiva se direciona a três vetores que operam em sinergia dinâmica neste contexto: a técnica, que institui as condições materiais e processuais; o sensível, que organiza a percepção e a experiência; e a poética, que orienta os princípios estéticos e criativos. Entender de que maneira essas instâncias se afetam mutuamente requer observar a experiência viva imersiva em seu vir-a-ser.

Parto de um quadro específico: planetários institucionais, voltados à divulgação científica, acolhem práticas artísticas de modo pontual, muitas vezes condicionadas por suas infraestruturas, limitações técnicas e agendas específicas. Muitos destes espaços possuem sistemas de projeção fechados que não comportam experiências ao vivo. No cenário internacional, ainda são raros os ambientes *fulldome* dedicados prioritariamente às artes e poéticas tecnológicas, voltados à experimentação, difusão e criação nesse contexto².

Em paralelo, observo a expansão de uma ecologia de práticas neste campo (festivals, residências artísticas e coletivos)³ centradas na improvisação, performatividade e processualidade, que têm ocupado estas cúpulas e ampliado significativamente a cadeia de produção, circulação e fruição de obras e experiências audiovisuais imersivas e interativas. Nesses contextos, a dinâmica processual e especulativa da produção e reflexão criativa demonstram-se como acontecimento que emerge de relações entre artistas, máquinas, cúpula e públicos.

Nesse panorama que se inscreve minha trajetória no *fulldome*, iniciada em 2017, motivada pelo desejo de expandir minhas investigações em arte e tecnologia para a escala e a espacialidade da imersão coletiva, explorando as qualidades poéticas e sensíveis que lhe são iminentes. Esse reconhecimento inicial levou-me a experimentar a produção de curtas-metragens

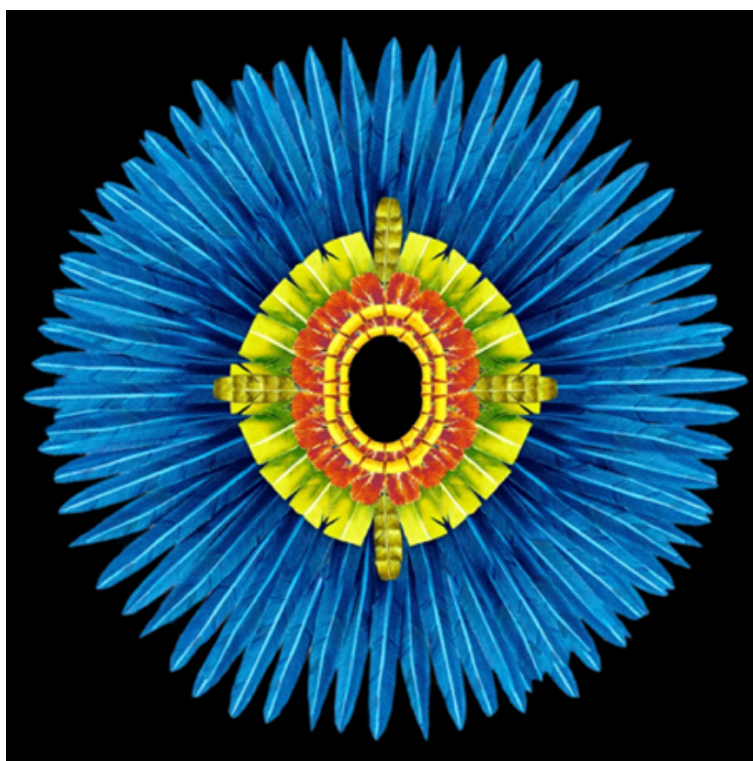
¹ Nesta pesquisa, *fulldome* digital em tempo real designa o ambiente imersivo hemisférico em que a geração, o processamento e a projeção de imagens e sons ocorrem de forma contínua e responsiva durante a experiência. Diferencia-se das produções pré-renderizadas por possibilitar que elementos visuais e sonoros sejam modulados em ato, em função de variáveis técnicas, performativas ou interativas. Essa condição insere a criação no regime de contingência que caracteriza o Domo Vivo, no qual a técnica, o sensível e a poética se coproduzem. Trata-se de um meio no qual a experiência não é apenas exibida, mas constituída no instante, por meio de relações dinâmicas entre agentes humanos, algorítmicos e materiais.

² Espaços *fulldome* dedicados às artes configuram-se como ambientes imersivos hemisféricos voltados à pesquisa, residências artísticas e apresentações públicas, distintos dos planetários de vocação estritamente científica. Entre os exemplos mais relevantes estão o Satosphere - *Société des Arts Technologiques* (SAT) - (Montréal - Canadá), CULTVR Lab (Inglaterra), *Institute of American Indian Arts Digital Dome* - IAIA (EUA), e o *DomeLab* (Austrália) e FUTURE VISION LAB - *Taiwan Contemporary Culture Lab* (C-LAB) (Taipei - Taiwan).

³ Entre os festivais e coletivos relevantes para esta pesquisa, destacam-se: *Fulldome UK* (Reino Unido), *Immersphere* (Brasil), *DomeFestWest* (EUA), *SATFest* (Canadá) e *Best of Earth* (consórcio internacional de festivais *fulldome*), MUTEK (*International Festival of Electronic Music & Digital Creativity*) fortalecendo a circulação e a experimentação no campo imersivo.

em fluxo pré-renderizado, experiência que representou uma imersão intensa nos procedimentos estéticos próprios ao contexto. A princípio, essa prática me permitiu compreender a complexidade técnica envolvida na preparação de conteúdos para projeção imersiva e as exigências particulares impostas pela geometria da cúpula, inspirando-me a considerar a técnica como campo de operações cujas escolhas e interações configuram de modo decisivo a minha experiência estética e sensível no meio.

Figura 1 - Filme *Demarcar, Resistir* (2017) - Anibal Diniz e Victor Valentim



Fonte: Elaboração do autor

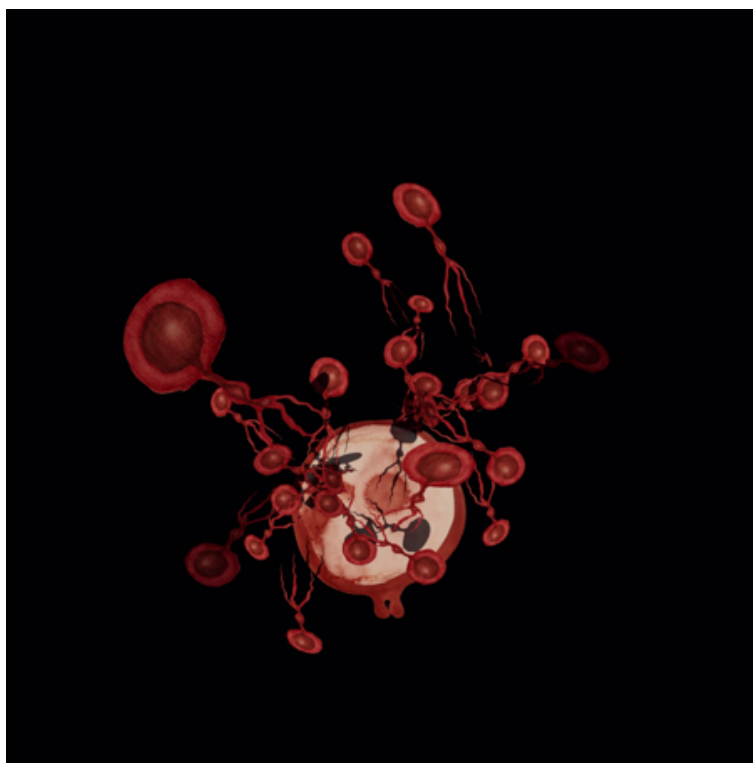
A primeira obra para *fulldome* que realizei, *Demarcar, Resistir* (2017)⁴, foi concebida em parceria com o artista visual Aníbal Diniz⁵, com quem já trabalhava desenvolvendo experiências e pesquisas em arte e tecnologia desde 2007, quando ingressei na graduação em composição musical na Universidade de Brasília (UnB). A criação partiu do desejo de articular cinema *fulldome* e questões sociais urgentes, tomando como eixo a luta pela demarcação das terras indígenas no contexto político pós-2016 no Brasil. No processo criativo, Aníbal desenvolveu os elementos visuais, enquanto assumi a concepção e realização da trilha sonora. Ambos os eixos incorporaram elementos de povos originários, reinterpretados digitalmente e integrados a

⁴ Vídeo da obra disponível em: <https://youtu.be/8AKRCsglDXA>. Acesso em: 16 Set. 2025.

⁵ Anibal Alexandre é *Visual Jockey* (VJ), *motion designer*. Artista visual formado pela UnB em 2011, realizando trabalhos de arte eletrônica, arte computacional, videoarte, instalações multimídia interativas.

uma narrativa sensível, explorando a espacialidade e a escala da cúpula em diálogo com os componentes ativos da obra. Com essa abordagem, também reivindicamos o potencial dos planetários como espaços de experimentação poética e de debate crítico, capazes de acolher narrativas que emergem de lutas sociais concretas (Valentim, 2018). Ao transpor para o *fulldome* um tema de alta densidade política, *Demarcar, Resistir!* foi estreado no I Immersphere *Fulldome* Festival⁶ (2017) e recebeu os prêmios de Melhor Narrativa e o Prêmio Planetário de Brasília⁷, tendo depois circulado internacionalmente em diversas mostras e festivais de 2018 e até os dias atuais.

Figura 2 - Filme Ginófitas (2021) - Débora Passos, Anibal Diniz e Victor Valentim



Fonte: Elaboração do autor

Em *Ginófitas* (2021)⁸, esse modo colaborativo de criação se aprofundou. O projeto teve como ponto de partida a série homônima de aquarelas, desenhos e bordados livres de Débora Passos⁹, cujas texturas e gestualidades foram digitalizadas e animadas por Aníbal Diniz. Essas

⁶ Disponível em: <https://2017.immersphere.com.br/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

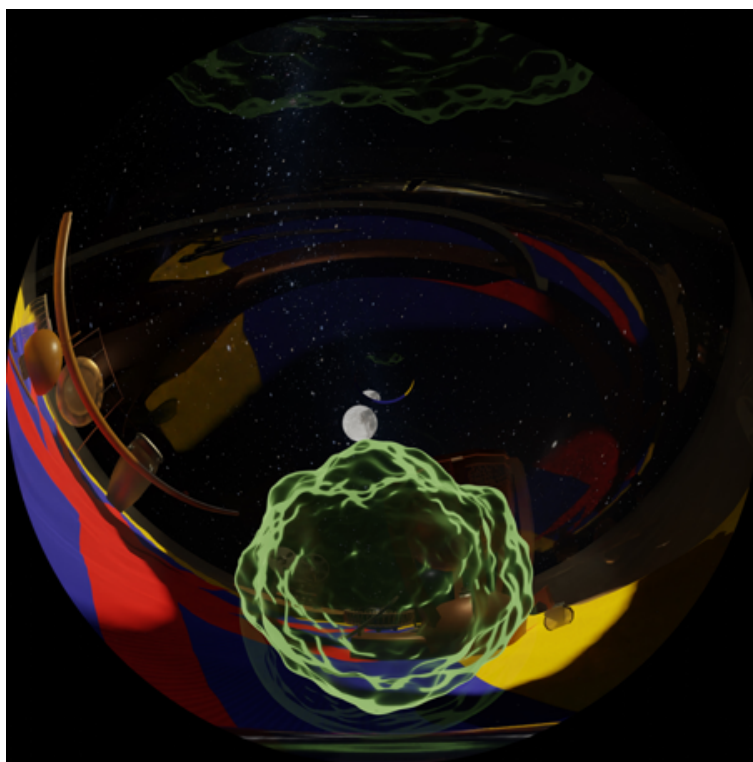
⁷ Disponível em: <https://2017.immersphere.com.br/pt/festival-3/premios/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

⁸ Vídeo da obra disponível em: <https://filmfreeway.com/Ginofitas>. Acesso em: 04. Set. 2025.

⁹ Débora Passos é Artista Visual formada pela UnB em 2012, e arte-educadora desde 2009. É natural de Teresina (PI) e moradora do bairro Sol Nascente, Ceilândia (DF). Desenvolve pesquisas com bordado livre, desenho e aquarela. Essas linguagens transitam livremente em obras cujos temas são principalmente corpos femininos e vegetais.

formas orgânicas evocam processos de recombinação gênica e apontam para a profundidade da relação entre humano e vegetal, compreendida tanto como herança ancestral quanto como urgência contemporânea diante das consequências da hiper domesticação, das explorações históricas e do antropoceno. Desenvolvi a trilha sonora preservando o ritmo respiratório e a delicadeza dos gestos pictóricos na animação, ao mesmo tempo em que explorei a espacialidade sonora como elemento de presença na cúpula. A obra estreou no II Immersphere *Fulldome* Festival¹⁰ (2021), onde recebeu o prêmio de ‘Melhor Filme Experimental’¹¹ e circulou amplamente no circuito internacional de festivais dedicados ao *fulldome*, trajetória que culminou na premiação *Best of Earth 2023* como ‘Melhor Filme Estudantil’¹², consolidando o seu reconhecimento no campo especializado.

Figura 3 - Filme 3Lôas (2024) - Victor Valentim



Fonte: Elaboração do autor

3Lôas¹³ (2024), marcou minha primeira obra solo para *fulldome* e representou uma mudança significativa na forma como articulo minha concepção artística nesse meio. Concebido como uma homenagem aos 80 anos de nascimento do percussionista Naná Vasconcelos (*in*

¹⁰ Disponível em: <https://2021.immersphere.com.br/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

¹¹ Disponível em: <https://2021.immersphere.com.br/inicio/o-festival/filmes-premiados/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

¹² Disponível em: <https://www.bestof.earth/award-winners/ginofitas>. Acesso em: 04 Set. 2025.

¹³ Vídeo da obra disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=C4Cqw74eMj4> Acesso em: 04 Set. 2025.

memoriam), o filme incorpora em animação 3D o seu universo musical, visual, sensível e poético. Assumi integralmente as etapas de conceito, imagem, som e modelagem e pós-produção, o que me permitiu um mergulho de aprendizado no *software* Blender¹⁴ para criação visual tridimensional, em diálogo com a composição musical original que desenvolvi inspirado no universo percussivo do homenageado. Essa abordagem possibilitou experimentar um vocabulário próprio para a cúpula, atento à luz, à escala, ao campo visual e aos deslocamentos de câmera virtual pelos instrumentos musicais modelados na cena. O desdobramento desse aprofundamento técnico e estético foi reconhecido com o prêmio de ‘Melhor Experiência Sonora’ no III Immersphere *Fulldome* Festival¹⁵ (2024).

Esta vivência com minhas produções levou-me a reconhecer o campo do *fulldome* como agente formativo e me instigou a também incorporar processos de criação em tempo real como desafio criativo inerente à imersão nesse campo, reativando um anseio que tinha de explorar esse contexto no sentido performativo e interativo desde que me envolvi nos seus estudos. O contato que experienciei no doutorado com a filosofia da técnica da Ontogênese, iniciada por Gilbert Simondon e preconizada por uma série de autores que são mobilizados neste trabalho, permitiu-me compreender essa dinâmica. Minha prática incorporou-se como campo de experimentação da hipótese da transdução: cada gesto criativo transforma e reorganiza a percepção e engendra novas possibilidades. Trata-se de um fazer processual e relacional em que a criação emerge de operações intensivas entre matéria técnica, escuta e composição viva.

Essa rede de interdependências encontra expressão conceitual na noção de Domo Vivo, operador que estrutura esta pesquisa. Nesse enquadramento, a técnica deixa de ser um meio transparente e intervém ativamente na experiência sensível; o sensível se estabelece como engajamento perceptivo e corporal em um ambiente em transformação contínua; e a poética se manifesta como invenção situada, orientada pela escuta e pela negociação com as forças do meio. Nomear essa sinergia é reconhecer que a experiência imersiva não se reduz a representar algo previamente concebido, mas se configura como um processo em que a obra, o espaço e os participantes se transformam mutuamente.

Após a qualificação, o percurso desta pesquisa passou por uma profunda reorientação. Inicialmente, o foco incidia sobre a cocriatividade computacional com Inteligências Artificiais Generativas (IAG) no contexto do *fulldome*. A revisão crítica do projeto em si me revelou que antes de investigar a ação cocriativa de agentes técnicos específicos, era necessário explicitar

¹⁴ Disponível em: <https://www.blender.org/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

¹⁵ Disponível em: <https://immersphere.com.br/mostra-competitiva/>. Acesso em: 04. Set. 2025.

as condições que tornam possível a criação em tempo real nesse meio. O problema central não era “como cocriar com IAG?”, mas “o que caracteriza o domo como meio vivo no qual cocriações podem emergir?”. Essa mudança de perspectiva não eliminou a relevância das IAG neste contexto, mas situou seu papel dentro da ecologia técnica e sensível que sustenta qualquer processo cocriativo. Esse reposicionamento abriu caminho para articular o Domo Vivo como referencial situado.

Ao longo desta pesquisa, mantive o compromisso de escrever a partir da prática, entendendo a escrita não apenas como registro, mas como prolongamento especulativo do fazer. A escrita também experimenta, respondendo às transformações que a criação em tempo real provoca. Essa abordagem demanda uma retórica que não encerre prematuramente a experiência, mas produza conceitos operacionais para pensá-la como campo colaborativo permeado por instabilidades, escutas e improvisações. Em cada experiência, aprofundo minha relação com a codificação e a espacialidade, dimensões que reconfiguram tanto minha sensibilidade quanto meus modos de existir enquanto artista-programador. O deslocamento é técnico e subjetivo: compor com algoritmos e espacialidades hemisféricas implica aceitar ser transformado por eles.

A participação em festivais e contextos de criação coletiva me evidenciou o campo como espaço de encontro, improvisação e aprendizagem. A circulação das obras e as variações nas configurações técnicas funcionaram como um programa de pesquisa vivo. Essa experiência consolidou uma ética de escuta e corresponsabilidade: atenção ao comportamento do sistema, ao espaço e ao público; e responsabilidade compartilhada nas decisões técnicas e artísticas que moldam a experiência comum. Programar, compor e montar na cúpula tornaram-se, para mim, modo de atenção e prática reflexiva.

1.1 Os desafios do Domo Vivo: entre desafios e potências

O primeiro desafio é ontológico: compreender o Domo Vivo como realidade que se constitui no próprio ato da experiência imersiva. Essa compreensão se ancora em Simondon, para quem os seres técnicos não são objetos prontos e estáveis, mas realidades em processo de individuação. No *fulldome*, essa individuação ocorre no nível material dos aparatos e, ao mesmo tempo, nas relações que se estabelecem entre artista, público e meio técnico. Cada performance, instalação ou experiência híbrida é uma atualização singular do Domo Vivo, que existe plenamente apenas enquanto acontece.

Essa condição processual conduz a um segundo desafio: lidar com a metaestabilidade. No *fulldome* em tempo real, não há equilíbrio fixo. O sistema oscila continuamente entre estados, ajustando-se a novas entradas — um som, um movimento, uma interação, uma resposta do

público. Esses ajustes não são marginais, mas parte constitutiva da experiência; muitas vezes, é justamente neles que surgem as qualidades mais singulares do devir.

Na minha prática, identifiquei três movimentos recorrentes que formalizei nesta pesquisa como operadores conceituais: incitação, propagação e iteração. A incitação é o momento em que algo desencadeia a ação: um gesto, um evento detectado por sensores, um som ou uma variação de parâmetro no código. A propagação é o processo pelo qual esse estímulo se espalha pelo sistema, afetando múltiplos elementos de forma simultânea ou encadeada. A iteração é o retorno desse movimento ao ponto de origem, transformado pelas interações que encontrou no caminho e capaz de gerar nova incitação. Esses operadores descrevem mais que fluxos técnicos de dados: organizam uma lógica de criação viva, em que cada elemento afeta e é afetado pelos outros. Trabalhar com eles significa aceitar que a obra se constrói no espaço de negociação contínua entre intenção e contingência.

Há ainda um desafio metodológico: como investigar algo que é, por natureza, instável e irrepetível? No campo das artes, processos constituem objeto recorrente de análise, mas o *fulldome* em tempo real adiciona camadas específicas: espacialidade imersiva, multiplicidade de variáveis simultâneas, dependência de condições técnicas de alta complexidade. Documentar e analisar esse tipo de experiência exige metodologias que preservem seu caráter efêmero sem reduzi-lo a dados fixos.

Foi nesse ponto que percebi que minha prática precisava se tornar também reflexão de pesquisa. O desenvolvimento da biblioteca *ziviDomeLive* não foi apenas meio para viabilizar uma infraestrutura própria de experimentação, mas uma contribuição para o campo. A biblioteca constitui um operador metodológico que permite experimentar a dinâmica do Domo Vivo em código, instaurando um espaço de pesquisa-criação no qual hipóteses são testadas e compartilhadas. Cada sessão funciona como laboratório vivo: não fixa a experiência, mas oferece meios de observar suas variações, de registrar suas ocorrências e de compreender como o processo artístico se organiza em tempo real.

Criar nesse meio exige um tipo específico de atenção, uma percepção expandida que envolve visão, audição, propriocepção e sensibilidade para o comportamento do sistema. É necessário perceber não apenas o que está sendo projetado ou sonorizado, mas como cada elemento se relaciona com o todo. Essa escuta se estende ao público.

No Domo Vivo, o público participa do ecossistema. Seus movimentos, sua permanência ou dispersão afetam diretamente a experiência. Essa copresença entre artista, público e conjunto técnico instaura um campo de criação coletiva, cujo desdobramento nunca é previsível. O tempo se constrói na presença; o espaço é continuamente reconfigurado pelas projeções, pela luz, pelo

som e pela interação. Criar nesse campo implica lidar com múltiplos tempos e múltiplos espaços sobrepostos.

Surge então o desafio epistemológico: o que significa conhecer o Domo Vivo? É preciso articular uma linguagem capaz de dar conta de sua natureza híbrida, ao mesmo tempo material e imaterial, objetiva e subjetiva, técnica e sensível. Essa linguagem deve ser suficientemente precisa para permitir análise e comunicação, mas suficientemente aberta para não sufocar a vitalidade do processo. Esses desafios não são obstáculos a serem superados até se chegar a um ideal de obra, são a própria matéria do trabalho. Aceitar o Domo Vivo é aceitar trabalhar no interior das tensões, reconhecendo que é nelas que reside sua potência criativa.

1.2 Por que pensar o Domo Vivo? Sentidos e urgências da pesquisa

No contexto da arte computacional e das poéticas tecnológicas, tal urgência se acentua diante da lacuna entre a complexidade sensível das práticas em tempo real, especialmente em ambientes imersivos como o *fulldome* digital ao vivo e os modelos teóricos que frequentemente as descrevem a partir de dicotomias exógenas (sujeito versus instrumento, forma versus conteúdo). O Domo Vivo neste sentido é abordado como campo problemático: um meio em processo que se sustenta por transdução contínua, desfazendo fronteiras entre gesto, máquina, código e experiência.

Essa linha de investigação sobre a abertura dos processos criativos não é recente em minha trajetória. Em 2019, publiquei o artigo intitulado “Criação para cinema *fulldome* e tecnologias computacionais de código aberto”, onde já apontava para a necessidade de explorar tecnologias de *software* livre e de código aberto – *Free/Libre and Open Source Software* (FLOSS) como contraponto à vasta maioria de ecossistemas criativos proprietários que dominam o campo do *fulldome*. Já naquele momento, argumentava que essa abertura era fundamental para ampliar a difusão e o acesso ao conhecimento, fomentando a aprendizagem e inspirando novos criadores e pesquisadores atuantes nas interseções entre arte e tecnologia nos espaços imersivos (Valentim, 2019). Essa perspectiva inicial, centrada na importância de sistemas técnicos abertos e processos criativos compartilháveis, tornou-se um dos alicerces que sustentam a presente investigação sobre o Domo Vivo.

Apesar da crescente efervescência prática nesse campo, ainda é limitada a reflexão filosófica e crítica sistemática sobre seus fundamentos. Essa ausência não é neutra: ao não ser teorizado, o *fulldome* digital em tempo real tende a ser reduzido a uma variação técnica do campo, reforçando a concepção da tecnologia como ferramenta transparente. A presente pesquisa se

justifica pela necessidade de elaborar um referencial capaz de qualificar o debate, propondo a noção de Domo Vivo como meio processual, relacional e aberto à invenção coletiva.

Nesse horizonte, a própria metodologia da pesquisa precisou responder a um limite estrutural: a predominância de *softwares* proprietários no campo, muitas vezes acompanhados de documentação fragmentada e relatos subjetivos sobre obras e práticas artísticas. Tal cenário dificulta a sistematização de saberes e o desenvolvimento de metodologias abertas e replicáveis. A criação da biblioteca *ziviDomeLive* constituiu-se aqui como gesto epistemológico ao propor uma infraestrutura técnica e conceitual que articula experimentação, documentação e compartilhamento no próprio meio. A codificação foi abordada não como a fabricação de uma ferramenta, mas como a própria materialização da investigação, um modo de ‘pensar-fazendo’ que corporifica a gramática do Domo Vivo e torna seus processos criativos observáveis.

Mais do que uma solução funcional, ela torna visível e sensível a gramática própria da codificação enquanto gesto criativo, possibilitando formas de escrita algorítmica em que a técnica é agente ativo na produção de sentido e na composição de mundos possíveis. O Domo Vivo enquanto campo prático, conceitual e pedagógico desestabiliza tais categorias ao instaurar uma ecologia de transdução contínua, onde gesto, técnica, som e ambiente se compõem por zonas de contágio, improviso e variação.

Nesse sentido, a pesquisa reivindica a necessidade de ampliar o repertório crítico e metodológico sobre a criação artística em ambientes imersivos, sensíveis e computacionais. A minha experiência acumulada em laboratórios, coletivos e contextos de ensino, pesquisa e extensão, como MediaLab/UnB e no Centro de Cultura, Linguagens e Tecnologias Aplicadas (CE-CULT/UFRB) reforça a urgência de práticas pedagógicas que articulem criação, código e pensamento especulativo, recusando a separação entre técnica e sensível, e assumindo o código como linguagem estética e filosófica. O Domo Vivo nesse horizonte não é tratado como *framework*, mas como campo conceitual expandido de aprendizado, em que artistas, algoritmos e públicos constituem, juntos, modos de escuta, atenção e criação.

A partir dessas premissas, articulo a hipótese central desta tese: o *fulldome* digital em tempo real opera como um campo de transindividuação tecno-sensível, um ecossistema relacional que conceituo como Domo Vivo. Esta hipótese desloca o foco da representação para a ontogênese — do ‘o quê’ a experiência viva imersiva é, para o ‘como’ ela vem-a-ser — e se desdobra em três questões que estruturam a investigação:

1. Como o Domo Vivo opera? Esta pergunta busca compreender as condições de existência do Domo Vivo como meio de criação artística. Ao falar em condições de existência, não me refiro apenas à infraestrutura física e ao conjunto técnico (projetores, *softwares*, sistema de som), mas também aos modos de relação que emergem desse encontro entre artista, público e meio técnico. Inspirado pela noção simondoniana de meio associado, considero que o Domo Vivo não preexiste à experiência, mas se constitui no próprio acontecimento. Essa perspectiva levanta questões sobre como técnica, sensível e poética se articulam dinamicamente e como podemos descrever essa articulação.
2. Como essa sinergia se materializa? Esta questão desdobra-se em duas frentes complementares. Primeiramente, no plano da infraestrutura viva, o foco está em como os elementos técnicos e sensoriais do *fulldome* — luz, som, projeção — se configuram como uma ecologia ativa. Investiga-se como essa materialidade participa da composição do sensível e contribui para uma poética que transcende a intencionalidade do artista, considerando o papel de elementos como a acústica da cúpula e a resposta do sistema em tempo real. Em segundo lugar, a investigação avança para a concretização da experiência viva imersiva, analisando, através de um corpus de obras, como essa sinergia se atualiza em poéticas específicas. O objetivo é compreender como diferentes práticas artísticas agenciam essa ecologia, transformando as potencialidades da infraestrutura em acontecimentos singulares e partilhados.
3. Como investigar essa processualidade pelo fazer? Esta é a questão metodológica central. Se o Domo Vivo é um meio em constante transformação, como podemos estudá-lo sem congelar o que o torna vivo? A resposta que se constrói ao longo da pesquisa é a de adotar uma abordagem situada e prática, em que o próprio ato de criar se torna o instrumento de investigação. Essa práxis se materializa no desenvolvimento da biblioteca *zi-viDomeLive (Processing/Java)*, que atua como um laboratório vivo para formalizar a gramática do Domo Vivo, e encontra sua demonstração situada na criação do sistema audiovisual generativo da performance Matizes em Extempore, onde essa gramática é efetivamente performada e refinada em um contexto de cocriação.

O objetivo aqui não é produzir respostas definitivas, mas criar um campo conceitual e metodológico que permita continuar explorando este campo em suas múltiplas possibilidades. A noção de ser-com-a-técnica, que aqui adoto, não é apenas um postulado teórico, mas uma condição vivida: passar horas ajustando parâmetros, observando como pequenas mudanças no

código alteram a percepção do público. É nesse convívio prolongado com o meio que as perguntas se tornam mais nítidas.

A partir dessa trajetória, esta tese propõe quatro contribuições principais ao campo: uma contribuição conceitual, ao formalizar o Domo Vivo como operador conceitual para análise de ecossistemas imersivos; uma contribuição processual, ao detalhar a criação em tempo real por meio dos operadores de incitação, propagação e iteração; uma contribuição analítico-infraestrutural, ao examinar a agência das materialidades do *fulldome*; e uma contribuição técnico-poética, ao apresentar a biblioteca *ziviDomeLive* como artefato que materializa e possibilita a exploração prática das premissas aqui desenvolvidas.

1.3 Linhas de força da filosofia da técnica

A formulação do conceito de Domo Vivo exige um diálogo estreito com a filosofia da técnica, não apenas como referencial teórico, mas como campo de pensamento que se confronta diretamente com a prática artística situada nesta pesquisa. Trata-se de compreender o *fulldome* em tempo real como elemento constitutivo de uma experiência que é simultaneamente técnica, sensível e poética.

Em “Do Modo de Existência dos Objetos Técnicos” (MEOT, [1958], 2020b) e “A individuação à luz das noções de forma e de informação” (ILFI, [2005], 2020a), Simondon propõe que os objetos técnicos não sejam compreendidos como artefatos isolados, mas como entidades em processo de individuação. Essa individuação se dá em relação a um meio associado, um conjunto de condições técnicas, energéticas e materiais que tornam possível a existência e o funcionamento do objeto. Aplicado ao Domo Vivo, o conceito de meio associado desloca a atenção do equipamento em si para o ecossistema que sustenta sua operação: projetores, sistema de som, *softwares*, protocolos de comunicação, mas também o espaço arquitetônico, a presença do público e as interações que emergem em tempo real.

A noção de ontogênese é central aqui. O Domo Vivo não é um estado, mas um processo. Ele se constitui no encontro entre elementos heterogêneos, que interagem e se transformam mutuamente. A experiência imersiva é uma atualização contingente desse processo, que pode assumir formas distintas a cada iteração. A alagmática, que Simondon (2020a [ILFI]) define como uma ‘ciência das operações’ (Simondon, 2020a [ILFI], p. 562), oferece um quadro para compreender e intervir nesse processo. Ao invés de um método cartesiano, a alagmática propõe uma atenção constante às condições concretas do momento, permitindo ajustes e reconfigurações em função das tensões que surgem. No contexto do Domo Vivo, isso significa trabalhar

com operadores como incitação, propagação e iteração, não como etapas fixas, mas como forças que podem assumir configurações variadas conforme a situação.

Bernard Stiegler (1994), ao retomar e expandir a herança simondoniana, introduz a ideia de que a técnica é o vetor de transmissão da memória coletiva. Para Stiegler, a cultura e o conhecimento humanos se desenvolvem por meio de dispositivos técnicos que exteriorizam e acumulam experiências ao longo do tempo (Stiegler, 1994). No Domo Vivo, essa perspectiva revela como o aparato técnico não é neutro: ele carrega em si um histórico de usos, configurações e expectativas que moldam o que é possível perceber e criar.

Susanna Lindberg (2019) também enfatiza o conceito de “ser-com-a-técnica” presente na filosofia da ontogênese de Simondon. Relacionando o pensamento simondoniano ao postulado teórico de Stiegler, a autora pontua que não há um “humano puro” separado da técnica; a própria constituição do humano é mediada por artefatos que prolongam suas capacidades e reconfiguram sua relação com o mundo (Lindberg, 2019). Essa compreensão é fundamental para esta pesquisa, que não trata a técnica como constitutiva da experiência estética. No Domo Vivo, estar-com-a-técnica significa conviver com o sistema como um parceiro ativo, capaz de surpreender, resistir ou responder de maneiras não previstas pelo artista. A escolha de desenvolver a biblioteca *ziviDomeLive* é também uma escolha sobre que tipo de relação com a técnica se deseja cultivar: uma relação aberta, exploratória, que valoriza a contingência e a cocriação, em oposição a um modelo de controle total e previsibilidade absoluta.

Erin Manning (2013, 2019) conceitua o gesto menor como a força gestual que, movendo-se a partir de dentro da experiência, abre-a à variação potencial, deslocando o “maior” ao operar por dentro de suas formas estabilizadas (Manning, 2013).

O que o gesto menor torna perceptível é que o processo não é infinitamente aberto, mas um processo pontuado. Acontecimento e o gesto menor estão sempre em co-composição, o gesto menor move o desdobrar do acontecimento em direções novas e divergentes, que alteram a orientação de onde o acontecimento poderia de outra forma ter se fixado. (Manning, 2019, p.13)

O gesto menor não replica um modelo nem visa um estilo; ele pontua o acontecimento ao instaurar diferenças de qualidade, permanecendo muitas vezes imperceptível por escapar a métricas de valor pré-definidas. Seu valor é processual: consiste no movimento que reorienta o curso do evento e exige técnicas de amplificação: procedimentos e disposições que favoreçam a emergência de micro variações sem as fixar (Manning, 2013).

No Domo Vivo, o gesto menor qualifica a criação em tempo real como política do ato. Micro ajustes discretos operam como incitações que se propagam pelo sistema e retornam em

iterações transformadoras. Esses gestos não são marginais, mas condicionantes: modulam a metaestabilidade do ecossistema técnico-sensível e reconfiguram modos de atenção. Para que se tornem eficazes, é necessário um campo de escuta operacional: baixa latência, mapeamentos contínuos de parâmetros, interfaces sensíveis a pequenas variações, arquitetura de código que permita inflexões finas e reversíveis. Nesses termos, a obra deixa de ser o cumprimento de um plano e converte-se em acompanhamento atento de um processo, em consonância com a gramática transdutiva: incitação–propagação–iteração.

O pensamento de Manning no texto ‘Proposições para um movimento menor’ (2019) ampliam esse quadro ao deslocar o foco da pergunta “se é arte” para como um processo altera as condições de experiência. O movimento menor designa uma orientação curatorial e composicional que desfaz o binarismo arte/vida e privilegia condições propícias à variação: quando a arte é modo e não fim, o que se cura não é o objeto, mas o ‘mais-que’ que a obra ativa no tempo do acontecimento. Manning chama de “artisticidade” essa expressão operativa do “tempo da obra”, uma memória do futuro que faz sentir a dobra temporal onde o que ainda não é plenamente atual se torna perceptível (Manning, 2019). No Domo Vivo, artisticidade nomeia o devir estético de uma ecologia técnico-sensível em coemergência, mais-que-humana, em que aparato, público e artista compõem juntos as condições da variação.

Em vez de impor formas, cria-se um meio de cuidado e contemplação operativa que sustente diferenças sutis. Politicamente, trata-se de uma política do menor: não a ênfase em mudanças macroscópicas facilmente quantificáveis, mas na sustentação das variações que tornam tais mudanças possíveis (Manning, 2019). Integrar gesto menor, movimento menor e artisticidade ao Domo Vivo reforça que a criação imersiva, em tempo real, é menos a aplicação de formas do que a composição de condições para que micro variações se tornem operativas. É nesse plano que a gramática transdutiva desta tese encontra sua eficácia: os operadores transdutivos (incitação, propagação, iteração) são os modos pelos quais gestos menores se tornam legíveis, cuidáveis e reproduzíveis como pesquisa, sem perder a abertura que os constitui.

A análise de Vilém Flusser (2008) sobre a autonomização dos “aparelhos” técnicos oferece um arcabouço conceitual preciso para a poética do Domo Vivo. Para o filósofo, a função original da programação foi subvertida: de um ato de agência, tornou-se um automatismo. Em sua origem, a programação representava o ápice da intervenção humana, pois, segundo ele, “a ‘decisão’ humana, a ‘liberdade’ humana é, pois, capacidade de fazer parar o aparelho automático no instante desejado” (Flusser, 2008, p. 76, g.n.). É precisamente a recuperação dessa capacidade decisória que o código do Domo Vivo explora. Ao invés de determinar uma obra de

forma fechada, ele estabelece um campo de potencialidades que se atualizam na interação, recusando-se a permitir que o aparelho “role automaticamente ao sabor do acaso” (Flusser, 2008, p. 76).

Essa abordagem demanda precisamente o que Flusser (2008) chama de imaginação técnica, a faculdade de conceber configurações a partir da lógica do próprio aparelho, não como um meio para fins prévios, mas como um universo de possibilidades em si. Ao operar dessa maneira, o Domo Vivo materializa o “engajamento pouco espetacular” (Flusser, 2008, p. 73) que o autor considera o único politicamente viável na sociedade dos aparelhos. O projeto se alinha, em sua essência, ao objetivo de “inverter o fluxo dos programas”, buscando garantir que estes “não devem mais correr dos aparelhos rumo ao homem, mas do homem rumo ao aparelho” (Flusser, 2008, p. 80). Assim, a instalação torna-se um exercício prático dessa utopia flusseriana: um esforço para reprogramar o aparelho em prol da liberdade humana.

A partir dessas contribuições, o Domo Vivo pode ser entendido como um modo de existência no sentido simondoniano. Ele é atravessado pela pensamento de Stiegler (1994), que reconhece o papel da técnica na produção de memória e cultura; se nutre do gesto menor de Manning (2013, 2019), que valoriza as micro variações e a improvisação; e se abre à imaginação técnica de Flusser (2008), que expande o campo de possibilidades criativas. Essa integração não é uma síntese harmoniosa, mas uma articulação situada, construída na prática. Cada referência ilumina aspectos distintos da experiência no Domo Vivo e juntas compõem um quadro conceitual capaz de sustentar a pesquisa sem reduzir sua complexidade. As linhas de força da filosofia da técnica não são um pano de fundo teórico distante, mas um meio de pensamento com um conjunto de operações conceituais que se transformam e se reinventam no próprio ato de criar.

1.4 Estrutura e fluxo do percurso

O percurso desta tese se organiza como fluxo: atravessa conceitos, práticas, materialidades e criações, em um circuito que não se fecha e que permanece disponível a novas iterações. A investigação parte da hipótese do Domo Vivo e se desdobra em uma jornada que vai da arqueologia crítica do meio, se condensa em gramática conceitual, se expande na cartografia de obras e encontra sua demonstração em ato na pesquisa-criação. Cada seção se conecta a seguinte em ressonância, compondo um ciclo que reafirma o caráter vivo do objeto estudado.

A investigação inicia-se na seção 2 – A Emergência do Domo Vivo, onde se articula a emergência do operador conceitual a partir de sua polissemia — vivo, ao vivo, vivido e vívido. Em seguida, realiza-se uma arqueologia crítica do planetário moderno, um passo fundamental

para reposicionar o *fulldome* na chave da Infraestrutura Viva. Nesta análise, as arquiteturas ressonantes da cúpula, do som imersivo e da imagem luminescente são investigadas como uma ecologia técnico-estética em coemergência. Uma vez estabelecido este terreno material, a seção 3 – Sinergia Dinâmica no Domo Vivo aprofunda a dimensão teórica ao estruturar as forças da experiência em uma gramática processual. Recorrendo à alagmática de Simondon como uma teoria da operação, esta seção explora os Vetores de Tensão — Técnica, Sensível e Poética — que são articulados por meio de operadores transdutivos de incitação, propagação e iteração. Essa formulação fundamenta o acontecimento imersivo como um processo de transdução contínua, estabelecendo assim as condições de possibilidade para a experiência viva imersiva.

Munida deste arcabouço analítico, a pesquisa se volta, na seção 4 – Experiência Viva Imersiva: Poéticas no Domo Vivo, para as práticas artísticas. Uma taxonomia híbrida é proposta para cartografar um corpus de obras, evidenciando como a noção de *liveness* se atualiza em diferentes modos de criação e consolidando a gramática operacional em exemplos concretos. A transição da análise para a práxis ocorre nas seções seguintes. A seção 5 – Pesquisa-Criação: A práxis no Domo Vivo detalha o desenvolvimento da biblioteca *ziviDomeLive*, apresentada como um operador metodológico que materializa em código os princípios transdutivos da tese. A seção 6 – A Experiência Viva em Ato: Matizes em Extempore opera, então, como a demonstração desta investigação. Neste estudo de caso, a gramática da sinergia é analisada em ato na performance, confirmando o Domo Vivo como um campo de invenção poética compartilhada onde a incitação sonora se propaga por motores de variação algorítmica em um ciclo de iteração performática. Finalmente, a seção 7 – Considerações Finais sintetiza as contribuições da pesquisa, reflete sobre suas consequências teóricas, metodológicas e infraestruturais, e projeta os futuros desdobramentos do Domo Vivo como campo de criação e investigação.

Assim se organiza a tese: como um fluxo contínuo que articula hipóteses, conceitos, materialidades, obras e experimentações. O Domo Vivo é afirmado como operador conceitual, metodológico e poético, permanecendo disponível a novas iterações e a porvir. Com este mapa argumentativo estabelecido, a investigação avança para o seu ponto de partida: a análise das condições de possibilidade do próprio conceito, tema que inaugura a seção seguinte.

2 A EMERGÊNCIA DO DOMO VIVO

O termo “Domo Vivo” emerge nessa pesquisa como uma fricção que tensiona os modos de existência entre a técnica, o sensível e a poética em um campo processual e relacional. A emergência do termo se dá no situar de um ‘entre-lugar’ de práticas artísticas, experimentações e deslocamentos e é precisamente neste ‘entre’ que reside sua potência. O Domo Vivo designa um meio em devir, cuja consistência reside na abertura à improvisação e à coemergência. O termo “vivo” me instigou precisamente por sua polissemia: ele guarda uma potência múltipla — vivo, ao vivo, vivido e vívido. Cada uma dessas palavras opera como um modo de friccionar o seu sentido com o domo, ora apontando para a vitalidade do espaço, ora para a performatividade do acontecimento, ora para a memória sensível, ora para a intensidade de modulação perceptiva que a experiência imersiva é capaz de instaurar nesse espaço imersivo.

- “Vivo” ressoa como afirmação da intensidade de individuação no domo: não uma vitalidade biológica, mas uma espacialidade constituída em regime de tensão e modulação. Um Domo Vivo não é apenas uma infraestrutura multimodal, mas um meio associado que se forma na travessia de gestos, fluxos e atmosferas, modulando-se como campo de transindividuação relacional, inseparável das dinâmicas entre corpos, máquinas e sensações.
- “Ao vivo” tensiona o domo como espaço de acontecimento. Ao pensar o *fulldome* como campo performativo, um lugar onde o tempo se atualiza a cada ativação; onde o evento se constrói na duração, na plasticidade, na escuta, na copresença dos que ativam o espaço: humanos e não humanos. Aqui, o “vivo” é o tempo em devir, ritmado por gestos, improvisações, variações e contingências.
- “Vivido” traz para o domo o regime da experiência que permanece, que se acumula e reverbera. O domo opera como meio associado de memória: não repete, mas atualiza traços e inscrições sensíveis, modulando potencialidades pré-individuais a cada acontecimento — o domo como arquivo intensivo, lugar de inscrição e metamorfose das experiências partilhadas.
- “Vívido” acentua aquilo que, na experiência imersiva, excede o informativo; aquilo que impacta, afeta e marca. O domo torna-se vívido quando a presença se transduz em sensação partilhada, instaurando diferenciações sensíveis que permanecem nos corpos, nos gestos. Imagem e som ativam o imaginário de modo potente, gerando um sensível que permanece.

Essas quatro abstrações — vivo, ao vivo, vivido e vívido — não se organizam como estágios, mas coexistem, atravessando-se mutuamente no próprio processo de transindividuação que ocorre no *meio associado* domo. O domo vive, acontece, é vivido e vívido: irradia intensidade; tudo ao mesmo tempo como uma máquina sensível de presença.

Busquei condensar essa multiplicidade num operador conceitual aberto, um campo a ser continuamente elaborado. Assim, o Domo Vivo não é um objeto ou estrutura fixada, mas uma condição situada. Ele é meio, campo e operador: vive, acontece, é vivido e torna-se vívido no próprio jogo de relações que se instalam. Não se trata de uma metáfora animista nem biológica: o aspecto “vivo” do Domo Vivo é a expressão de um regime de individuação, em que os vetores de tensão operam como campo metaestável de diferenciação contínua como propõe Simondon. O domo está sempre em tensão metastável entre sua infraestrutura e as variações possíveis, código e improvisação, espaço e acontecimento.

Foi no cruzamento dessas palavras e das experiências que lhes dão corpo que elegi o “vivo” como campo central para esta pesquisa, não para encerrar o sentido, mas para abri-lo como zona especulativa onde a técnica se faz sensível, a arquitetura ressoa e a experiência imersiva instaura inquietações singulares. O Domo Vivo é mais do que um espaço: é uma condição. Ele não está dado, mas se constitui na relação, na performance, no gesto, na partilha do sensível. Sua essência reside na instabilidade, no risco e na abertura onde a técnica deixa de ser estrutura neutra e se torna ecologia estética.

Essa ambiguidade nominativa é sintomática de um campo em emergência, em que os vocabulários técnicos, sensíveis e artísticos ainda não foram suficientemente articulados para nomear aquilo que apesar disso, insiste em se manifestar. É gesto conceitual em devir de uma operação ontogenética¹⁶ que exige outros olhares para pensar o espaço, a técnica e a experiência no contexto dos planetários, das cúpulas hemisféricas e geodésicas. O “vivo” do Domo Vivo não remete a um organismo autônomo, mas à sua capacidade de individuar-se em relação.

Essa virada ontogenética exige uma crítica às concepções de técnica como meio instrumental para produção de experiências audiovisuais imersivas. No Domo Vivo, a técnica é condição de sensibilidade e poiésis encarnadas na imersão: os sensores não são apenas aparatos técnicos captadores de movimento ou dados, mas operadores de atenção; os algoritmos não

¹⁶ A noção de “operação ontogenética” dialoga diretamente com o pensamento de Simondon (2020a [ILFI]), para quem a individuação não é o surgimento de um indivíduo já dado, mas o próprio processo de devir do ser a partir de um sistema pré-individual rico em potenciais. Assim, o termo “Domo Vivo” não busca definir um objeto estático, mas nomear e acompanhar a ontogênese de um meio técnico-estético em sua contínua formação.

apenas geram imagens, sons e interações; o som não apenas ambienta, ele reorganiza a percepção e o corporal. A técnica aqui não serve à poíesis e nem o contrário: ela é operação transdutiva: gesto criativo que diferencia o sensível e instaura mundos possíveis no campo pré-individual. Como lembra Vilém Flusser (1985), a técnica crítica é aquela que reinventa a própria condição do gesto, não para repetir o mundo, mas para reprogramá-lo (Flusser, 1985).

Neste ponto, a estética transcende o papel de ornamento ou de simples representação técnica. Alinhado ao diagnóstico de Stiegler (2010) e nas propostas do Manifesto 2010 da *Ars Industrialis*¹⁷ sobre a perda de saberes (proletarização) que fomenta a dissociação social, o Domo Vivo atua no sentido inverso: revela-se como uma tecnologia de cuidado e um motor para a recapacitação sensível. A experiência que ali emerge não é um efeito secundário, mas a própria articulação que possibilita um saber-viver entre o humano e a técnica, tecendo um processo de individuação coletiva. Nesse processo, a técnica, longe de automatizar a experiência, abre um campo para a reinvenção da sensibilidade e a construção de um saber comum e partilhado (Stiegler, 2010).

Tal abordagem da estética tensiona e, ao mesmo tempo, expande as formulações da “nova estética” de Gernot Böhme (1993). Se a teoria de Böhme já representa um passo ao abandonar o juízo sobre o objeto em favor da percepção corporal em êxtases no conceito de atmosfera (Böhme, 1993), o Domo Vivo desloca o ponto de origem dessa atmosfera. Não se trata de uma presença sensível que emana de coisas, mas de uma condição de coemergência que se processa em um campo relacional e metaestável. Desse modo, a percepção corporal, central em Böhme (1993), é aqui reconfigurada como uma operação ativa na qual o corpo não apenas é afetado pela atmosfera, mas participa de seu contínuo devir na experiência viva imersiva. Dessa forma, as atmosferas que compõem o Domo Vivo ganham seu estatuto teórico preciso: são a própria realidade sensível constituída nessa ecologia.

Assim, o Domo Vivo opera como ecologia transdutiva onde cada regime técnico-sensível — sonoro, visual, cinético, algorítmico, corporal — funciona como vetor de tensão do processo de individuação, modulando o campo pré-individual em diferenciações singulares. Nesse sentido, pensar o Domo Vivo como conceito é aceitar seu caráter ainda formante, instável e relacional. Não se trata de afirmar o que ele é, mas de acompanhar os processos e operações pelos quais ele vem-a-ser. O Domo Vivo não se apresenta como um objeto fixo de estudo, mas

¹⁷ A crítica do manifesto à “incúria” do poder público é central aqui. A *Ars Industrialis* (2010, ponto 4.6) defende que a política deve reassumir seu papel de orientar a técnica, não para o mercado, mas para o reforço da sociedade. Trata-se de lutar contra os efeitos destrutivos do *pharmakon* tecnológico, fomentando o que nele possibilita a invenção de novas formas de vida — um novo saber-viver. — Cf. Stiegler, 2010, n.p. É precisamente essa invenção de “formas de vida”, mediada pela técnica, que ressoa com a proposta do Domo Vivo.

sim como um meio associado de consistência pré-individual, um campo onde, por meio de processos transdutivos, se entrelaçam e se individualizam diferenças técnicas, sensíveis e poéticas.

É nesse campo que o *fulldome* em tempo real deixa de ser compreendido somente como objeto de estudo midiático para projeção imersiva artística e para visualização científica. Sua arqueologia instaurada no paradigma do planetário moderno (voltada para a representação do cosmos) é tensionada por práticas artísticas que colocam em questão o próprio gesto de projetar e observar. O Domo Vivo se desvia da função ilustrativa — aquela que serve à repetição de conteúdos pré-formatados, e se afirma como espaço de catarse sensível, onde a experiência não é conduzida por uma lógica externa, mas constituída pelas forças técnicas, perceptivas e poéticas que nele operam e o atravessam na sua própria incidência. É nesse entrelaçamento que o Domo Vivo encontra sua consistência como meio de variação contínua cuja ontogênese não busca síntese, mas sim diferenciação intensiva em ato.

Assim, a emergência do termo Domo Vivo é também a emergência de uma necessidade crítica: repensar as relações entre técnica, percepção, estética e criação em contextos imersivos. É uma força compositiva, uma infraestrutura viva que ressoa, tensiona, modula. Não é tela, é *meio associado*; não é palco, é acontecimento. Por isso, exige um pensamento que o acompanhe na variação, um pensamento que não se sobreponha à experiência, mas que se faça com ela, por meio da escuta, da fricção e do gesto que se inventa em mundos da sua própria condição de possibilidade.

Ao nomear esse campo metaestável como Domo Vivo, trata-se de abrir uma zona de especulação ontogenética onde a técnica se torna sensível, onde o corpo não é receptor, mas operador, onde a arquitetura deixa de conter para escutar e ressoar. Trata-se de um campo ainda pré-individual, intensamente operante onde o Domo Vivo não é uma entidade formada, mas em condição de vir-a-ser: em que potencialidades ainda não individuadas se atualizam como sensibilidade, técnica e gesto coletivo. É justamente por isso que ele deve ser pensado como problema em ato, como campo de transindividuação em processo de (re)invenção — uma ecologia de diferenciação contínua entre técnica, sensível e poíesis.

Uma vez estabelecido o Domo Vivo como um operador conceitual que designa um meio técnico-estético-poético em devir, impõe-se a necessidade de investigar a arqueologia crítica deste regime de experiência. A análise subsequente não buscará dissecar uma linha evolutiva, mas visa identificar, na passagem do planetário moderno ao *fulldome* digital, as continuidades, as rupturas e as potencialidades latentes que o Domo Vivo ativa e reinscreve. É neste percurso que a ontogênese do conceito começa a ser delineada.

2.1 Do planetário moderno ao Domo Vivo

O percurso que permite compreender criticamente a consolidação do planetário moderno e a emergência conceitual do Domo Vivo não deve ser lido como desdobramento teleológico de uma suposta evolução técnica. Pelo contrário, trata-se de um exercício de arqueologia das mídias, que desestrutura a história como mera cronologia linear para situá-la em um arcabouço de atemporalidade. Vitor Amaro Lacerda (2022) articula esta análise de maneira aprofundada na seção 2 de sua tese intitulada ‘Filmes na tela hemisférica: *Fulldome*, animação e experimentação’, onde considera que a genealogia do *fulldome* implica em uma investigação crítica que vai além de uma simples cronologia. Para o autor, trata-se de entender o dispositivo como um campo de forças, analisando como certas práticas e estéticas se tornaram dominantes enquanto outras foram marginalizadas. Esse método busca expor as relações de poder, muitas vezes invisíveis e tidas como naturais, que historicamente definiram não apenas a tecnologia em si, mas também o modo como o público deve se comportar e sentir ao vivenciá-la, influenciando assim a própria formação da subjetividade do espectador (Lacerda, 2022).

O próprio *Fulldome*, enquanto dispositivo em sua função estratégica, sugere um olhar para o passado e para o peso de sua tradição arquitetônica arquetípica e universal, ao mesmo tempo que dialoga com as perspectivas para o futuro. A história se revela, sob o domo, como princípio articulador do passado e do futuro, de todas as mídias que vieram antes e de como se projetam num futuro midiático imaginado. (Lacerda, 2022, p. 22)

É precisamente nesse ponto de articulação entre passado e futuro que a análise arqueológica se aprofunda. Essa abordagem revela a coexistência de regimes latentes que sempre habitaram a mesma cúpula hemisférica. A lógica por trás dessa coexistência não é a da evolução, mas a da sobreposição, conforme descrevem Jussi Parikka e Wolfgang Ernst (2012):

não há diferença ‘histórica’ no funcionamento do aparelho agora em comparação com antes [...] em vez disso, há um curto-circuito midiático-arqueológico entre tempos que, de outra forma, estariam historicamente claramente separados. (Ernst; Parikka, 2012, p. 57, t.n.).

Essa visão é aprofundada por Yuk Hui (2020, 2021), que propõe uma inflexão nesse debate ao afirmar que não existe um progresso técnico universal, mas uma pluralidade de ‘cosmotécnicas’ (Hui, 2020, 2021). Hui rejeita precisamente a noção de uma linha evolutiva contínua e homogênea, defendendo que todo objeto técnico se inscreve em um regime cosmológico e cultural próprio e de seu próprio tempo (Hui, 2021). Desse modo, a noção de Domo Vivo, como está sendo articulada, não surge como um desenvolvimento recente, mas coexiste com a

própria gênese do planetário moderno, ambos emergindo de interconexões históricas e conceituais que transcendem a linearidade temporal.

Desde a inauguração do primeiro planetário moderno, este passou a ocupar uma posição ambígua entre instituição científica, monumento cultural e espaço de mediação sensível. Sua realização revela uma articulação entre demandas institucionais, interesses pedagógicos e disputas simbólicas que marcavam a cultura europeia na primeira metade do século XX. Chartrand (1973) demonstra que o desenvolvimento do planetário de projeção moderno não foi um resultado isolado, mas sim de um processo coletivo e gradual, envolvendo engenheiros, astrônomos e museólogos (Chartrand, 1973).

Entre 1919 e 1923, a equipe liderada por Walther Bauersfeld dedicou-se à pesquisa empírica de engenharia, culminando na montagem do primeiro protótipo de cúpula hemisférica com 16 metros de diâmetro sobre o telhado da fábrica da Carl Zeiss em Jena, na Alemanha. A primeira apresentação restrita do projetor Zeiss Model I ocorreu em outubro de 1923, mas a consolidação institucional do planetário para o público só se deu em 7 de maio de 1925, com a inauguração oficial no *Deutsches Museum*, em Munique¹⁸. O projetor óptico-mecânico replicava, em chave cosmográfica, o programa wagneriano de integrar cena e máquina. Salter (2010) descreve essa sintaxe “*scene/machine*” como tentativa de “ordenar espaço e percepção por um mesmo vetor tecnopoético” (Salter, 2010, p. xxv-xxvii).

O planetário projetivo moderno não apenas mimetizou a observação celeste do espaço aberto para o interior arquitetônico, mas inaugurou um regime de visibilidade, combinando rigor científico, espetáculo e mediação pedagógica. Nesse sentido, a autoria de Bauersfeld deve ser entendida como parte de uma dinâmica coletiva de inovação e institucionalização técnica própria do seu tempo. O conceito “máquina de tempo-espaço”¹⁹ — utilizado na época para caracterizar o planetário — evidencia o intento de simular fielmente os movimentos das cartas celestes e simultaneamente criar uma experiência contemplativa e educacional para o público urbano, mediada por dispositivo de projeção óptico-mecânico e estratégias discursivas próprias da modernidade científica de seu tempo (Chartrand, 1973).

O planetário moderno não representa uma continuidade ou evolução dos instrumentos de observação astronômica. Antes, constitui-se como produto de uma cultura técnica voltada à educação, ao encantamento e ao controle da experiência imersiva coletiva de tempo e de espaço. A popularização do conhecimento astronômico por meio do planetário envolve a consolidação

¹⁸ Disponível em: <https://planetarium100.org/history/> Acesso em: 04 Set 2025.

¹⁹ O termo “máquina de tempo-espaço” foi usado para descrever o planetário como dispositivo técnico de simulação celeste e experiência contemplativa. - Cf. Chartrand, 1973.

de uma gramática de recepção, na qual o público é convidado a contemplar o céu sob o signo da mediação técnica, transformando de forma duradoura as vias coletivas de acesso aos saberes herdados sobre o cosmos, moduladas agora por aparatos técnicos em consonância com convenções institucionais.

Com o avanço da urbanização e a gradual intensificação da poluição luminosa mundial, do final do século XIX até os dias atuais (Chepesiuk, 2009), o planetário moderno se consolida também como resposta à ameaça de apagamento da cultura celeste nos centros urbanos. Realiza-se uma operação paradoxal: ao mesmo tempo em que exterioriza a memória técnica da observação astronômica, interioriza o cosmos sob a cúpula, inscrevendo-o como máquina cultural de preservação, contemplação e ensino. Este dispositivo tensiona, de modo contínuo, memória, atenção e presença coletiva, mantendo-se em permanente disputa entre o esquecimento e a reinvenção do sensível — uma dinâmica que persiste independentemente de sua genealogia ou cronologia.

David McConville (2012) observa que “a forma da cúpula há muito tempo incorpora interpretações literais e metafóricas da ordem cósmica” (McConville, 2012, p.30, t.n.) e mostra que cada tentativa de “domesticar o céu”, desde o planetário óptico-mecânico aos sistemas atlas digitais de visualização científica do universo, menos se revela o almejado “olhar de Deus”²⁰ do que a necessidade humana de situar-se fenomenologicamente no cosmos. Ao lembrar que “como seus antecedentes históricos ao longo do tempo, essa nova cosmografia é inevitavelmente uma mistura criativa de imagem e imaginação” (McConville, 2012, p. 40, t.n.), o autor explicita que toda visualização celeste permanece condicionada por aparatos técnicos, limites de observação e vieses culturais, reinstalando a perspectiva terrena no centro do modelo, um ‘neo-geocentrismo’ que confirma a contingência do observador.

O autor ainda frisa que a experiência imersiva do cosmos no paradigma do planetário moderno não se propõe a oferecer “[...] de representar uma visão cientificamente precisa do cosmos a partir do olhar de Deus, mas de validar a impossibilidade de alcançar uma perspectiva puramente objetiva” (McConville, 2012, p. 41, t.n.). O gesto de “domesticar” o firmamento não é reduzi-lo à escala humana, e sim converter o domo em laboratório epistemológico onde ciência, arte, cosmos e poíesis se entrelaçam, tornando a própria contingência do olhar humano o epicentro da experiência imersiva e reconfigurando nossa pertença ecológica e ontológica ao

²⁰ A expressão “olhar de Deus” designa a pretensão moderna de um ponto de vista absoluto (*view from nowhere*) capaz de representar o universo de forma total e neutra; para McConville, tal ideal é refutado pela constatação de que todo atlas ou show de planetário reinscreve o observador terrestre no centro do modelo, evidenciando o caráter situado e historicamente mediado de qualquer cosmografia.- Cf. McConville, 2012, p. 40-41; Nagel, 1986.

universo. Ao reter o cosmos sob uma forma projetada e mediada institucionalmente, o planetário moderno institui também uma ‘política do visível’, como na filosofia de Michel Foucault (2011): disciplina o olhar, orienta a experiência e modula os modos pelos quais o sensível pode ou não emergir no espaço coletivo. Trata-se de um regime técnico de enunciação sensível, que configura não apenas o que se mostra, mas como se deve perceber (Foucault, 2011).

Como destaca Isabela Buczek (2012b, p. 247-248), compreender a especificidade do planetário – que ela conceitua como *Immersive Dome Environment* (IDE) – exige uma leitura de sua função simbólica em diálogo com o conceito de heterotopia²¹ desenvolvido por Michel Foucault. A autora observa que embora planetários possam ser instalados em tendas geodésicas, exposições provisórias ou estruturas infláveis portáteis, é no edifício institucional “planetário”, que o domo adquire uma dimensão monumental e permanente. Essa permanência, orientada à astronomia, à educação e à contemplação coletiva do céu, confere ao IDE uma dimensão singular: nele, fenômenos de natureza perecível como as transformações do universo assumem papel central para a experiência imersiva que ali é vivenciada. Essa estabilidade simbólica proporciona ao visitante sensação de ancoragem e pertencimento evocando a ideia de “heterotopia do tempo” – espaços onde o tempo não cessa de se amontoar. No planetário, camadas de memória e valor se sobrepõem num único lugar, funcionando como “instituição de reunião e transmissão de saberes” que integra arquivos visuais, dados astronômicos e mitologias celestes (Foucault, 2013 *apud* Buczek, 2012b, p. 248-249).

Nesse sentido, o conceito de heterotopia aplicado ao planetário é tanto do tempo quanto da ilusão: temporal, por articular passado, presente e projeções de futuro em um só espaço, aquilo que Foucault (2013) descreve como “heterotopias do tempo que se acumula indefinidamente: por exemplo, os museus, as bibliotecas; [...] são heterotopias nas quais o tempo não cessa de se amontoar e de se sobrepor a si mesmo” (Foucault, 2013, p.119) e da ilusão, ao criar um “real outro”, uma duplicidade perceptiva em que a experiência celeste é simultaneamente técnica e sensível, ritual e artificial, aproximando-se do papel de “criar um espaço de ilusão, que denuncia como mais ilusório ainda todo o espaço real” (Foucault, 2013, p. 120)

O planetário moderno encarna o princípio foucaultiano segundo o qual “a heterotopia tem o poder de justapor em um único lugar real vários espaços, várias alocações que são em si mesmas incompatíveis” (Foucault, 2013, p.118), instaurando um ambiente no qual o sujeito é transportado, sensorial e intelectualmente a uma outra ordem de mundo através da experiência

²¹ O conceito de heterotopia no pensamento de Foucault (2013) articula espaços reais que funcionam como espelhos críticos ou compensatórios, reunindo camadas temporais e espaciais heterogêneas - Cf. Foucault, 2013.

imersiva como se estivesse à deriva no espaço em que está imerso na experiência contemplativa. Seguindo este fio de pensamento, Buczek (2012b) qualifica o IDE como “dispositivo técnico-cultural que potencializa a ilusão como mediação entre conhecimento e experiência coletiva”, evitando reduzi-lo a um “instrumento de ilusão” (Buczek, 2012b , p. 250-251).

Contudo, ao analisar os sete traços da performance²² listados por Salter (2010) revela-se que tanto o regime óptico-mecânico quanto o *fulldome* digital no padrão institucional do planetário moderno satisfaz sobretudo os três primeiros: (1) enação, (2) processos dinâmicos em tempo real, (3) engajamento com o presente. O planetário encena o firmamento mediante operação em tempo real, cria um “aqui-agora” partilhado e revela seu próprio “fazer-ver”. Os quatro traços restantes permanecem latentes: a corporeidade do público é quase anulada, a agência híbrida se reduz à máquina, a experiência imanente é contida e não há transmutação fluida do acontecimento. Essa disparidade mantém o planetário como heterotopia institucional do olhar: além da mediação ótica, a ergonomia: poltronas reclinadas em anel voltadas ao projetor central imobilizam o espectador e prolonga a economia ocular-centrada diagnosticada por Salter (2010) na história das máquinas de cena (Salter, 2010).

O surgimento do *fulldome* digital não representou uma transição que substituiu os sistemas óptico-mecânicos, mas a incorporação de mais uma camada de possibilidades técnicas e estéticas, formando sistemas híbridos por coexistência heterogênea que configuram inflexões expressivas na história do planetário moderno (Wyatt, 2007). Cada configuração, seja o planetário óptico-mecânico, *fulldome* digital ou híbrido, resulta de operações históricas de inscrição e reinvenção dos modos de sensibilidade e saber neste contexto, este movimento não é disruptivo no sentido de uma substituição de tecnologias, mas implica uma transformação no estatuto do domo, na natureza das práticas audiovisuais e nos modos de produção de conhecimento e experiência coletiva. (Buczek, 2012a).

Ed Lantz (2011), um dos pioneiros no desenvolvimento do *fulldome* digital, identifica essa passagem como deslocamento de paradigma. Ao analisar a introdução dos sistemas digitais de projeção, o autor destaca que o *fulldome* digital não apenas amplia a resolução e o brilho das imagens, mas permite a integração de múltiplas mídias, dados dinâmicos e performances ao vivo: “As cúpulas digitais são uma mistura de arte e ciência, que incentiva o cruzamento entre essas [...], expandindo a paleta do artista e, ao mesmo tempo, promovendo uma assimilação

²² Salter (2010) sintetiza a performance como prática diferenciada por sete características: (1) enação – ênfase no fazer/agir; (2) processos dinâmicos em tempo real; (3) engajamento com o momento presente; (4) corporeidade e materialidade; (5) experiência imanente (vivência “de dentro”, não apenas representação); (6) presença humana e não-humana atuando em conjunto; e (7) transmutação/reconstituição do acontecimento. - Cf. Salter, 2010, p. xxiii-xxiv.

mais profunda dos novos conhecimentos científicos” (Lantz, 2011, p. 294, t.n.). Em consonância com o mesmo pensamento, Ka Chun Yu (2005) resalta que a digitalização expandiu as possibilidades de apresentação e participação, permitindo não apenas a visualização astronômica tradicional, mas também a criação de experiências imersivas com conteúdos interativos, educativos e artísticos (Yu, 2005). Essa multiplicidade de usos e linguagens redefine o domo como espaço multimodal, sensível à intervenção de diferentes agentes e coletivos. Do ponto de vista epistêmico, a passagem ao digital não se limita a ganhos visuais: envolve práticas de análise e colaboração sob a cúpula. Como sintetiza a visão contemporânea da visualização científica articulada por Ryan Wyatt (2019):

O que os planetários digitais modernos oferecem é a oportunidade de integrar conjuntos de dados astronômicos nos seus espaços imersivos. A manipulação desses dados pode ocorrer em tempo real, permitindo que os investigadores visualizem conjuntos de dados astronômicos complexos e procurem padrões significativos. Claro, os astrônomos também podem fazer isso com os seus computadores portáteis, mas acreditamos que os planetários oferecem uma perspectiva diferente e mais poderosa, além de possibilitar a colaboração. É possível imaginar um grupo de astrônomos sentados sob a mesma cúpula, discutindo e iterando ideias enquanto manipulam dados em um ambiente imersivo. (Wyatt, 2019, [s.p], t.n.)

A proposição qualifica o domo como ambiente de investigação coletiva: os mesmos dados são vistos, manipulados e debatidos simultaneamente. Essa requalificação explica o deslocamento de paradigma em chave estritamente operatória do espaço. Buczek (2012b) destaca o fato de que o *fulldome* digital “ultrapassa a mera simulação científica e deve ser visto como um meio híbrido capaz de abrir novas formas de percepção, no qual ciência, arte e tecnologia se entrelaçam” (Buczek, 2012b, p. 247-248, t.n.). Mais adiante, a autora frisa que o IDE se configura “menos como uma réplica do céu e mais como uma “mimese poética”²³, pois graças à escuridão, à ilusão óptica e à suspensão de escalas de referência, “a multiplicidade de fenômenos audiovisuais torna-se a matriz de uma experiência sensível e verdadeiramente imersiva” (Buczek, 2012b, p. 250, t.n.).

No contexto das práticas criativas audiovisuais imersivas, Nick Lambert (2012) destaca que o *fulldome* digital se constitui como “um local onde visualidade e coletividade são continuamente renegociadas por meio da inovação tecnológica” (Lambert, 2012, p. 101, t.n.). Sua análise aponta para uma transformação conceitual do domo: de suporte técnico de representação celeste para espaço-processo de reorganização perceptiva, em que a mediação técnica se torna indissociável das dimensões sensíveis e coletivas da experiência. Tal reorganização, segundo o

²³ A “mimese poética”, segundo Buczek (2012b), define a capacidade do *fulldome* de gerar experiências sensíveis não como cópias do real, mas como reinvenções perceptivas intensificadas - Cf. Buczek, 2012b.

autor, só pode ser plenamente compreendida à luz dos regimes criativos, colaborativos e experimentais que o *fulldome* propicia, nos quais a inovação ultrapassa o plano técnico e se inscreve como operação epistemológica e estética (Lambert, 2012). Em consonância, Ed Lantz (2010) sustenta que o *fulldome* digital “funciona como um laboratório audiovisual aberto, propício à pesquisa artística e à experimentação tecnológica” (Lantz, 2010, p. 12, t.n.). O alinhamento entre os argumentos de Lambert (2012) e Lantz (2010) permite compreender como, desde seu surgimento, o *fulldome* digital carregava a expectativa de superar o simulacro celeste e instaurar um campo de criação sensível que seria possível através da computação gráfica e da produção audiovisual para este meio.

Em conjunto, seus apontamentos deslocam a análise do *fulldome* de um enquadramento técnico-funcional para um horizonte em que as práticas imersivas operam como ambientes de negociação estética, técnica e social — constituindo um campo de coemergência sensível e partilhada. Nick Lambert (2012) caracteriza que o *fulldome* digital propiciou a abertura à experimentação e à coautoria. Segundo o autor, “o *fulldome* funciona como um meio em que práticas colaborativas e inovadoras podem emergir, superando as limitações impostas pelos planetários analógicos” (Lambert, 2012, p. 109, t.n.). Essa perspectiva é complementada por Buczek (2012a), que aponta como a singularidade do domo digital reside justamente na sua capacidade de instaurar atmosferas sensoriais e cognitivas singulares, capazes de articular ciência, arte e tecnologia em um mesmo campo de práticas (Buczek, 2012a).

O *fulldome* digital supera a continuidade das funções didático-astronômicas do planetário moderno e se afirma como infraestrutura técnica aberta, apta a abrigar a emergência de linguagens audiovisuais singulares, regimes de presença corporificada e processos colaborativos de criação. Essa condição liminar inaugura um regime sensório-estético que desafia as taxonomias consolidadas da visualização científica legitimando-se como domínio expressivo singular. Este potencial trouxe consigo uma reconfiguração das experiências de imersão coletiva no planetário, exigindo uma revisão das premissas sobre percepção e participação neste contexto.

Este deslocamento estético e institucional que se reconfigura reflete na própria temporalidade técnica da experiência no planetário moderno. No paradigma óptico-mecânico a função é simular o tempo celeste sob uma lógica determinista com objetivo de simular a experiência

imersiva do cosmos para ser precisamente validada, o *fulldome* digital opera segundo uma lógica cronopoética²⁴, no sentido proposto por Ernst (2016) argumenta que objetos técnicos digitais são mídias de tempo crítico: não representam o tempo, eles o produzem materialmente por meio de pulsos elétricos, ciclos de processamento, latências e sincronizações (Ernst, 2016).

O *fulldome* digital nesse sentido modula ritmos, ativa durações micro temporais e reorganiza o tempo como condição operativa coletiva. Ao invés de somente narrar o cosmos, executa sua própria temporalidade técnica no seu próprio código-fonte, o que Ernst e Parikka (2012) evocam como “*arché*”²⁵: sua lógica interna de funcionamento (Ernst; Parikka, 2012, p. 57). A cúpula, nesse contexto, não apenas contém projeções: ela temporaliza a percepção, instaurando regimes de atenção que não derivam da narrativa, mas da infraestrutura técnica que tem sua própria micro temporalidade.

Enquanto a tradição do planetário moderno foi estabelecida sob a égide das instituições museológicas e científicas do século XX, organizou-se experiências em torno de uma lógica pedagógica e controlada, o Domo Vivo propõe uma inflexão. Essa inflexão não se caracteriza pela negação do passado, mas pela ampliação do campo de possibilidades do campo *fulldome*, abrindo-o à multiplicidade de temporalidades sensíveis e coletivas.

O Domo Vivo encarna o movimento performativo que Salter (2010) identifica no século XXI: um regime em que o acontecimento passa a emergir de processos dinâmicos, performativos, corporificados e em tempo real (Salter, 2010). Nessa chave, a cúpula digital não impõe uma cadência cronológica única, mas catalisa ritmos micro temporais, flutuações sensório-técnicas e agências híbridas (humanas + algorítmicas) que se renovam a cada sessão. A experiência deixa de obedecer à lógica pedagógica linear do planetário óptico-mecânico e passa a operar como campo de copresença entrelaçado (*Entangled*)²⁶, pulsando continuamente entre retenção (arquivo) e criação (evento). Essa passagem opera uma mudança significativa na articulação entre memória técnica, sensível e percepção imediata do público.

O planetário moderno, tal como delineado desde o projeto de Bauersfeld, privilegiou formas de contemplação e retenção institucionalizada do saber celeste, operando por protocolos

²⁴ Cronopoética (tradução de *chronopoetics*) é o conceito de Wolfgang Ernst (2016) que define o modo como as mídias digitais “poetizam” o tempo: em vez de representá-lo, produzem-no materialmente através de ciclos de processamento, pulsos elétricos e latências de hardware - Cf. Ernst, 2016, p. 55-56

²⁵ A *arché da mídia* é a temporalidade imanente aos objetos técnicos, que não representam o tempo, mas o produzem como operação material. No trecho citado, Ernst e Parikka (2012) observa que “o verdadeiro arquivo de mídia é a ἀρχή [*arché*] de seu código-fonte”, entendendo *arché* menos como origem temporal do dispositivo e mais como princípio normativo que rege sua operação - Cf. Ernst; Parikka, 2012, p. 57.

²⁶ *Entangled* (em port. “entrelaçado”) é o adjetivo que Salter (2010) utiliza para caracterizar situações performativas em que agentes humanos, objetos técnicos, fluxos de dados e ambientes físicos formam um sistema indissociável, no qual nenhuma instância pode ser completamente isolada das demais - Cf. Salter, 2010

estabelecidos e criando uma determinada tradição. No entanto, tais formas constituem apenas uma das camadas possíveis da experiência imersiva nesse ambiente. Quando este espaço está aberto à performatividade e à experimentação criativa, como desde os trabalhos pioneiros com múltiplas projeções do cinema expandido em planetários, como os de Stan VanDer Beek em seu ‘*Movie-Drome*’ (1964-1965), de Henry Jacobs e Jordan Belson em seus ‘*Vortex Concerts*’ (1957-1959), entre outros (Youngblood, 1970, p. 387-389), e também a inauguração do primeiro planetário permanente dedicado exclusivamente a criação, pesquisa e difusão da arte e tecnologias emergentes em Montréal (Canadá) em outubro de 2011: a *Satosphère* da *Société des Arts Technologiques* (SAT)²⁷, destaca-se também o protagonismo dos corpos e da copresença no seio de seu próprio meio associado, reconhecendo-os como matrizes ativas de significação e de sensibilidade. A experiência sob a cúpula deixa de se restringir à contemplação para se abrir a modos coletivos de coemergência, participação e produção de sentido.

Stiegler (1994, 2009) contribui para compreender o papel da técnica como operação de exteriorização da memória constitutiva do humano e da cultura através do conceito de *epifilogênese*²⁸ (Stiegler, 1994). A perda de saberes, que neste contexto da análise é situado na questão do apagamento da cultura celeste na sociedade contemporânea, Stiegler (2009) denomina como *hipomnésia*²⁹, torna-se um processo que demanda constante reinscrição criativa (*anamnésia*³⁰) e participativa no presente, algo que o paradigma do planetário moderno formaliza em sua mediação. Para o filósofo, ao invés de constituir um risco inevitável de desindividuação, a exteriorização técnica pode ser compreendida também como campo aberto para a atualização de saberes e para a constituição de regimes de experiência. Em suas palavras: “a *hipomnésia* é uma questão política e objeto de combate: um combate por uma política da memória, mais precisamente, pela constituição de meios *hipomnésicos* duráveis” (Stiegler, 2009, p. 26).

²⁷ Disponível em: <https://sat.qc.ca/en/satosphere/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

²⁸ A *epifilogênese* é o termo com que Bernard Stiegler (1994) designa uma dimensão crucial da evolução humana, caracterizada pela conservação, acumulação e sedimentação da experiência individual (epigênese) em suportes técnicos. Este processo se distingue da filogênese (evolução biológica, onde a epigênese se perde) e da ontogênese (desenvolvimento individual) ao permitir que a memória do que aconteceu se conserve e se transmita através de matéria organizada inorgânica, como instrumentos ou a escrita, ou seja, através do *órganon* em geral. Essa exteriorização da memória em artefatos constitui uma memória tecnológica que retroage sobre os processos de individuação e sobre a cultura, moldando a identidade do indivíduo humano e influenciando a evolução das culturas étnicas - Cf. Stiegler, 1994, p. 260.

²⁹ Stiegler (2009) retoma o conceito de *hipomnésia* da tradição grega e o redefine como exteriorização da memória por meios técnicos, o que a torna tanto um suporte de saber quanto um vetor de desindividuação se não for criticamente apropriada - Cf. Stiegler, 2009.

³⁰ O conceito de *anamnésia* é aqui desenvolvido a partir da visão de Stiegler (2009), como uma reativação performativa da memória técnica no presente sensível — contra o automatismo e o empobrecimento simbólico - Cf. Stiegler, 2009.

No contexto dos planetários institucionais, essa dinâmica se faz visível tanto na acumulação (arquivamento) quanto na atualização (exteriorização) dos saberes técnicos e científicos ali articulados. Ao armazenar representações e memórias do cosmos sob a cúpula arquitetônica, o planetário moderno constitui-se como arquivo simbólico, mas também oferece o terreno para que outras práticas possam emergir e transformar a experiência imersiva coletiva. É nesse sentido que a noção de heterotopia, elaborada por Foucault (2013) e aprofundada por Buczek (2012b), adquire nova relevância ao ser articulada com a teoria stiegleriana da memória técnica. O planetário institucional, entendido ali como “heterotopia de tempo e ilusão”, acumula e estabiliza múltiplos tempos e memórias, sobrepondo camadas diversas de significado. Contudo, essa heterotopia não é estática: ela pode ser continuamente ativada e renovada.

Nessa perspectiva, a noção de Domo Vivo não rompe com o planetário tradicional; antes, aplica-lhe as potências. A reinscrição performativa da memória técnica no presente converte o espaço imersivo em laboratório permanente de individuação coletiva e produção sensível. Cada evento, gesto ou copresença reativa traços técnicos arquivados, possibilitando a emergência de experiências simultaneamente singulares e partilhadas, uma operação anamnésica que renova o papel cultural do domo. Sua força reside em sustentar regimes de experiência baseados na copresença, na multiplicidade de participações e na abertura ao devir coletivo. Articulando Stiegler (2009) e Foucault (2013), entende-se que o domo transcende ao regime de representação do cosmos e se configura como espaço de criação, cuidado e coemergência sensível: infraestrutura viva que reinscreve o passado ao mesmo tempo que engendra o futuro da experiência imersiva coletiva. O gesto performativo, enquanto resistência ao automatismo e à alienação técnica, instaura um deslocamento criativo no qual a memória técnica não se cristaliza, mas se reatualiza continuamente (Simondon, 2020b [MEOT]).

O Domo Vivo não suprime a herança planetária; reinscreve-a. A heterotopia disciplinar descrita por Foucault (2013) permanece como arquivo simbólico, mas é revigorada pela exteriorização técnica que Stiegler (2009) entende como condição político-cultural da memória. Paralelamente, o entrelaçamento proposto por Salter (2010) mostra que essas inscrições mantêm-se instáveis, sujeitas a variações quando abertas ao processo performático. Da convergência desses três vetores que a noção de Domo Vivo se configura como experiência imersiva eminentemente performativa, na qual a herança técnica se converte em potência para futuros de imaginação cosmológica e criação artística partilhada em ato.

Neste quesito, emerge também o potencial de articular o Domo Vivo como um operador de limiaridades: mais do que reconciliar regimes institucionais da divulgação científica e da criação artística-performativa, ele tensiona e dissolve fronteiras entre ambas, instaurando zonas

de indiscernibilidade entre saber e sensibilidade, técnica, corpo, dado e experiência imersiva. Ao deixar de ser suporte para projeções astronômicas e assumir-se como campo de emergência sensível. Este deslocamento não resulta de uma justaposição de práticas ou de uma síntese conciliatória entre paradigmas, mas da ativação de um diferente regime ontológico, modulante e gerador de experiência. A arqueologia do Domo Vivo, traçada a partir do planetário moderno, revela que sua emergência resulta de uma complexa reconfiguração de regimes de visibilidade, memória e temporalidade.

É precisamente a partir dessa inflexão conceitual que se impõe repensar a infraestrutura não como retaguarda inerte, mas como ecologia viva de relações, texturas e ritmos em variação. Tal deslocamento exige uma crítica às categorias que a reduziram a mera base invisível ou suporte instrumental, negligenciando sua potência operativa e transdutiva. Aqui, a infraestrutura é entendida como condição de emergência e plasticidade, um meio associado capaz de coengendrar técnica e sensibilidade. Essa ontogênese operativa fundamenta a passagem à próxima subseção, dedicada ao estudo que denomino infraestrutura viva.

2.2 Infraestrutura Viva: Um campo em coemergência

O Domo Vivo busca superar a concepção de infraestrutura como uma base invisível e meramente funcional. Introduz-se, em vez disso, o conceito de infraestrutura viva: meio associado no qual matéria, gesto, energia, informação e sensibilidade se enredam em transdução contínua. Essa infraestrutura não apenas viabiliza a experiência; ela a engendra, modulando-a à medida que se individua com ela.

A concepção tradicional de infraestrutura na arquitetura tende a relegá-la a uma condição de suporte passivo: uma base técnica, estável e idealmente invisível, sobre a qual a verdadeira obra — seja ela o edifício, a forma ou a experiência — se manifesta. Esse modelo, herdeiro de uma visão que separa a matéria inerte da forma ativa, mostra-se insuficiente para dar conta da complexidade dos agenciamentos técnico-estéticos do Domo Vivo e do próprio diálogo com as artes digitais. O estudo aqui formalizado, trata-se de uma proposição técnico-filosófica que percebe a arquitetura, os objetos técnicos, os fluxos algorítmicos e os corpos em presença na experiência viva imersiva não como estratos separados, mas como uma ecologia de coemergência. A infraestrutura viva não é o que está “por trás” da experiência; é a própria textura, ritmo e plasticidade de sua emergência contínua. O objetivo é deslocar a compreensão da arquitetura e da tecnologia para um campo de individuação estética e relacional.

Para fundamentar esse deslocamento, o trabalho do teórico e arquiteto holandês Lars Spuybroek (2023) oferece um arcabouço conceitual. O autor desafia a visão tradicional da técnica como secundária ao inverter a hierarquia entre estrutura e ornamento. Ele propõe que a dimensão técnica opera não como um *parergon*³¹ (trabalho acessório), mas como um *hypergon*³², cujo papel é o “trabalho real de fazer as coisas aparecerem por meio da transfiguração” (Spuybroek, 2023, p. 10, t.n.). Essa inversão é a base de sua proposta “fenotecnológica”, na qual “Aparência e funcionamento, presente e ausente, fenômeno e tecnologia existem em uma relação cíclica, na qual um se transforma no outro.” (Spuybroek, 2023, p. 7, t.n.). Aplicada ao Domo Vivo, essa ideia permite conceituar a infraestrutura viva como uma entidade que “brilha”, sendo, em essência, “visível antes de ser vista” (Spuybroek, 2023, p. 2, t.n.).

O que se experimenta não é uma performance contida em um espaço, mas a própria infraestrutura performando como espaço, um ponto em que, segundo Spuybroek (2023), “O que é considerado ornamento é, na verdade, estrutura. E o que é considerado flexibilidade e fraqueza resume-se, na verdade, a rigidez e força.” (Spuybroek, 2023, p. 11, t.n.). O objetivo da análise se alinha ao do autor de alcançar uma condição em que ocorre o ‘transformando o espaço na profundidade da superfície’ (Spuybroek, 2023, p. 12, t.n.). Isso força a repensar o que a própria arquitetura se torna em sua fusão com o tecnológico: um arranjo processual e relacional.

Esta compreensão da infraestrutura como um arranjo processual, derivada da análise estética de Spuybroek (2023), encontra um paralelo e uma expansão prática na ecologia das infraestruturas na sociologia proposta por Susan Leigh Star e Karen Ruhleder (1996). As autoras iniciam sua análise ao desafiar a metáfora comum da infraestrutura como um substrato passivo — algo que simplesmente está lá e se torna invisível. Em vez disso, elas afirmam que a infraestrutura é um conceito fundamentalmente relacional; ela só se torna infraestrutura em relação a práticas organizadas. A partir daí, delineiam suas propriedades-chave. A infraestrutura é, antes de tudo, embebida (*embedded*) em outras estruturas e arranjos sociais. Ela se torna transparente em seu uso cotidiano, não precisando ser reinventada a cada tarefa, mas essa invisibilidade é enganosa. Sua natureza complexa e sua dependência de convenções de prática se tornam dramaticamente visíveis no momento de sua quebra ou colapso (Star; Ruhleder, 1996).

³¹ *Parergon*: Termo de origem grega (παρά- + ἔργον, “ao lado da obra”), popularizado por Immanuel Kant para designar elementos acessórios, como a moldura de um quadro, externos à obra principal (*ergon*). Para a apropriação do conceito na crítica da arquitetura, Cf. Spuybroek, 2023, p. 10.

³² *Hypergon*: Neologismo proposto por Lars Spuybroek (2023) em oposição direta a *parergon*. Designa o “supertrabalho” (*overwork*) do ornamento, entendido não como um acréscimo secundário, mas como a performance principal que permite ao objeto manifestar-se. - Cf. Spuybroek, 2023, p. 10.

Além disso, ela é sempre construída sobre uma base instalada, herdando as forças e limitações de sistemas anteriores, o que explica suas temporalidades históricas sedimentadas. Para as autoras, a infraestrutura não é um fundo estático, mas uma ecologia dinâmica de saberes, padrões e materialidades; uma realização que emerge quando a tensão entre o local e o global é resolvida, permitindo que práticas situadas sejam amparadas por uma tecnologia de maior escala (Star; Ruhleder, 1996).

Bowker e Star (1999) aprofundam essa abordagem na ideia que toda infraestrutura opera como mecanismo classificatório, instaurando critérios que determinam o que pode ser visto, reconhecido e validado como conhecimento. Em consequência, cada infraestrutura é necessariamente epistemo-política: estabelece ordenações do mundo, define compatibilidades e exclusões e diminuem as capacidades de ação entre humanos e não-humanos (Bowker; Star, 1999).

No Domo Vivo, essa dimensão classificatória manifesta-se quando os sistemas de projeção, sonorização e computação não apenas facultam a imersão, mas operam regimes de visibilidade, legibilidade e afetação. O mapeamento da projeção no domo, por exemplo, filtra coordenadas espaciais segundo hierarquias de prioridade luminosa; o bus de áudio ambisônico classifica frequências e direcionalidades, privilegiando trajetórias acústicas específicas; e a lógica de eventos algorítmicos tipifica dados sensoriais, convertendo-os em parâmetros estéticos. Desse modo, cada protocolo computacional, arquitetura algorítmica e circuito de dados participa ativamente na composição sensível do tempo e espaço, reforçando que a infraestrutura como instância operativa, calibra aquilo que pode emergir e afetar.

O Domo Vivo parte desse diagnóstico relacional, mas o tensiona e o subverte. Em vez de aspirar a uma invisibilidade funcional que só se quebra no colapso, a infraestrutura viva é projetada para tornar suas operações sensíveis, para fazer de sua vibração, de seus processos e de suas modulações uma parte integrante e expressiva da experiência estética. Ela não espera a falha para se revelar; ela se revela em seu próprio funcionamento como campo de expressividade.

Este posicionamento se torna ainda mais crucial no contexto da atual disputa por imaginários imersivos. De um lado, testemunhamos a ascensão de um paradigma de imersão como espetáculo de alta voltagem, exemplificado pela *MSG Sphere*³³ em Las Vegas. Como pontua Yves Citton (2017) “novas possibilidades de ação e novos modos de exploração trazidos pela eletrificação da nossa atenção” (Citton, 2017, p. 64, t.n.). Neste contexto, a infraestrutura opera como uma máquina de maximização sensorial, projetada para saturar o campo perceptivo e

³³ Disponível em: <https://www.thesphere.com/> Acesso em: 04 Set. 2025.

posicionar o espectador como um receptor passivo de conteúdos avassaladores em linha com uma economia da atenção que visa a captura, o encantamento e a monetização.

O Domo Vivo se insurge contra essa lógica. Em vez da captura, propõe o convite à sintonização. Em vez da passividade, incentiva uma coreografia coletiva. A infraestrutura viva é concebida como uma ecologia da atenção, um dispositivo que visa criar as condições para a partilha, para a presença e para a individuação psíquica e coletiva, recusando a instrumentalização da experiência imersiva como mero entretenimento consumível.

O ponto de partida para essa desmontagem é necessariamente material. Antes mesmo que qualquer projeção luminosa ou emissão sonora ocupe o espaço, a própria forma da cúpula já atua como o substrato elementar da experiência imersiva: o grau zero da infraestrutura viva. Sua geometria vetorial, sua leveza estrutural e sua superfície contínua não apenas delimitam um volume, mas pré-configuram um campo de forças perceptivas e acústicas, orientando corpos e potencializando a imersividade. Investigar esta camada primordial significa compreender como a arquitetura deixa de ser um invólucro passivo para se tornar um operador ativo, um meio que não apenas abriga a experiência, mas ressoa com ela.

2.3 Arquitetura Ressonante: A cúpula como meio associado

A cúpula hemisférica para a noção do Domo Vivo é uma arquitetura que não representa: ela age, compõe e ressoa. Sua geometria opera como uma organização vetorial de equilíbrios, uma superfície contínua onde forças se distribuem radialmente a partir de um centro comum. Este modo de funcionamento, que parte de um núcleo para gerar uma estruturação relacional, encontra uma definição precisa ao se articular com a transdução de Simondon (2020a [ILFI]). Segundo o filósofo:

há transdução quando há atividade, estrutural e funcional, partindo de um centro do ser e estendendo-se em diversas direções a partir desse centro, como se múltiplas dimensões do ser aparecessem em torno desse centro; a transdução é aparecimento correlativo de dimensões e de estruturas num ser em estado de tensão pré-individual, ou seja, num ser que é mais que unidade e mais que identidade, e que ainda não está defasado relativamente a si mesmo em dimensões múltiplas. (Simondon, 2020a [ILFI], p. 29)

Dessa forma, a arquitetura da cúpula hemisférica para Domo não é uma forma estática ou pré-definida, mas a própria materialização de um processo transdutivo. Ela opera como um campo de individuação que, partindo de um estado de tensão pré-individual, o encontro dos corpos e forças no espaço, permite o aparecimento correlativo de dimensões e estruturas na experiência compartilhada.

Mais do que uma abstração formal, essa configuração também encarna o princípio do *vector equilibrium*³⁴ formulado por R. Buckminster Fuller (1983) uma malha de tensões que se anulam mutuamente em todas as direções, simbolizando o estado eficiente de equilíbrio energético da matéria (Fuller, R. Buckminster, 1983, p. 28). Embora este princípio arquitetônico tenha sido amplamente conhecido por ter sido teorizado por Fuller (por volta dos anos 50 do séc. XX), sua primeira aplicação prática remonta um contexto anterior e distinto (por Walther Bauersfeld nos anos 20 do mesmo século), o que torna a análise comparativa de sua origem um ponto fundamental para a compreensão das diferentes abordagens. A gênese de ambos os projetos partiu de um fundamento geométrico comum: o icosaedro regular, porém com motivações diferentes.

Figura 4 - Subdivisões triangulares na cúpula do primeiro planetário Zeiss (1923)



Fonte: Original Arquivos Zeiss, imagem editada por Orsolya Gáspár e publicada em (Gáspár, 2020, p. 2).

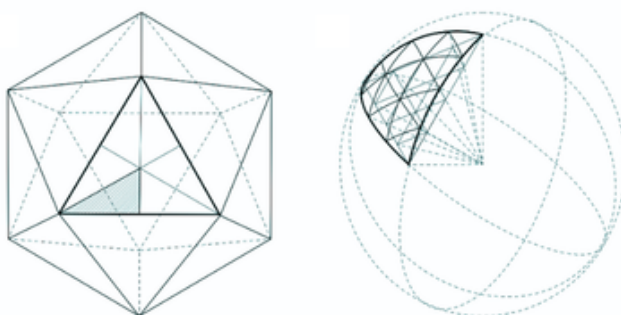
A concepção estrutural desenvolvida por Walter Bauersfeld emerge de uma necessidade técnica concreta: em 1922, a empresa Zeiss buscava criar uma superfície projetiva hemisférica que pudesse servir ao recém-desenvolvido sistema óptico-mecânico. A proposta não era meramente especulativa, mas respondia à exigência prática de fundar um novo modelo de experiência imersiva: o planetário moderno. Como descrevem Fernández-Serrano e López (2016), tratava-se de um desafio de engenharia altamente específico:

³⁴ O conceito de *vector equilibrium*, segundo Fuller, descreve a condição em que as forças vetoriais se anulam em todas as direções a partir de um centro comum, formando um poliedro regular de 12 vértices (como o cuboctaedro), em equilíbrio dinâmico - Cf. Fuller, 2002, p. 30

O próximo problema que Bauersfeld teve de resolver foi a construção de uma superfície de projeção hemisférica onde ele poderia testar o novo projetor. Ele precisava de uma estrutura de aproximadamente 16 metros de diâmetro; Ela deveria resistir às condições climáticas adversas por alguns meses sem ser muito pesada nem muito cara. (Fernández-Serrano; López, 2016, p.25, t.n.)

Décadas mais tarde, Buckminster Fuller propôs sua própria abordagem para as estruturas geodésicas, orientada não por demandas específicas de engenharia óptica, mas por uma busca por abrigos leves, resistentes e de aplicação universal. Essa diferença de finalidade entre os dois autores manifestou-se também no modo como formalizaram os princípios matemáticos de suas construções. Enquanto Bauersfeld introduziu o chamado “Fator K” como coeficiente empírico para a subdivisão dos triângulos da malha, Fuller sistematizou esse mesmo princípio sob a nomenclatura de frequência geodésica. De forma análoga, o módulo triangular básico que Bauersfeld denominou “Triângulo Característico” (*Charakteristisches Dreieck*) foi reinterpretado por Fuller como LCD (*Lowest Common Denominator*), dentro de um esquema de racionalização estrutural mais amplo (Fernández-Serrano; López, 2016, p. 40).

Figura 5 - Subdivisão das faces do icosaedro por módulo de triângulo característico



Fonte: Imagem editada por Orsolya Gáspár e publicada em (Gáspár, 2020, p. 4)

As distinções mais relevantes, contudo, não se limitam às nomenclaturas ou às ferramentas de cálculo. Elas se adensam nos fundamentos estruturais e filosóficos que orientam cada abordagem. O método de Bauersfeld adotava uma aproximação geométrica à esfera a partir da tesselação regular, sem contemplar, de modo explícito, a organização das subdivisões em torno de grandes círculos compositivos. Tal aspecto, marginal na proposta de Bauersfeld, tornou-se um ponto central na formulação de Fuller. Em sua perspectiva, a estruturação dos elementos ao longo das geodésicas da esfera não era apenas uma decisão técnica, mas uma aplicação direta de sua teoria da “*Synergetics*”, um corpo conceitual que buscava desvendar os padrões geométricos e dinâmicos presentes na natureza (Fernández-Serrano; López, 2016, p. 38).

Para Fuller, a cúpula geodésica não era apenas uma solução construtiva eficiente, mas a expressão concreta de uma geometria de pensamento, na qual sistemas complexos emergem da ação cooperativa entre unidades simples. A economia estrutural e a integração funcional não resultavam de um desenho previamente imposto, mas de um princípio imanente de auto-organização, evidenciado nas formas naturais e nos sistemas dinâmicos. Nesse sentido, a cúpula sintetiza, em sua forma e funcionamento, uma visão integradora da técnica, da natureza e da arquitetura. Na Tabela 1 a seguir, detalho as semelhanças e diferenças de abordagens fundamentais que embasam o pensamento filosófico e infraestrutural que guiam a concepção arquitetônica das geodésicas por Fuller e Bauersfeld:

Tabela 1 - Quadro Comparativo das Concepções de Bauersfeld (1922) e Fuller (1954)

Critérios	Bauersfeld (1922)	Fuller (1954)
Base geométrica inicial	Icosaedro regular, cujas 20 faces triangulares foram subdivididas.	Icosaedro regular, cujas 20 faces triangulares foram subdivididas.
Formalização matemática	Baseada em cálculos detalhados para um projeto específico, incluindo fórmulas para o número de subdivisões.	Sistemática e generalizada em uma teoria formal.
Frequência geodésica	Introduziu o conceito como um fator de divisão (Fator K).	Sistematizou o conceito, nomeando-o “Frequência” (<i>Frequency</i>).
Estruturação por grandes círculos (geodésica)	Não considerado explicitamente no método de subdivisão.	Princípio explícito e central da estrutura para otimização de cargas.
Uso do triângulo característico	Conceito prático nomeado “Triângulo Característico”, usado como base para o cálculo das barras.	Conceito formalizado e teorizado como LCD (Lower Common Denominator).
Orientação	Pragmática, focada na resolução de um problema técnico de engenharia.	Filosófica, integrada à sua teoria da <i>Synergetics</i> e a conceitos universais.

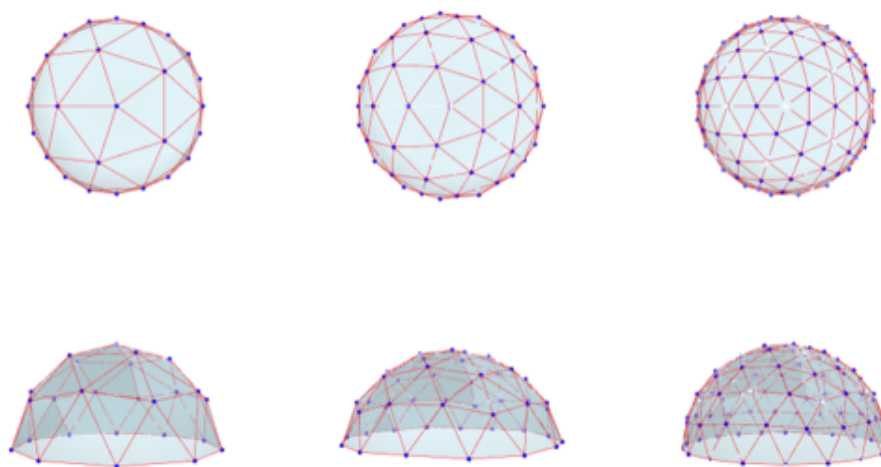
Fonte: Elaborado pelo autor em análise de (Fernández-Serrano; López, 2016).

A lógica construtiva de cada método reflete suas distintas orientações. A abordagem de Bauersfeld pode ser descrita como “de baixo para cima” (*bottom-up*). Partindo do problema prático de criar uma cúpula e uma solução para aplicação de concreto fino em sua estrutura, ele desenvolveu uma solução geométrica funcional, gerando uma malha estática planejada para um fim específico (Gáspár; and Kis, 2024). Em contraste, o método de Fuller era “de cima para baixo” (*top-down*), partindo de uma teoria filosófica sobre a natureza para aplicá-la em soluções

arquitetônicas. Para ele, a estrutura não era uma aproximação da esfera, mas a materialização de um sistema de forças em equilíbrio, uma rede vetorial que segue os caminhos energeticamente mais eficientes.

Do ponto de vista geométrico, a construção da cúpula pode ser visualizada como um processo de refinamento escultórico. O icosaedro inicial, com suas 20 faces triangulares, atua como um “esboço” grosseiro da esfera. O desafio é suavizar essa forma facetada aplicando-se o método sistemático de subdivisão dos triângulos. Cada triângulo grande do icosaedro é quebrado em triângulos menores e mais numerosos. Esse processo, repetido várias vezes, multiplica o número de faces e arestas, fazendo com que a estrutura se aproxime cada vez mais de uma superfície curva e contínua (Figura 6). A matemática, aqui, é a linguagem que organiza essa repetição e garante que todos os novos pontos se encaixem perfeitamente na superfície da esfera imaginária.

Figura 6 - Sequência de complexificação geodésica por frequência de subdivisão



Fonte: Elaborado pelo autor em plotly.js

O conceito de “frequência”, ou “Fator K”, é o que controla o grau de detalhamento dessa escultura geométrica. Uma cúpula de baixa frequência (como uma Frequência 2) é como uma imagem digital de baixa resolução: os triângulos individuais são grandes e visíveis, como pixels, resultando em uma forma nitidamente angular. Por outro lado, uma cúpula de alta frequência (Frequência 4, 8 ou mais) equivale a uma imagem de alta resolução. Os triângulos se tornam tão pequenos e numerosos que o olho humano deixa de perceber as facetas individuais,

e a estrutura passa a ser vista como uma curva suave e perfeita. Assim, a matemática da frequência define a “resolução” da cúpula, determinando o equilíbrio entre a complexidade da construção e a fidelidade da forma esférica final.

Ao discretizar a superfície esférica por meio da subdivisão por múltiplos de triângulos na face do icosaedro, Fuller sistematizou um processo construtivo inaugurado empiricamente por Bauersfeld. A complexidade de divisões dessas geodésicas indica o grau de aproximação à esfera e produzem estruturas leves, estáveis e expansíveis³⁵. Contudo, a análise comparativa evidencia que, embora as cúpulas resultantes de ambos os projetos possam ser visualmente idênticas, suas lógicas internas divergem fundamentalmente. A evolução do processo construtivo reflete a transição de um pensamento de engenharia para um pensamento sistêmico, e compreender ambos os caminhos é fundamental para reconhecer como a cúpula geodésica se transformou de uma invenção técnica em um conceito arquitetônico e filosófico.

A singularidade do domo como infraestrutura arquitetônica reside justamente nessa articulação entre precisão matemática, leveza estrutural³⁶ e abertura sensível. Ao maximizar a estabilidade com o mínimo de material, as geodésicas possibilitam a emergência de uma espacialidade contínua, imersiva e tecnicamente qualificada. Como estrutura autoportante, o domo transcende a função de cobertura: torna-se um operador espacial que permite a inscrição de eventos técnicos, estéticos e relacionais no campo arquitetônico (Sadao, 2002, p. 22-24).

A geometria omni-triangulada, que sustenta o domo, permite uma distribuição uniforme de forças sobre uma superfície curva, com altíssima relação entre resistência e peso. Como afirma R. Buckminster Fuller (2002, p. 32, t.n.), “estruturas geodésicas tornam-se mais fortes conforme aumentam de tamanho”, pois a triangulação oferece rigidez mesmo com elementos leves e delgados. Tal característica proporciona não apenas uma leveza física, mas uma leveza estrutural e funcional, um suporte que não impõe, mas acolhe e potencializa (Fuller, R. Buckminster, 2002).

Nesse contexto, leveza não deve ser confundida com fragilidade. Ela se refere à potência de suporte diferencial: estruturas que sustentam sem rigidez, que acolhem a complexidade sem reduzi-la. A arquitetura, nesse sentido, atua mais como caixa de ressonância do que como objeto. Tal como um violino, cuja leveza estrutural permite a ressonância sensível de cada gesto

³⁵ Fuller sistematizou sua geometria energética com base na observação dos sólidos platônicos e suas relações com estruturas esferoidais. Seu método de subdivisão triangular permitiu a criação de domos de diferentes escalas a partir do mesmo princípio topológico - Cf. Sadao, 2002, p. 24.

³⁶ A leveza estrutural das geodésicas resulta da distribuição homogênea de cargas por meio de triângulos, que são formas intrinsecamente estáveis, diferentemente de quadrados ou retângulos, que necessitam de reforço diagonal - Cf. Fuller, 2002.

sonoro, o domo responde com precisão às variações de energia que nele incidem. A analogia com um luthier, que ajusta cuidadosamente a tensão da madeira para alcançar timbres específicos é pertinente: o valor da estrutura reside menos em seu volume e mais em sua capacidade de amplificação e modulação: a textura, a curvatura e a translucidez da cúpula interferem diretamente na experiência imersiva, transformando-a em campo de intensidades.

A leveza arquitetural do domo geodésico, tal como conceituada por Buckminster Fuller, pode ser reinterpretada sob o prisma conceitual da *minor architecture*, proposta por Xin Wei Sha (2011). Ainda que partam de campos distintos — Fuller da engenharia estrutural e Sha das práticas poéticas computacionais — há uma convergência produtiva na forma como ambos deslocam a noção de arquitetura da rigidez monumental para sistemas abertos, sensíveis e relacionais. Sha (2011) propõe que se pense uma arquitetura que opera “na chave do menor”, não como oposta à grandeza ou à escala, mas como orientada à experimentação situada e à atenção ao detalhe, ao erro, ao improvisado e à sensorialidade (Sha, 2011).

Para Sha (2011), estruturas menores — que ele nomeia como *soft architectures*³⁷ — são definidas por sua capacidade de modulação tátil, ecossistêmica e performativa. Essa leveza não é ausência de densidade, mas uma abertura para a complexidade do vivido, permitindo que o espaço construído se torne um campo de acontecimento em vez de representação ou função. Assim como nos sistemas de tensegridade³⁸ de Fuller, onde a tensão contínua permite estruturas resilientes com mínima matéria, as *soft architectures* são capazes de sustentar experiências intensas com estruturas minimamente invasivas (Fuller, R. Buckminster, 2002).

O conceito de leveza ganha, nesse entrecruzamento, uma dupla acepção: estrutural e simbólica. De um lado, a cúpula de Fuller e de Bauersfeld realiza, por sua engenharia vetorial, uma otimização da relação entre resistência e material, viabilizando formas expansíveis, autoportantes e adaptáveis. De outro, a arquitetura menor de Sha propõe uma leveza que é “uma receptividade sensível às ecologias: aos materiais, às dinâmicas sociais, ao sentimento dos espaços ao redor” (Sha, 2011, p. 121). Ambas sugerem que a potência de uma forma está menos em sua rigidez e mais em sua capacidade de amplificar, modular e sustentar relações emergentes.

³⁷ Para Sha, as *soft architectures* configuram-se como arquiteturas alternativas de caráter “lúdico, crítico, inexato, efê, invisível, situado, tátil, háptico e, sobretudo, leve” — uma prática “experimental e especulativa”, mais próxima da arte do que da engenharia, e que se realiza como “ecossistema de resposta e variação” nos níveis micro, meso e macro da experiência - Cf. Sha, 2011, p. 118.

³⁸ O conceito de tensegridade (do inglês *tensegrity*) foi inicialmente explorado pelo escultor Kenneth Snelson em sua obra “Needle Tower” (1968), sendo posteriormente desenvolvido por Buckminster Fuller, que o definiu como “uma estruturação de integridades tênseis”, nas quais “ilhas de compressão estão inseridas em um todo contínuo de tensão” - Cf. Fuller, 2002.

Se a arquitetura é a configuração material de um ambiente físico que condiciona os eventos potenciais que podem ocorrer, a tecnologia é o meio pelo qual modificamos a configuração material de maneira sistemática. (Sha, 2011, p. 120, t.n.)

Nesse sentido, a convergência entre Fuller e Sha se dá menos em uma equivalência formal e mais em uma afinidade operacional. O domo geodésico não apenas abriga práticas, mas predispõe modos de presença, atenção e criação. Da mesma forma, as *soft architectures* não visam representar conceitos, visam “propor um conjunto renovado de relações potenciais entre pessoas e ambiente, numa gama de eventos possíveis” (Sha, 2011, p. 119, t.n.). A arquitetura, aqui, é compreendida como meio de especulação estética e técnica: “não meramente espetacular, mas poética — ela provoca, habilita, articula pensamento” (Sha, 2011, p. 118, t.n.).

Essa leitura permite reposicionar o *fulldome* digital como uma infraestrutura que excede seu uso convencional na museografia planetária. Quando articulado como Domo Vivo, torna-se não apenas uma estrutura técnica, mas um campo de transindividuação estética e subjetiva. Em lugar de delimitar um uso ou fixar um programa, sua arquitetura serve de base para a emergência de processos performativos, generativos e sensíveis. É nesse campo, entre a engenharia racional de Fuller e a especulação poética de Sha, que o Domo Vivo se estabelece como meio técnico-afetivo de experimentação estética e ecológica.

O conceito de *minor architecture* não se opõe à arquitetura geodésica, mas oferece um vocabulário crítico para descrever sua reconfiguração no campo das práticas computacionais e sensíveis. Fuller fornece a base estrutural; Sha, a abertura à multiplicidade de modos de habitar, sentir e criar. Como afirma o próprio autor, “a arquitetura, quando poética, não ilustra conceitos — ela os torna vivenciáveis por meio da matéria sensível” (Sha, 2011, p. 116). Se a arquitetura física da cúpula estabelece um campo de ressonância, a questão que se impõe é: qual arquitetura sonora seria capaz de habitá-lo sem trair sua natureza esférica?

2.4 Arquitetura Sonora: O áudio imersivo como sintaxe esférica

Se a cúpula constitui o corpo físico e o primeiro campo de ressonância da infraestrutura viva, sua ativação como meio expressivo depende de uma arquitetura sonora que honre sua geometria. A própria curvatura da cúpula já é um operador acústico ativo: ela focaliza ondas sonoras em trajetórias específicas, gerando zonas de reforço e atenuação: um fenômeno análogo ao da “galeria de sussurros” (*whispering gallery*)³⁹, descrito na acústica de cúpulas, abóbadas e

³⁹ O fenômeno da *whispering gallery* (galeria de sussurros) ocorre em espaços curvos, como cúpulas, onde a geometria da parede guia sons de baixa intensidade por longas distâncias. No exemplo canônico da cúpula da Catedral

arquiteturas elípticas (Wright, 2012). A transposição direta de paradigmas de áudio frontais, como o estéreo e os sistemas surround (5.1, 7.1), para o ambiente imersivo do domo é uma abordagem conceitual e metodologicamente falha.

Tais sistemas concebidos idealmente para palcos, salas de cinema, estúdios de produção musical e *home theaters*, produzem no domo uma sonorização difusa por natureza, ancorada pela própria condição acústica do ambiente. O som salta de um alto-falante para outro, o campo sonoro é pulverizado e a localização das fontes colapsa criando *sweet spot*⁴⁰ restrito. A consequência direta dessa prática é o comprometimento da coerência na localização sonora para os ouvintes posicionados fora do eixo central do sistema. Este fenômeno, no entanto, transcende a categoria de mera imperfeição técnica. Ele instaura uma dissonância perceptual fundamental entre a arquitetura visual no domo e a lógica de áudio planar que lhe é imposta. Tal dissonância atua como uma barreira cognitiva e sensorial, obstruindo a plena constituição da experiência imersiva.

A inadequação dos sistemas de som surround tradicionais em planetários revela uma lacuna fundamental no campo da sonorização nestes espaços: a ausência de uma abordagem normativa que oriente tanto a implementação de sistemas de áudio imersivo na infraestrutura arquitetônica dos domos quanto na produção de conteúdo sonoro para *fulldome* em geral. Diferentemente da indústria cinematográfica, que evoluiu com base em padrões de sonorização bem definidos, como os formalizados pela *International Telecommunication Union* (ITU), cada domo tendeu a se tornar uma ilha acústica: essa realidade se manifesta em arranjos de alto-falantes idiossincráticos, muitas vezes instalados sem um projeto de engenharia acústica rigoroso.

Para que a espacialidade do domo seja explorada em sua integralidade no sentido de auralização, pressupõe-se uma reorientação paradigmática no processo de produção sonora: a transição de uma lógica centrada em canais (*channel-based*) para uma metodologia centrada na cena (*scene-based*) ou em objetos (*object-based*). Tal abordagem desloca o foco da alocação de fontes sonoras discretas em um arranjo de alto-falantes predeterminado para a modelagem

de St. Paul, em Londres, um sussurro emitido junto à parede é claramente audível no lado oposto – Cf. Wright, 2012.

⁴⁰ “*sweet spot*” para a engenharia de áudio e psicoacústica designa a região espacial — usualmente um volume de pequena extensão situado no centro geométrico de um sistema de reprodução multicanal — em que as pistas de localização (diferenças interaurais de tempo e intensidade, relação direta-difusa, coerência de fase) se combinam de modo ótimo, proporcionando imagem sonora estável e coerência espectral plena. Fora desse perímetro privilegiado, a precisão direcional e o equilíbrio tonal tendem a deteriorar-se, sobretudo em arranjos baseados em canais discretos (estéreo, 5.1, 7.1), nos quais pequenas variações de posição do ouvinte alteram significativamente as relações de nível entre alto-falantes.

de um campo sonoro, tratado como uma entidade contínua e unificada. A urgência desta transformação é corroborada por Monica Bolles (2019), pesquisadora de áudio imersivo para planetários, que articula essa visão ao afirmar que “o áudio imersivo é o futuro para o som em domos” (Bolles, 2019, t.n.). A assertiva sublinha a necessidade de consolidar esta nova sintaxe sonora como prática padrão para o meio, a fim de explorar plenamente suas potencialidades espaciais.

Com base em uma pesquisa que incluiu um levantamento com mais de 100 planetários em todo o mundo sobre métodos para compartilhar produções sonoras no *fulldome* entre estes espaços (Gaston *et al.*, 2008), a análise posterior de René Rodigast e Leslie Gaston (2010) demonstra que, apesar de intervenções históricas para mitigar as adversidades acústicas dos domos, como o uso de cúpulas perfuradas e revestidas por materiais absorventes, persiste um conflito fundamental entre a heterogeneidade de cada espaço e a rigidez dos formatos de áudio convencionais.

Este paradigma estabelecido não apenas compromete a fidelidade sonora, como também inviabiliza a portabilidade de produções entre diferentes instituições. Diante disso, os achados principais do estudo concluem que a solução para este impasse era a criação de um grupo de padronização de áudio na comunidade e a adoção de um formato baseado em objetos (*object-based*), que seja flexível para se adaptar a qualquer sistema de som, garantindo a qualidade e o fácil compartilhamento das obras audiovisuais para *fulldome* (Rodigast; Gaston, 2010).

A complexidade da questão é acentuada quando se pensa em ações concretas para a efetiva migração de sistemas sonoros em cúpulas existentes para padrões de áudio imersivo pleno. Essa migração torna-se impraticável em muitos contextos devido a limitações arquitetônicas e de engenharia das estruturas originais, além de restrições orçamentárias e institucionais.

O debate sobre a padronização de áudio na comunidade internacional de produtores para *fulldome*, embora antigo, permanece relevante conforme evidencia o relatório da pesquisa “*Sound Experience Survey Report: Fulldome and Planetariums*”, realizado entre 2023 e 2024 pelo comitê de som imersivo da *International Planetarium Society* (IPS) em parceria com a *Immersive Media Entertainment, Research, Science & Arts* (IMERSA). A metodologia da pesquisa envolveu a criação de quatro questionários online⁴¹ distintos, cada um direcionado a um grupo profissional específico (criadores de áudio, operadores técnicos, produtores e diretores). O objetivo foi mapear todo o ciclo de vida do áudio em *fulldome*, desde a concepção até a exibição (Morrow *et al.*, 2024).

⁴¹ Disponível em: <https://www.ips-planetarium.org/news/632118/IPS-Sound-Survey.htm>

O relatório confirma que persiste a ausência dessa padronização até a atualidade, indicando que produtores de áudio para *fulldome* trabalham com uma diversidade de formatos, incluindo surround (5.1, 7.1) Ambisonics e Dolby Atmos, para acomodar configurações de alto-falantes que podem variar de 6 a 58 canais (em média). Tal diversidade resulta na necessidade de criação de múltiplas mixagens para uma mesma obra, processo impactado pelo acesso limitado dos profissionais ao ambiente dos planetários para testes e mixagem. A necessidade de estabelecer padrões técnicos é um ponto de convergência, com 90% dos criadores de áudio entrevistados apontando para a importância de se desenvolver mais normas para o setor (Morrow *et al.*, 2024).

Adicionalmente, o documento aponta para uma lacuna entre as práticas de produção e as condições operacionais e orçamentárias das instalações. De acordo com os dados levantados, 56% das instalações pesquisadas não contam com um engenheiro de som dedicado em sua equipe. No que tange aos investimentos, o custo é apontado pelos administradores e diretores institucionais como o principal obstáculo para a instalação de um sistema de áudio imersivo, concordando com a percepção dos produtores de *fulldome*, que consideram os orçamentos para áudio insuficientes.

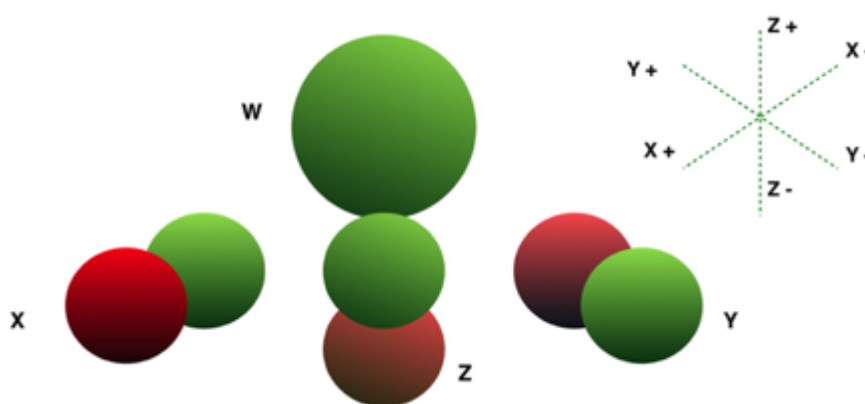
O estudo preliminar sugere que a implementação de sistemas flexíveis, que permitam tanto a reprodução de formatos mais comuns quanto a expansão futura para configurações mais complexas, poderia ser uma solução viável. Deste modo, os achados da pesquisa reforçam a recomendação de que o áudio seja considerado um componente integral desde as fases iniciais do projeto de implementação de novos planetários. Nesse ecossistema almejado, a coerência sonora entre diferentes espaços imersivos seria finalmente alcançada, permitindo uma experiência mais uniforme e uma distribuição de conteúdo mais ampla e eficiente (Morrow *et al.*, 2024).

Mesmo padrões de sonorização orientados a produção cinematográfica mais recentes que incorporam canais de altura (como Dolby Atmos e Auro 3D) não resolvem este problema fundamental quando instalados em domos. Eles ainda dependem de arranjos específicos de distribuição e posicionamento de canais e são definidos primariamente para a lógica de sala retangular, o que os torna difíceis de padronizar no ecossistema arquitetonicamente diverso dos planetários (Bolles, 2019).

A Ambisônica constitui uma metodologia para a representação e síntese de campos sonoros, distinguindo-se fundamentalmente dos paradigmas baseados em canais. Proposta originalmente por Michael A. Gerzon (1973), sua abordagem consiste em codificar uma descrição

integral do campo sonoro em um ponto de origem, utilizando como base matemática a decomposição em harmônicos esféricos. A implementação fundamental desta teoria materializa-se no formato B-Format de primeira ordem, que descreve o campo sonoro através de quatro componentes ortogonais: um componente de pressão (Canal W, omnidirecional, análogo à ordem zero dos harmônicos) e três componentes de gradiente de pressão nos eixos cartesianos (Canais X, Y, Z, bidirecionais, análogos à primeira ordem), que codificam a informação direcional primária (Gerzon, 1973).

Figura 7 - Componentes esféricos - Ambisônica de Primeira Ordem (FOA)

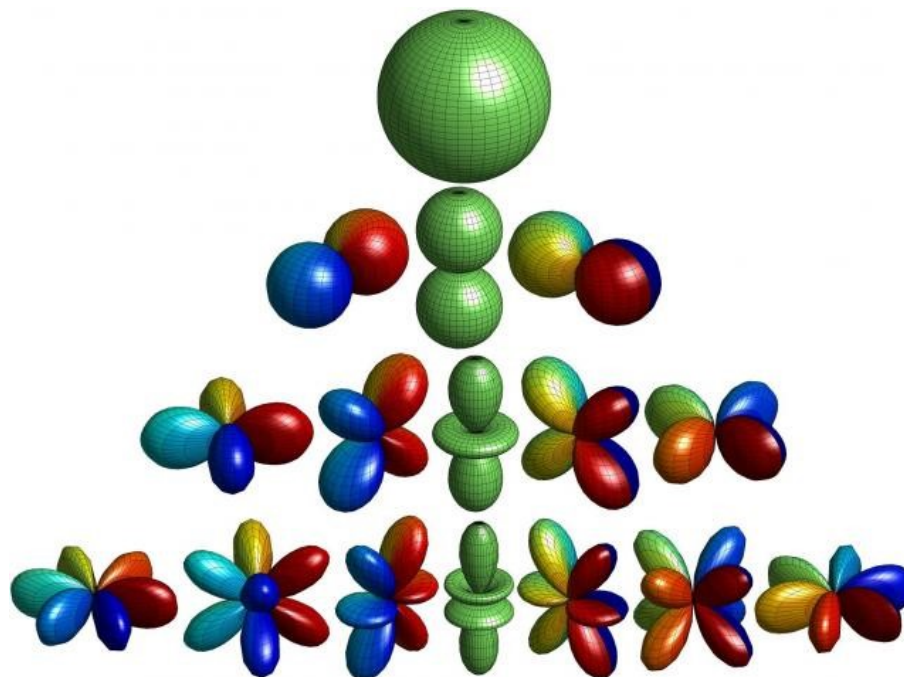


Fonte: FLUX SPAT Revolution Documentation⁴²

A Ambisônica de Primeira Ordem (FOA) exibe limitações intrínsecas em aplicações para múltiplos ouvintes em espaços amplos como os domos de planetários. A reconstrução fisicamente acurada do campo sonoro restringe-se a uma área de *sweet spot* extremamente reduzida. Para ouvintes posicionados fora deste ponto central, a imagem sonora não se sustenta, tendendo a colapsar em direção aos alto-falantes mais próximos, um fenômeno que invalida a imersão espacial para a maior parte da audiência (Ott *et al.*, 2019). A inadequação da FOA para tais ambientes é de natureza arquitetural e perceptual, tornando imperativa a adoção de uma abordagem mais robusta para aplicação prática na infraestrutura sonora.

⁴² Disponível em: https://doc.flux.audio/spat-revolution/Spatialisation_Technology_Scene_based_streams.html#sec-scenebased-introAmbi. Acesso em: 30 Jul. 2025.

Figura 8 - Componentes esféricos - Ambisônica de Ordem Superior (HOA)



Fonte: DPA Microphones⁴³

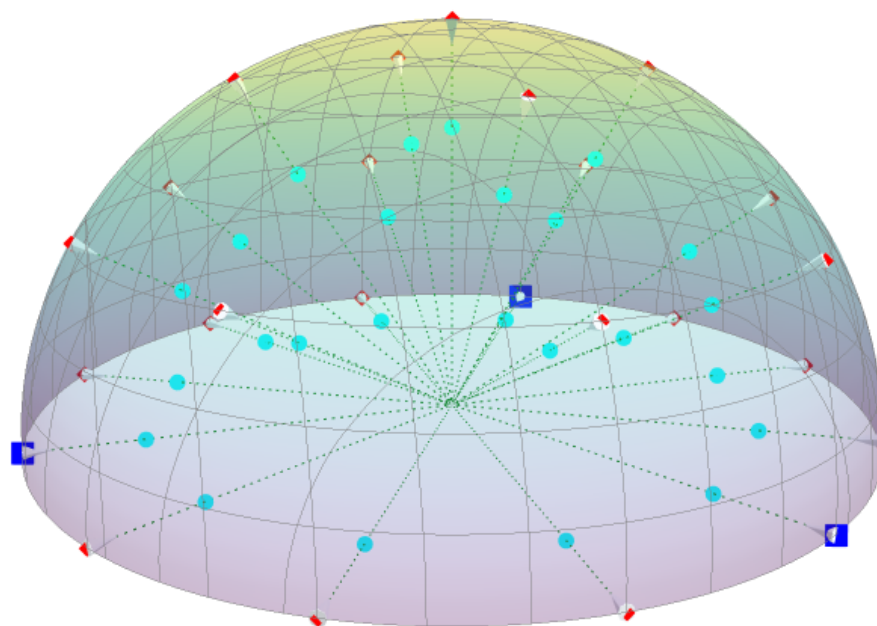
A solução para esta limitação reside na extensão da metodologia para a Ambisônica de Ordem Superior (HOA). A HOA não constitui uma tecnologia distinta, mas uma expansão do mesmo princípio de Gerzon (1973), empregando um número maior de harmônicos esféricos para decompor o campo sonoro. A “ordem” ambisônica refere-se ao grau de detalhe desta decomposição: quanto maior a ordem (3ª, 4ª, 5ª e assim por diante como ilustrado na Figura 8), mais componentes são utilizados para descrever o campo, o que resulta em um aumento direto da resolução espacial e da acuidade na localização das fontes sonoras (Zotter; Frank, 2019).

Este aumento na fidelidade da representação do campo sonoro se traduz diretamente na expansão da área de audição perceptualmente estável, transformando o *sweet spot* pontual da FOA em uma mais área extensa. Ordens mais elevadas (tipicamente a partir da terceira) geram um campo sonoro robusto, capaz de fornecer uma percepção de localização coerente e focada mesmo para espectadores em posições periféricas, garantindo a equidade da experiência imersiva (Zotter; Frank, 2019).

A Figura 9 detalha um esboço simples de cúpula hemisférica instalada com sistema de som HOA de 4ª ordem, com a configuração mínima (24 transdutores + 1 no zênite e 3 *subwoofers*):

⁴³ Disponível em: <https://www.dpamicrophones.com/dict/higher-order-ambisonics-hoa/>. Acesso em: 07 Set. 2025.

Figura 9 - Esboço de cúpula equipada com sistema de som HOA de 4ª Ordem



Fonte: Elaboração do autor em plotly.js

A implicação da HOA é a disjunção sistêmica entre os processos de produção (codificação) e reprodução (decodificação) do áudio. O processo criativo resulta em um único arquivo mestre em formato HOA, um ativo de mídia intrinsecamente agnóstico em relação à configuração do sistema de reprodução. Este mesmo arquivo pode ser subsequentemente decodificado em tempo real para qualquer arranjo de alto-falantes, desde uma renderização binaural para fones de ouvido até matrizes complexas de dezenas de alto-falantes em um domo, como detalha Ott *et al.* (2019):

Outras vantagens da produção em HOA são que não é necessário nenhum hardware específico, exceto o conjunto de alto-falantes, e que o sinal pode ser reproduzido em praticamente qualquer situação de reprodução, incluindo estéreo ou surround, ou seja, o formato Ambisônico pode ser considerado independente do sistema. Isso é útil, já que o número de planetários equipados com sistemas de reprodução de áudio espacial ainda é pequeno. O conteúdo também pode ser facilmente adaptado para reprodução binaural e outras aplicações. É teoricamente possível até mesmo produzir em fones de ouvido, o que reduz ao mínimo as exigências técnicas para a produção para planetários (Ott *et al.*, 2019, p. 180, t.n.)

Essa escalabilidade e portabilidade não representam somente conveniência técnica, mas uma característica infraestrutural que assegura a longevidade do conteúdo, permitindo sua adaptação a diferentes contextos de exibição e a futuras evoluções tecnológicas sem a necessidade de reprocessamento ou remixagem do material original. A exequibilidade técnica desta

disjunção sistêmica entre conteúdo e reprodução é viabilizada por ecossistema computacional para produção sonora que inclui *Digital Audio Workstations* (DAW) e suítes de *plugins* e bibliotecas de código aberto, como as desenvolvidas pelos pesquisadores do *Institute of Electronic Music and Acoustics* (IEM) de Graz (Áustria) e *Spatial Audio Real-Time Applications* (SPARTA) além de renderizadores para codificação e decodificação em tempo real.

Um caso de estudo paradigmático que ilustra tanto a necessidade quanto o potencial desta abordagem é a *Satosphère*, em Montréal. Neste domo de 18 metros de diâmetro e 210° de inclinação de área projetável, equipado com uma matriz de 157 alto-falantes, os sistemas de renderização sonora convencionais impunham restrições à complexidade composicional das performances audiovisuais e obras de cinema *fulldome*, limitando a síntese a um máximo de 32 fontes sonoras simultâneas que é a matriz de canais de áudio nativas no seu sistema sonoro (Bouillot; Settel; Seta, 2017).

Para superar tal limitação, foi desenvolvido o *Spatial Audio Toolkit for Immersive Environments* (SATIE), uma biblioteca para a síntese de cenas sonoras, fundamentado na linguagem *SuperCollider*. O SATIE foi projetado para escalabilidade massiva, permitindo a renderização de centenas de fontes concorrentes e, assim, inaugurando uma estética composicional de natureza volumétrica, na qual o foco se desloca da manipulação de objetos sonoros discretos para a modulação de texturas e densidades no campo sonoro agregado (Bouillot; Settel; Seta, 2017).

A organização do material sonoro em coeficientes de harmônicos esféricos, em detrimento de uma alocação por canais discretos, instaura um regime de audibilidade distinto que privilegia a continuidade espacial e a imersão volumétrica em detrimento da direcionalidade pontual. Neste sentido, a adoção de uma infraestrutura de áudio como a HOA transcende a ideia de uma escolha técnica, configurando-se como uma decisão de ordem epistemo-política para a infraestrutura do Domo Vivo: ela define e legitima o que constitui uma experiência sônica inteligível e completa para ambiente dos domos. Este ato valida um paradigma de imersão sonora espacial em detrimento da estética de palco frontal herdada de outros meios. A infraestrutura se como uma matriz performativa que ativamente formata, calibra e modula o campo do perceptível.

A consolidação da HOA em ambientes de domo torna-se ainda mais clara quando comparada à sua principal alternativa em áudio de alta resolução que ainda mitiga: a Síntese de Campo de Onda – *Wave Field Synthesis* (WFS). Enquanto a HOA é uma abordagem baseada em cena, que recria o campo sonoro em torno de um ponto central, a WFS é uma abordagem

baseada em objeto (*object-based*) que, fundamentada no princípio de *Huygens-Fresnel*⁴⁴, sintetiza frentes de onda que parecem emanar de fontes virtuais (Berkhout; de Vries; Vogel, 1993). A WFS pode produzir uma localização sonora extremamente precisa e estável em uma área de audição maior.

Contudo, sua implementação exige um número massivo de alto-falantes (frequentemente centenas) dispostos em arranjos densos, implicando um custo de hardware e instalação proibitivo para a maioria das instituições. A HOA, em contrapartida, alcança um nível comparável de imersão com um número muito menor de alto-falantes (tipicamente entre 16 e 64), transferindo a complexidade do hardware (ferro e fiação) para o processamento computacional. Essa relação custo-benefício explica o sucesso da HOA em planetários, embora sistemas híbridos de ponta possam combinar HOA para o ambiente geral com anéis de WFS para detalhes hiperlocais.

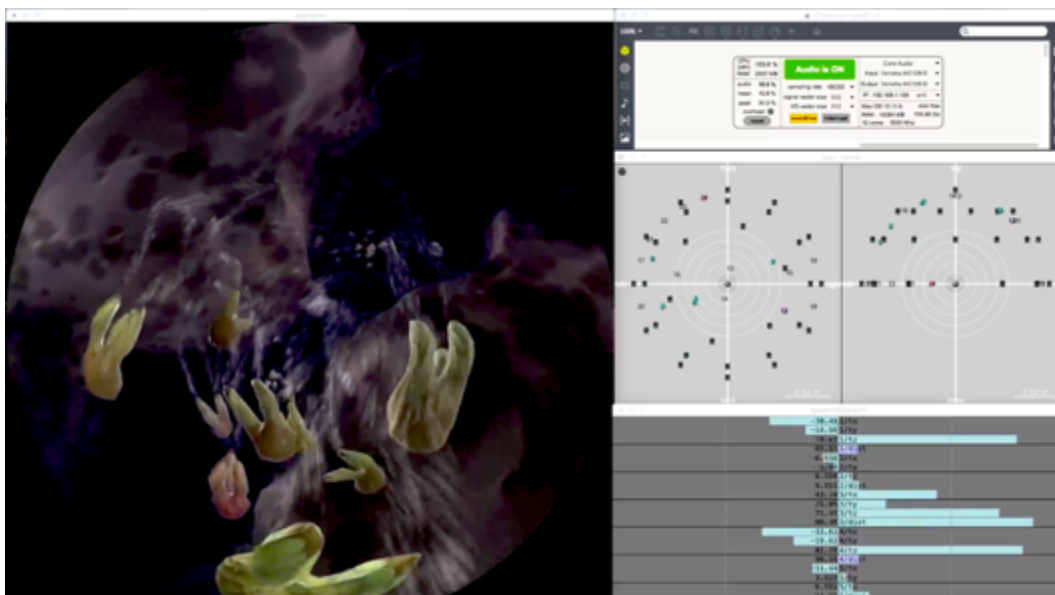
Essa escolha técnica reverbera diretamente nos vetores sensível e poético. Um campo sonoro ambisônico estável permite que o som atue como uma bússola cinestésica, orientando o corpo na ausência de um enquadramento visual fixo. A coerência do campo permite que o ouvinte mova a cabeça e o corpo sem que a ilusão espacial se desfça, transformando a escuta em um ato de exploração ativa. Em ordens HOA mais altas, o som adquire uma qualidade tátil, volumétrica, tornando-se uma presença física no espaço — um corpo de ar que vibra e se move junto com os corpos dos partícipes. A infraestrutura sonora deixa de ser um sistema de reprodução para se tornar a condição de possibilidade de uma coreografia sônica coletiva, o meio pelo qual o corpo ressonante da cúpula ganha voz e se torna um parceiro ativo no acontecimento estético.

O potencial da sintaxe sônica esférica materializa-se em obras que operam como ecossistemas audiovisuais generativos e reativos. Um exemplo desta abordagem é a obra 4.2.7 *Créatures* (2018), desenvolvida por Vincent Houzé em colaboração com Dave & Gabe para a *Satmosphère* (Houzé, 2018). No projeto, o motor gráfico (*TouchDesigner*), responsável pela geração dos visuais, estabelece uma comunicação bidirecional em tempo real com o motor de áudio espacial (*Max/MSP* e *SPAT*) pelo protocolo *Open Sound Control* (OSC). Essa interconexão possibilita uma série de mapeamentos complexos: a posição tridimensional de cada entidade visual determina sua correspondente localização no campo sonoro; parâmetros visuais, como a

⁴⁴ O princípio de Huygens-Fresnel estabelece que uma frente de onda pode ser reconstruída a partir de uma série de fontes pontuais secundárias. A Síntese de Campo de Onda (WFS) aplica este conceito na prática: uma linha densa de alto-falantes atua como essas fontes secundárias que, ao serem acionadas de forma coordenada, recriam coletivamente um campo sonoro que parece emanar de uma fonte virtual posicionada em qualquer ponto do espaço - Cf. Berkhout; de Vries; Vogel, 1993.

pulsação de um organismo, são modulados pela amplitude do áudio naquela coordenada; e eventos sonoros são acionados com precisão síncrona às ações do modelo 3D (Rousset, 2018).

Figura 10 - Sincronização de trajetórias entre som e imagem na obra ‘Créatures’ (2018)



Fonte: Desenvolvido pelos artistas do estúdio Dave&Gabe⁴⁵

Neste fenômeno, distintos planos de profundidade sonora — primeiro plano, plano de fundo e campo intermediário — tornam-se perceptualmente discerníveis, conferindo uma estratificação e uma inteligibilidade espacial à cena. A obra ‘Créatures’ demonstra que a metodologia ambisônica transcende sua função como mero formato de entrega para se tornar uma ferramenta composicional e performativa na criação de sistemas interativos complexos, nos quais a interdependência entre som e imagem constitui o núcleo da experiência imersiva (Houzé, 2018).

O exemplo contido na infraestrutura da obra “Créatures” concretiza um ambiente-organismo cuja vitalidade emerge da interconexão sistêmica entre estímulos sonoros e visuais. Neste paradigma, a HOA é crucial, fornecendo a espacialização e a fisicalidade que transformam o som em uma força performativa. Para que essa simbiose atinja sua máxima expressão, a evolução da arquitetura sonora deve ser espelhada por uma correspondente na arquitetura visual. Se o som transcende a lógica dos canais para se tornar um campo volumétrico, pode a imagem permanecer confinada à condição de luz projetada sobre uma superfície passiva? A investigação desta questão nos conduz à próxima análise.

⁴⁵Video disponível em: <https://vimeo.com/277736468/d3fb418a96>. Acesso em: 07 Set. 2025.

2.5 Arquitetura Visual: Da projeção à luminescência expressiva

Se o áudio imersivo instaura um campo sonoro volumétrico no interior da cúpula hemisférica, a arquitetura visual para a noção do Domo Vivo opera por princípio análogo, tratando a luz como campo ativo e modulável no contexto da infraestrutura viva. Ao adentrar esse ambiente, o público é envolvido por um continuum óptico inerente à geometria da sua superfície. A análise de tal regime imagético exige um deslocamento da questão fundamental: em vez de perguntar “o que a imagem representa?”, a investigação se volta para “como a imagem opera e o que ela faz?”.

Segundo Parikka (2023), as imagens operativas são, de acordo com o cineasta alemão Harun Farocki (2004), “imagens que fazem parte de uma operação” (Farocki, 2004, p. 18), o que implica “a primazia da ação e da função, em vez de uma imagem a ser vista e interpretada para obter significado” (Parikka, 2023, p. 12, t.n.). A proposta aqui é acompanhar a maneira como a luz adquire consistência sensível, um processo de vivificação neste contexto e o modo como se integra ao espaço e se articula com o corpo, fazendo emergir um regime de experiência no qual a infraestrutura viva opera como participante ativo do que se torna perceptível, constituindo precisamente o que Raymond Bellour (1988) aponta como as “próprias invisibilidades que a formam [o visível], levando a tantas regulações maquínicas e subjetivas” (Bellour *apud* Parikka, 2023, p. 17, t.n, g.n.).

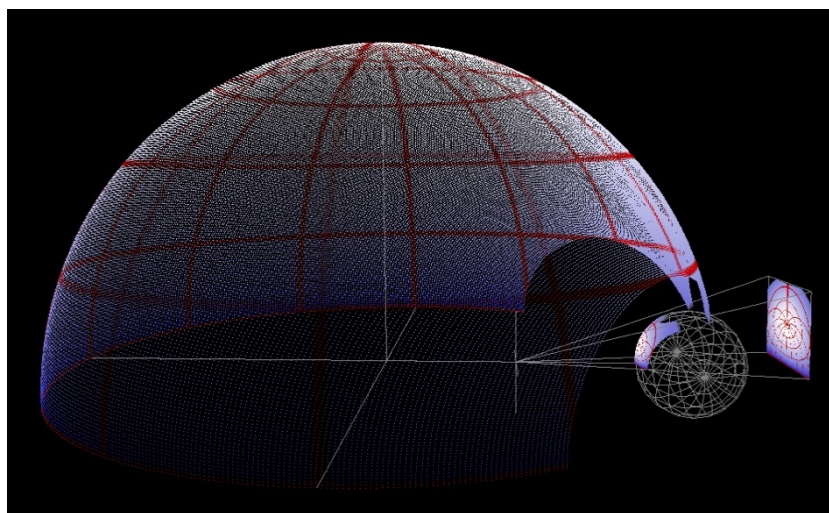
Esse enquadramento pressupõe que aparelhos, softwares e protocolos inscrevam um programa de possibilidades. Segundo Flusser (2008), as tecno-imagens envolvem agir dentro de parâmetros que direcionam tanto o que pode ser realizado quanto os modos pelos quais isso se torna visível: “A tecno-imagem é produzida por gesto que reagrupa pontos para formarem superfícies, isto é, por gesto que vai do abstrato rumo ao concreto” (Flusser, 2008, p. 19). No *fulldome* digital, esse reagrupar de pontos manifesta-se não apenas no conteúdo projetado, mas na própria materialidade da infraestrutura: seja nos pixels de uma cúpula de LED ou nos nós de uma malha de calibração. A própria cúpula integra o programa condicionando a aparição e a leitura.

A prática, nesse caso, assume a forma de decisões distribuídas: escolhas de arranjos ópticos, estratégias de mapeamento, cuidados de calibração, ajuste de intensidade luminosa e ajuste de uniformidade de cor. Sustenta-se a ideia de uma ecologia na qual modos de operação se combinam e se alternam conforme as exigências do meio. Em qualquer arranjo, o que se oferece ao olhar é efeito de composição entre parâmetros geométricos e fotométricos e de um

trabalho continuado de cuidado com aquilo que sustenta a continuidade perceptiva. Neste enquadramento, destacam-se quatro modos de operação no circuito do *fulldome* digital: projeção por espelho esférico; projeção por lente *fisheye* com um único projetor; projeção multicanal com unificação geométrica e de luminosidade; e superfície emissiva baseada em painéis de *Light-emitting Diode* (LED).

No plano geométrico-operacional, o padrão Domemaster⁴⁶ consolidou-se como formato nativo e amplamente adotado para o mapeamento e a articulação de imagens hemisféricas na cúpula, valendo-se do princípio azimutal equidistante conhecido na literatura sobre cartografia (Snyder, 1987). Essa parametrização favorece a preservação de relações angulares e distâncias radiais a partir do zênite no processo de projeção, facilitando o alinhamento entre conteúdo, calibração e a topologia da superfície. Nesse contexto, as pesquisas empíricas de Paul Bourke⁴⁷ tornaram-se referência prática para a sintaxe visual do *fulldome* digital. Em conjunto, suas contribuições sistematizam princípios e procedimentos de mapeamento e correção que articulam conteúdo, dispositivo e superfície hemisférica, oferecendo parâmetros operacionais para configurar e cuidar do campo luminoso em diferentes arranjos.

Figura 11 - Simulação da projeção em cúpula por espelho esférico



Fonte: Imagem elaborada por Paul Bourke (2003)⁴⁸

A projeção por espelho esférico (Figura 11) organiza o feixe a partir de um reflexo controlado. A imagem do projetor incide sobre um espelho côncavo de primeira superfície e a luz

⁴⁶ Disponível em: <https://imersa.org/guidelines>. Acesso em: 10 Set. 2025.

⁴⁷ Coleção de pesquisas e ensaios sobre domos de Paul Bourke: Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

⁴⁸ Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/mirrordome/>. Acesso em: 09 Set. 2025.

refletida cobre a cúpula; o conteúdo é previamente deformado conforme a geometria do conjunto projetor → espelho → cúpula, de modo que o mapeamento recomponha a cena no hemisfério. Esta metodologia se destaca pela viabilidade e pela flexibilidade de implementação: admite diferentes modelos de projetor, permite posicionamentos periféricos e atende arranjos como domos compactos, geodésicas infláveis e outras instalações temporárias (Bourke, 2003).

No plano operativo, a variação dos percursos ópticos da luz refletida sobre a superfície pode introduzir diferenças de foco e de luminância entre regiões da cúpula; a curvatura e o revestimento do espelho participam dessa assinatura visual. Em escalas com múltiplos espelhos/projetores, os procedimentos de distorção (*warp*) e fusão (*blend*) retornam como procedimentos de continuidade, e a priorização da semiesfera superior otimiza a legibilidade nas zonas mais ativas do campo de visão (Bourke, 2005a).

Figura 12 - Projetor de lente única *fisheye*



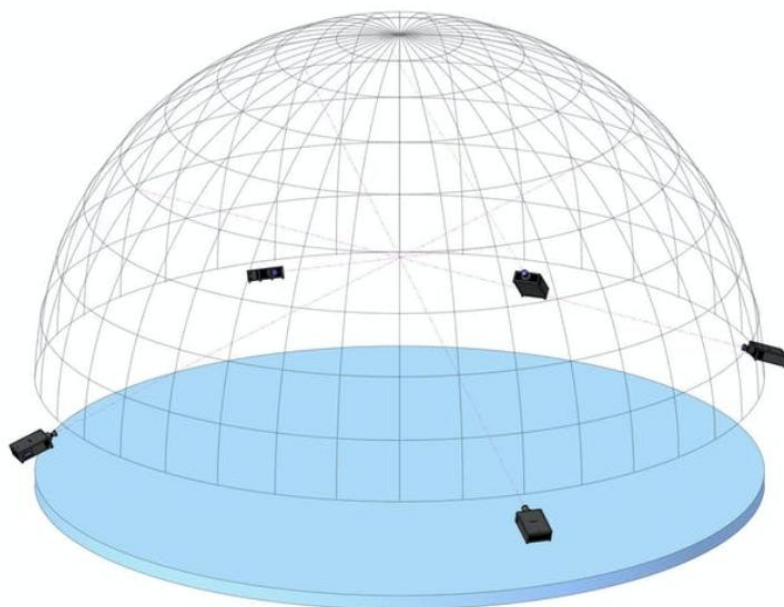
Fonte: Travessia, CC BY-SA 4.0, via Wikimedia Commons⁴⁹

No regime que emprega lente *fisheye* em um único projetor (Figura 12), comum em domos de pequeno e médio porte, a coerência geométrica é imediata: a projeção nasce esférica e se adequa ao hemisfério sem etapas extensivas de reparametrização, concentrando a operação no conjunto projetor → lente. A força dessa escolha reside na correspondência direta entre o mapeamento do conteúdo e a superfície; cada ponto do quadro pode ser associado a uma direção no domo, favorecendo leitura contínua quando se busca a homogeneidade global do campo. A mediação óptica integra a textura do regime: a refração da luz quando transportada pela lente

⁴⁹ Disponível em: <https://tinyurl.com/3ef4mhn5>. Acesso em: 09 Set. 2025.

introduz variações de foco, luminância e contraste entre zênite e horizontes, moduladas pela qualidade do vidro, pelo posicionamento da fonte e pelos parâmetros de projeção (Bourke, 2020b). Em termos de linguagem visual, esse procedimento pode ser interpretado como esferização perspectiva: conteúdos que carregam uma herança de perspectiva (renderizações tridimensionais ou câmeras olho de peixe) são transpostos para a cúpula, preservando vestígios organizativos que dialogam com expectativas de leitura consolidadas. A composição pode explorar esse traço de forma consciente, ajustando enquadramentos, ritmos de movimento e densidades informacionais. A experiência emerge de escolhas que aceitam a matemática da projeção esférica como parte da gramática do *fulldome*, deslocando a atenção da supressão de curvaturas para a sua integração expressiva (Bourke, 2020a).

Figura 13 - Esboço de cúpula equipada com sistema de 5 projetores



Fonte: Zeiss Fulldome Systems⁵⁰

Quando a área de projeção é maior, como em planetários de médio e grande porte ou em extensas tendas geodésicas, torna-se pertinente distribuir o trabalho por diversos projetores (Figura 13). O regime multicanal organiza uma superfície projetiva contínua a partir de múltiplos feixes com faixas de sobreposição coordenadas. O ganho reside na expansão do número de pixels efetivos e na capacidade de atender superfícies extensas, tratando o conjunto como sistema único e integrado (Bourke, 2005b). A unificação do quadro depende de processo metódico de correções que demanda longas horas de alinhamento manual, com dedicação ao ajuste

⁵⁰ Disponível em: <https://www.zeiss.com/planetariums/en/products-and-solutions/planetarium-technique/full-dome-systems/standard-projectors.html>. Acesso em: 10 Set. 2025.

fino de posição, foco e *zoom* e à construção de malhas de distorção (*warp*) e máscaras de fusão (*blend*) para estabilizar bordas compartilhadas entre os projetores. Essa prática situada exige estabilidade na montagem do arranjo projetivo e implica rotina de manutenção para preservar a continuidade. Com o tempo, micro variações físicas podem introduzir desvios sensíveis nas zonas de mescla; o cuidado se traduz em ciclos de verificação e ajuste que mantêm a coerência do campo (Bourke, 2005).

Figura 14 - Sistema de calibração de projeção multicanal com visão computacional



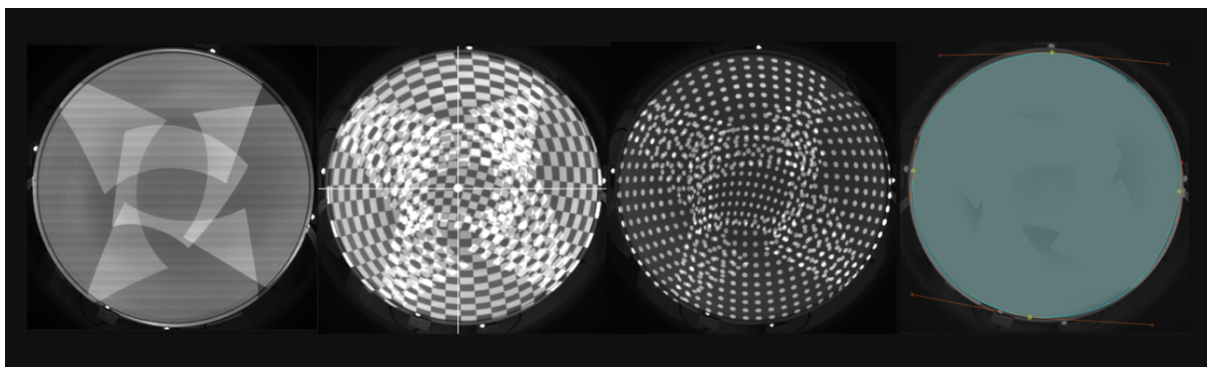
Fonte: *ModuloPi Documentation*⁵¹

Para mitigar a complexidade desse alinhamento, sistemas de calibração com metodologia de visão computacional por captura com câmeras (Figura 14) tem sido aplicados como uma camada de observação de máquina para ajuste de imagem em tempo real através da projeção de padrões, a captura do campo luminoso e o cálculo de correções que redirecionam a imagem à superfície hemisférica (Screenberry, 2024). A rotina distribui o trabalho entre sistema e imagens operacionais: projeção sequencial de grades, tabuleiros e matrizes de pontos entre os projetores estabelece um campo de referência mensurável para o sistema computacional (Figura 15); a captura amplia esse campo e localiza interseções e contornos com densidade suficiente para derivar malhas de distorção (*warp*). O mesmo encadeamento mede as regiões de sobreposição e informa máscaras de fusão (*blend*) com perfis de atenuação compatíveis com a continuidade perceptiva. Em paralelo, ajustes de brilho, contraste e cor aproximam as respostas de

⁵¹ Disponível em: <https://support.modulo-pi.com/modulo-kinetic-manual/1/en/topic/autocalibration-dome-prepare-the-equipment-en> Acesso em: 07 Set. 2025

luminância entre os projetores por meio de tabelas de transformação que alinham o sistema a um mesmo alvo fotométrico (Screenberry, 2024)

Figura 15 - Imagens operacionais da calibração automática por visão computacional



Fonte: *ModuloPi Documentation*⁵²

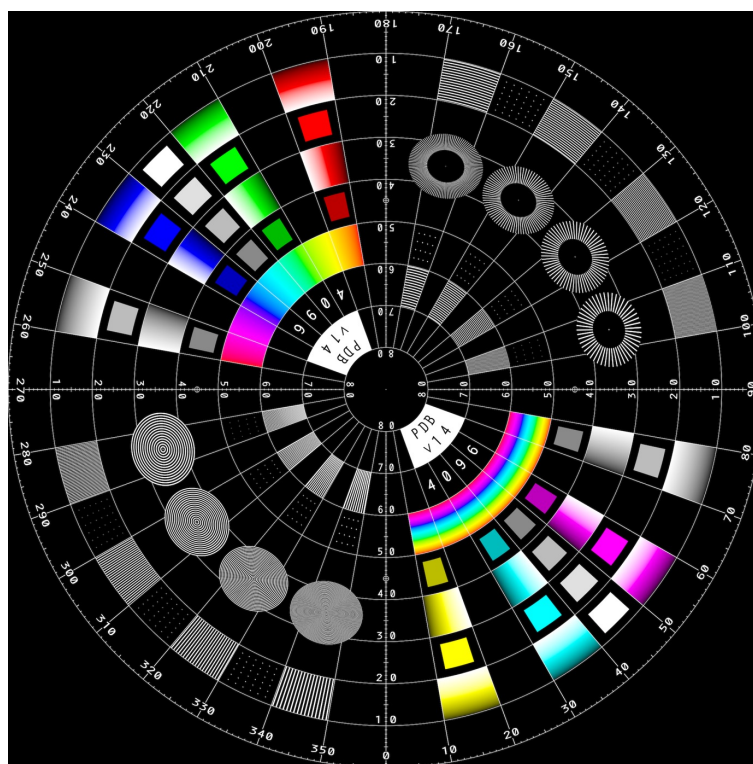
Manter as câmeras de calibração ativas durante as sessões auxiliam o sistema computacional a capturar em tempo real pequenas variações da imagem projetada. A identificação destas diferenças dispara o processo para o recálculo do alinhamento, preservando a coesão do campo sem interrupção da apresentação. O conjunto de imagens operacionais executa tarefas de estabilização e convergência, traduzindo as relações espaciais entre feixes e cúpula em correções que mantêm alinhamento, luminância e cor a cada instante. A operação em tempo real requer cadência compatível com a variação de conteúdo, de modo que a continuidade independe de intervenções manuais frequentes (Screenberry, 2024).

A construção do campo luminoso incorpora a convivência entre composição artística e manutenção automática de coerências, com o sistema observando a si mesmo e reescrevendo, quando necessário, a malha que o sustenta. Essa orientação ao tempo real reposiciona calibração e aferição como instâncias complementares. O ato de “calibrar” ajusta e sustenta coerências geométricas, fotométricas e cromáticas durante a cena. O ato de “aferir” sonda o que se torna discernível e fornece marcos para que escolhas em fluxo preservem a referência sensível. Padrões de prova que mensuram legibilidade de detalhes finos, continuidade cromática e efeitos de compressão funcionam como balizas periódicas que ancoram expectativas e percepção; tais provas informam o espaço de variação aceitável para que o gesto ao vivo se mantenha dentro de zona de leitura estável (Bourke, 2022).

⁵² Disponível em: <https://support.modulo-pi.com/modulo-kinetic-manual/v6/en/topic/autocalibration>. Acesso em: 10 Set. 2025.

De acordo com Bourke (2022), a resolução real da imagem projetada na cúpula não depende apenas de somar a resolução nativa dos projetores concatenados (descritas nas especificações técnicas) mas do número real de detalhes que podem ser discernidos na superfície. A área de uma cúpula é vastamente maior que a de uma tela plana de mesmo diâmetro, exigindo um preenchimento e densidade de pixels mais extenso. Em vez de somar os pixels nominais dos projetores, o autor propõe uma medida empírica: verificar quantos pontos nítidos o sistema consegue exibir no arco meridional do domo (Evans & Sutherland, 2016). Se esse arco sustentar pouco mais de quatro mil pontos distintos perceptíveis, o sistema pode ser considerado um “4K” real; caso contrário, as especificações servem mais a propósitos de publicidade das empresas que comercializam os arranjos técnicos de projeção para planetários (Bourke, 2022).

Figura 16 - Digital *Fulldome* Test Pattern (DFTP) de Paul Bourke



Fonte: Imagem elaborada por Paul Bourke⁵³.

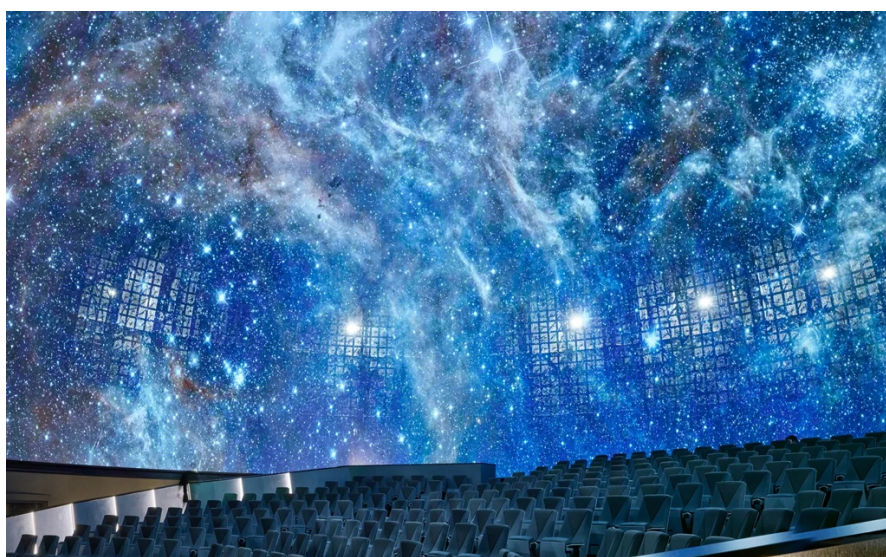
Nesse ponto, para tornar a aferição uma prática metodológica diante da impossibilidade de medir objetivamente os pixels perceptíveis na cúpula quando projetada, Paul Bourke (2022) desenvolveu o *Digital Fulldome Test Pattern* (DFTP) (Figura 16). O autor partiu de uma imagem *domemaster* infinitamente detalhada que foi reamostrada para resoluções menores, correspondentes aos sistemas reais de projeção. O padrão reúne elementos de referência operacional

⁵³ Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/testpattern/> Acesso em: 04 Set. 2025.

(grades brancas, linhas de alta frequência, dígitos, pontos-estrela, gradientes e alvos cromáticos) organizados para que qualquer perda de nitidez, contorno serrilhado, desvio de cor ou compressão excessiva apareça com clareza.

O procedimento de aferição consiste em projetar sucessivas versões do DFTP, estáticas e em rotação lenta, observando o mesmo fluxo de processamento do conteúdo artístico. O marco da resolução verdadeira do sistema é atingido no momento em que a versão imediatamente superior já não adiciona detalhe visível, isto é, quando as linhas finas começam a se fundir ou os dígitos se tornam borrados. Acima desse ponto, aumentar a resolução de pixels não traz ganho perceptível, apenas sobrecarga computacional. A prova estabelece, assim, um marco comum pelo qual especificações nominais se confrontam com o que se torna discernível para o público, permitindo isolar gargalos específicos no foco da lente, nas zonas de fusão (*blend*) ou na decodificação do vídeo. Desse modo, o DFTP fornece um critério objetivo para dimensionar arranjos técnicos, orientando escolhas que preservam legibilidade e conforto visual e transcendem métricas publicitárias (Bourke, 2022).

Figura 17 - Cúpula hemisférica de LED – Planetário de Praga (Áustria)



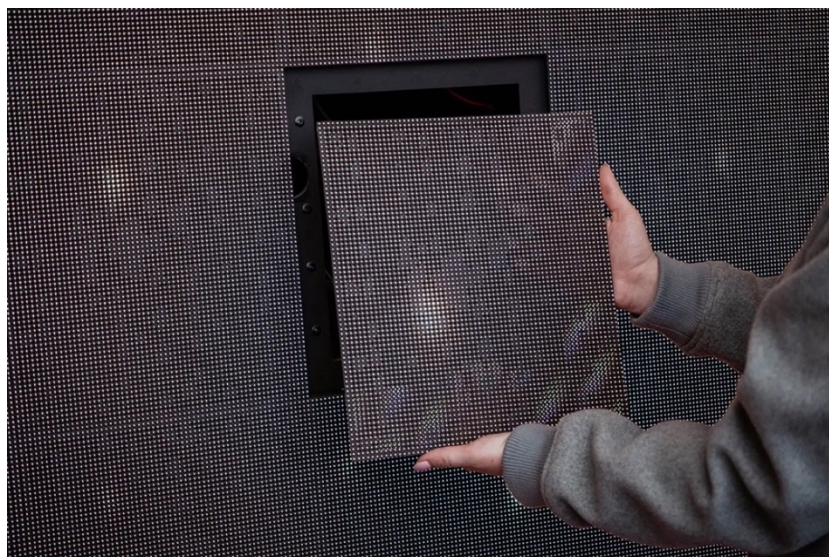
Fonte: *Prague Planetarium – Cosm Technology*⁵⁴

A superfície emissiva em LED (Figura 17), arranjo presente nas novas cúpulas de planetários de médio e grande porte, introduz outra lógica de formação da imagem ao converter a cúpula em fonte emissiva de luz. Nesse regime, a imagem resulta de elementos discretos endereçáveis e coordenados para compor um campo contínuo no ponto de vista do público. As tarefas de cuidado deslocam-se para a uniformidade entre módulos (Figura 18), o ajuste de cor e

⁵⁴ Disponível em: <https://tech.cosm.com/our-work/prague-planetarium>. Acesso em: 09 Set. 2025.

de luminância, a verificação de homogeneidade espacial e a atenção às condições térmicas e acústicas do ambiente. Este modo operativo se caracteriza por uma imagem de alto nível de brilho (luminância) e contraste (onde há maior profundidade de cores escuras), da mesma maneira que há um elevado custo de implementação e de consumo energético (Lantz, 2020).

Figura 18 - Perfil de acoplamento de módulos de LED para cúpula hemisférica



Fonte: *Cosm Technology*⁵⁵

A legibilidade é orientada pela densidade de pontos e pela distância do ponto de vista do público, cujo afastamento permite que os elementos de luz discretos se fundam em um campo visual contínuo; o ruído de ventilação e a necessidade de circulação de ar interferem na relação entre campo sonoro e campo luminoso. A operação dos LEDs por modulação de largura de pulso – *Pulse Width Modulation* (PWM), que organiza a luz em intervalos imperceptíveis para estruturar a estabilidade da imagem, exemplifica o que se pode chamar de um “nível invisual de execução”. Este conceito refere-se a processos que organizam a aparição sem se apresentarem como conteúdo, alinhando-se à discussão de Jussi Parikka (2023) sobre a cultura invisual, na qual a imagem “não se apresenta como uma imagem visual no sentido óptico ou experiencial” (Parikka, 2023, p. 22).

Trata-se de uma camada de operações técnicas que atua como a infraestrutura base que torna o visual operativo. O pixel emissivo pode ser entendido como unidade mínima de um programa de possibilidades: cada diodo responde a instruções que delimitam intensidades e cores possíveis, compondo, em conjunto, o horizonte do que se torna aparente. A vivificação

⁵⁵ Disponível em: <https://tech.cosm.com/our-work/prague-planetarium>. Acesso em: 09 Set. 2025.

da luz, aqui, decorre da capacidade de inscrição direta da emissão no espaço: uma pele luminosa que responde a parâmetros técnicos e se integra ao gesto compositivo.

Sob esse ângulo, os quatro modos configuram estratégias de temporalização da imagem em cúpula. O espelho esférico, com programação espacial por pré-deformação, favorece respostas previsíveis sob variação de conteúdo, com ênfase em viabilidade e reconfiguração rápida do espaço (Bourke, 2003). A *fisheye* oferece fluidez de execução e reduz pontos potenciais de descompasso, favorecendo manipulação contínua do material visual em coerência com a performance sonora (Bourke, 2020b; Bourke, 2022). O multicanal expande a granulação da imagem e, com imagens operacionais em malha, sustenta costura adaptativa que acompanha mudanças físicas e compositivas quando a narrativa luminosa demanda detalhes e contrastes finos no correr da sessão (Bourke, 2005b; Screenberry, 2023). O emissivo concentra a agência no endereçamento *pixelar* imediato e convoca curadoria contínua de uniformidade, térmica e ruído, especialmente sob luminâncias mais altas ou em ambientes não totalmente escuros.

A análise do Domo Vivo a partir das imagens operacionais impõe um deslocamento da agência, que deixa de ser um atributo centralizado para se manifestar como um campo de forças distribuídas. Essa distribuição torna-se materialmente evidente nos diferentes modos técnicos: no multicanal, ela reside nas malhas de calibração que operam como mediadoras entre o calculado e o visível; no emissivo, nos pulsos invisíveis que governam a matéria luminosa do conjunto; na projeção por lente, na própria refração da luz, que atua como coautora da imagem.

Tais aspectos abandonam a concepção da imagem como um objeto estático para revelá-la como um evento eminentemente processual, cuja agência é, precisamente, “distribuída através de um conjunto interconectado de pessoas, práticas e artefatos mediadores” (Hoel; Lindseth, 2016 *apud* Parikka, 2023, p. 20, t.n.). O reconhecimento dessa agência processual confirma a ecologia dos modos como um campo de pertinência, onde cada configuração oferece noções de coerência, cadência e legibilidade que se articulam a experiência sensível no contexto dos planetários.

Do ponto de vista da composição, interessa favorecer percursos perceptivos que respeitem a geometria hemisférica, controlem a densidade informacional no zênite e nas zonas periféricas e estabeleçam ritmos de variação luminosa compatíveis com o tempo de leitura do espectador. A vivificação da luz ganha espessura por sua inscrição situada no espaço, em diálogo com a audição envolvente e com a presença corporal. A luz atua como matéria participante do acontecimento, alinhando técnicas e sensibilidades numa mesma superfície operativa. A regu-

laridade do campo, sua capacidade de manter a continuidade sem esforço e a transição harmônica entre regiões resultam de operações que compõem as condições de possibilidade do que se dá a ver.

Nessa chave, a arquitetura visual do *fulldome* se revela como conjunto de práticas de descrição, decisão e cuidado. Descrever implica reconhecer como escolhas ópticas e geométricas modulam o campo; decidir demanda articular pertinência expressiva e exigência operativa; cuidar supõe monitorar o que se torna percebido e refinar o que sustenta essa percepção. Vista por esse tripé, a ecologia dos modos apresenta-se como constelação de possibilidades que o projeto convoca conforme suas necessidades.

Com isso, a vivificação da luz afirma-se como processo: as operações que mantêm o campo coeso constituem o lugar em que se produz a experiência. Pensar o Domo Vivo a partir dos modos de operação da luz desloca o interesse do que a imagem pretende representar para como ela se faz presente. Afirma-se como prática: uma maneira de construir um campo de aparência compartilhado que integra técnica e sensibilidade no mesmo gesto.

2.6 Infraestrutura Viva como ecologia técnico-estética

O percurso analítico desta seção culmina na formulação da Infraestrutura Viva como ecologia técnico-estética, cuja consistência decorre de um campo de relações processuais. A investigação das camadas constitutivas do dispositivo desloca a ideia de aparato estável para a de meio associado em devir, cuja ontogênese se realiza na confluência de vetores técnicos, sensíveis e poéticos. Esta conclusão integra as linhas argumentativas desenvolvidas, explicitando de que modo arquitetura, som, imagem e participação do público se agenciam na constituição de um organismo operatório singular, do qual a condição do Domo Vivo pode emergir. O ponto de chegada afirma a infraestrutura como matéria e ritmo da experiência; um campo de individuação coletiva.

A emergência do operador conceitual Domo Vivo apoia-se na polissemia que articula vivo, ao vivo, vivido e vívido. Esses modos qualificam a vitalidade do acontecimento em chave simondoniana: a “vida” que se manifesta no domo exprime modulação em tensão metaestável, atualizada no ato performativo, inscrita como memória sensível e percebida na intensidade afetiva da experiência. Essa leitura solicita requalificar a técnica enquanto operação transdutiva capaz de diferenciar o sensível e instaurar mundos possíveis.

Para situar essa condição, a seção empreende uma arqueologia das mídias que desestrutura a narrativa evolutiva entre o planetário moderno e o *fulldome* digital. A partir de Foucault (2013), a caracterização do planetário como heterotopia evidencia a disciplina do olhar e uma

política do visível que organiza a experiência coletiva. A passagem ao digital é lida como ativação de potencialidades e reconfiguração da cronopoética do meio. Na chave de Stiegler (1994), a *epifilogênese* da técnica opera como campo anamnésico: é por práticas performativas que a condição do Domo Vivo reinscreve a herança institucional, fortalecendo a individuação psíquica e coletiva.

O conceito de Infraestrutura Viva nomeia essa dinâmica sistêmica. Em diálogo com Star e Ruhleder (1996), a infraestrutura aparece como ecologia relacional que se torna visível em processos e falhas. A formulação de Spuybroek (2023) sobre a técnica como *hypergon* oferece o vocabulário para descrever uma base que faz aparecer e “brilha” em sua própria operação. Com Bowker e Star (1999), esse arranjo recebe qualificação epistemo-política: um sistema classificatório que institui hierarquias e define o que pode ser visto, ouvido e sentido. Protocolos e algoritmos participam ativamente da composição sensível ao calibrar o que pode emergir. Nesse horizonte, a Infraestrutura Viva organiza uma ecologia da atenção que torna sensíveis suas operações, orientando sintonização e partilha.

A primeira materialização dessa ecologia técnico-estética situa-se na arquitetura ressonante da cúpula hemisférica. A genealogia geodésica — de Bauersfeld à sistematização de Fuller — apresenta a superfície contínua como processo transdutivo: uma caixa de ressonância onde tensões em equilíbrio produzem leveza estrutural e coerência de trajetórias perceptivas. Em convergência com a ‘*minor architecture*’ de Xin Wei Sha (2011), a arquitetura aparece como sistema aberto e sensível que condiciona e habilita eventos potenciais. A leveza assume dupla acepção: otimização estrutural e receptividade ecológica. O domo geodésico estabelece a base de um campo de transindividuação, no qual a forma sustenta a emergência dos processos.

Sobre esse solo ressonante, a arquitetura sonora instala uma sintaxe esférica. A inadequação de paradigmas planares em ambiente volumétrico é enfrentada com Ambisônica de Alta Ordem (HOA), cuja decomposição em harmônicos esféricos separa produção e reprodução, assegurando portabilidade e escalabilidade. Essa adoção afirma um paradigma de imersão volumétrica que expande a área de audição estável e oferece equidade de experiência. O som adquire materialidade tátil e cinestésica, orientando corpos e atenção no espaço. A obra ‘*Créatures*’ demonstra o papel composicional dessa infraestrutura ao configurar ecossistemas audiovisuais em que interdependências entre som e imagem constituem o núcleo da experiência.

Em paralelo, a arquitetura visual é tratada como vivificação da luz, do regime projetivo à luminescência. O *domemaster*, fundado na projeção azimutal equidistante. A análise distingue regimes com compromissos próprios: *fisheye* (coerência óptica e simplicidade), multicanal com warp-blend (resolução ampliada por costura computacional) e LED emissivo (imagem como

superfície de luz com requisitos térmicos e acústicos específicos). Em todos os casos, a qualidade visual é tratada com o *Digital Fulldome Test Pattern* (DFTP) de Paul Bourke (2022), método verificável que alinha especificações às capacidades perceptivas reais. A calibração e a aferição assumem estatuto de cuidado e de prática situada que decide o que pode aparecer e com que estabilidade.

A convergência entre arquitetura, som e luz institui a Infraestrutura Viva como sistema integrado. A consistência da experiência que daí emerge decorre da qualidade dos acoplamentos entre esses eixos. Nesse tecido, o corpo participante integra a infraestrutura: deslocamentos, atenção e presença realimentam continuamente o sistema. Variações de permanência e dispersão incidem sobre renderização, ganhos e correções cromáticas, explicitando a dimensão em tempo real do meio. A adoção de bibliotecas e práticas abertas fortalece circulação e verificabilidade do saber produzido em cena, qualificando a infraestrutura como responsabilidade compartilhada.

A condição do Domo Vivo emerge de uma Infraestrutura Viva que opera sob metaestabilidade. Sua consistência reconhece-se na capacidade de acomodar variações e contingências sem perda de legibilidade. A forma sensível persiste quando tolerâncias, latências e curvas de resposta convergem para uma zona de operação que sustenta estabilidade mínima e abertura ao acontecimento. Nessa condição, decisão técnica e decisão estética coincidem: algoritmos de costura, mapas de projeção, discretizações espectrais constituem gramáticas de apresentação. Os exemplos mobilizados ao longo da seção ancoram essa tese na empiria do campo e instituem critérios para leitura e projeto em escala hemisférica.

A Infraestrutura Viva constitui a condição de possibilidade para a emergência do Domo Vivo — um modo singular de presença e partilha do sensível. A cúpula fornece a matriz geométrica de ressonância; a HOA organiza inteligibilidade auditiva em volumes; a visualidade alcança regime luminescente que reorganiza a percepção. O tecido de decisões, protocolos e verificações faz o espaço enquanto obra: um sistema em que negociações materiais e perceptivas convergem para experiência coletiva legível e variável, reconhecendo a variação como condição imanente de sua vitalidade.

3 SINERGIA DINÂMICA NO DOMO VIVO

Esta seção se dedica a análise do *modus operandi*. A questão orientadora passa a ser “como o Domo Vivo opera?”, propondo uma análise que acompanhe o devir da experiência viva imersiva. Para responder a essa questão, é essencial abandonar os modelos que separam sujeito e objeto. Acima de tudo, é imperativo superar o esquema hilemórfico⁵⁶.

Este modelo, que desde a filosofia clássica concebe a gênese pela imposição de uma forma (*morphé*) a uma matéria (*hylé*) passiva e inerte, revela-se inadequado para sistemas dinâmicos e interativos como o Domo Vivo. Sua insuficiência reside em partir da separação e dos termos já constituídos. Ao postular como dois polos individualizados, o modelo hilemórfico é incapaz de dar conta da própria operação de tomada de forma do ser. Ele ignora o que Simondon (2020a [ILFI]) designa como a energética do sistema: o campo de tensões e de potencial e as incompatibilidades que existem antes da distinção entre os termos, e cujo processo de resolução é precisamente a individuação (Simondon 2020a [ILFI], p. 39).

Como aponta Muriel Combes (2013), o equívoco clássico da filosofia está em tomar o “ser em si” já como um indivíduo pronto. Quando se parte dessa instância acabada, a busca por um princípio de individuação torna-se inevitavelmente circular, pois a filosofia “já nasce com o resultado nas mãos”⁵⁷ (Combes, 2013, p. 6-7). A atenção se volta para as características de um ser já constituído, enquanto o processo ontogenético que o produziu permanece encoberto, inacessível ao pensamento. A filosofia de Simondon propõe uma inversão metodológica: “procurar conhecer o indivíduo pela individuação, e não a individuação a partir do indivíduo” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 24).

Para analisar um sistema que se constitui em tempo real a partir da imersão e interação do artista e do público, precisamos abandonar a busca por uma forma preexistente ou um plano transcendental que seria simplesmente executado por uma matéria tecnológica. A forma aqui não é um molde, mas uma consequência topológica de uma dinâmica operatória. No contexto do *fulldome*, ainda persiste o pensamento que se manifesta na tendência de conceber a cúpula como um suporte material passivo (matéria) sobre a qual se aplica um conteúdo predeterminado (forma). Tal visão obscurece a agência da própria infraestrutura e reduz a experiência imersiva a um efeito. A abordagem aqui proposta, em contrapartida, busca compreender como a “forma”

⁵⁶ Esclarece por que o hilemorfismo é visto como obstáculo epistemológico, introduzindo a “energética do sistema”. – Cf. Simondon, 2020a [ILFI], p. 39.

⁵⁷ Sustenta a crítica de Combes (2013) à “filosofia do já-dado”, onde o desdobramento precede a investigação. – Cf. Combes, 2013, p. 6-7.

da experiência imersiva emerge da própria operação relacional, na qual cúpula, algoritmos, corpos e fluxos de dados são fases de um mesmo processo.

Se a ontogênese de Simondon, com os seus paradigmas extraídos da física e da biologia, nos oferece a gramática da operação, como aplicá-la a um agenciamento complexo como o Domo Vivo, onde a individuação técnica se cruza com a experiência estética e a relação coletiva?

Para responder a estas questões, é necessário compor o pensamento de Simondon com seus intérpretes e interlocutores que levaram a sua teoria da ontogênese a novos domínios e que contribuem para definirmos o cerne desta operação como uma sinergia dinâmica: um processo contínuo de individuação no qual os vetores de tensão da Técnica, do Sensível e da Poética não são entidades separadas que interagem, mas tensões de um mesmo meio associado e que se constituem mutuamente em tempo real na experiência viva imersiva.

Dizer que o Domo Vivo opera exige este deslocamento de foco do termo: do contexto de objeto para o contexto como processo. Esta sinergia engendra uma realidade própria que lhe é imanente. A interação no Domo Vivo não resulta na imitação de um mundo exterior; ela dá origem a um campo onde “as imagens não imitam; elas se individualizam dentro de uma ecologia de imagens sempre em devir” (Sauvagnargues, 2016, p. 49, t.n.). A sinergia dinâmica dramatiza um problema ontogenético, cujo devir é a própria individuação do sistema e de seus participantes.

A leitura de Deleuze (2018a) da obra de Simondon, especialmente em ‘Diferença e Repetição’, contribui aqui em nossa análise ao afirmar que o processo essencial que rege a individuação é a intensidade⁵⁸. Essa perspectiva encontra um ponto de contato com a ontogênese quando o autor foca no campo pré-individual, onde as intensidades operam como o motor da diferenciação, precedendo a constituição de formas e qualidades:

Como a intensidade desempenha este papel determinante? É preciso que, em si mesma, ela seja independente tanto da diferenciação quanto da explicação que dela procede. [...] O processo essencial das quantidades intensivas é a individuação. (Deleuze, 2018a, p. 232).

Adotar esta perspectiva implica uma consequência metodológica: Se a individuação é intensiva, a análise não pode se concentrar nas formas estabilizadas e diferenciadas que emergem na experiência imersiva do contexto — as cores, os sons, as texturas —, pois estas são o desdobramento de um processo que as precede. O verdadeiro drama se passa no campo pré-

⁵⁸ Fundamenta a máxima “a intensidade é individuante” na definição dos vetores. – Cf. Deleuze, 2018a p. 232.

individual onde as intensidades dos vetores de tensão entram em comunicação, se repelem e se compõem.

A sinergia dinâmica que esta tese busca descrever é justamente este campo intensivo. Analisar o Domo Vivo não é decodificar suas formas, mas cartografar as intensidades e as relações diferenciais que condicionam sua emergência. Os vetores de tensão são estes fatores individuantes, as linhas de intensidade cuja interação e modulação recíproca engendram todo o processo no meio associado que é o próprio Domo Vivo. A definição destes vetores constitui o primeiro passo para mapear a sinergia dinâmica. Essa distinção aponta para dimensões de agência e domínios de força que operam em conjunto. A análise deve focar no processo ontogenético que precede a constituição de qualquer forma estável.

3.1 Vetores de Tensão: Técnica, Sensível e Poética

3.1.1 Técnica

No Domo Vivo, o vetor da técnica engloba o modo de existência que envolve toda a infraestrutura que sustenta sua operação. Isso significa compreender o planetário como um meio técnico integral: a cúpula como corpo arquitetônico; as matrizes de projeção em 360° que amoldam a imagem à geometria hemisférica; o sistema de som imersivo que constrói topologias e trajetórias de auralização no ambiente; o sistema computacional que opera os diferentes domínios; a rede de sensores que funciona como sistema nervoso do meio: seus órgãos de percepção estendidos capazes de transduzir eventos do mundo físico em dados processáveis. Essa infraestrutura fortemente integrada evidencia o sistema em sua concretude, trata-se de uma organização que confere ao conjunto um regime próprio de funcionamento, com grau elevado de tecnicidade⁵⁹. Segundo Simondon (2020b [MEOT]): “O automatismo puro, que exclui o homem e imita o ser vivo, é um mito não correspondente ao mais alto nível possível de tecnicidade: não existe a máquina de todas as máquinas.” (Simondon, 2020b [MEOT], p. 41).

Sob essa ótica, o conjunto técnico do contexto não pode ser reduzido a um arranjo de instrumentos passivos ou a uma “caixa-preta” que executa comandos, ele precisa ser compreendido como indivíduo técnico que possui suas tendências e suas aberturas. Mais precisamente,

⁵⁹ Para Simondon (2020b [MEOT]), tecnicidade designa o grau de integração estrutural e funcional de um objeto técnico, ou seja, a coerência interna entre seus elementos e o modo como eles participam de um mesmo esquema de funcionamento. Um aumento de tecnicidade implica uma organização em que cada componente contribui simultaneamente para múltiplas funções, reduzindo redundâncias e aproximando o objeto de um funcionamento mais coeso e adaptado ao seu meio associado. Esse conceito permite compreender os objetos técnicos não como somas de partes, mas como sistemas em processo de individuação – Cf. Simondon, 2020b [MEOT], p. 40.

se enquadra no que Simondon (2020b [MEOT], p. 55) conceitua como de objeto técnico concreto. Diferentemente do objeto técnico abstrato, no qual as partes permanecem relativamente independentes e suas as funções permanecem em justaposição com integração interna incipiente, o objeto técnico concreto é aquele em que as funções se tornam interdependentes e sinérgicas, gerando um alto grau de coerência interna. Isto que o permite se abrir ao exterior: não por uma carência estrutural, mas pela integração de funções que possibilita margens de indeterminação⁶⁰ e novas formas de relação (Simondon, 2020b [MEOT]).

Nesse ponto que Hui (2016), em *‘On the Existence of Digital Objects’*, expande a reflexão simondoniana ao notar que “Simondon vê a evolução dos objetos técnicos como uma progressão de objetos abstratos para objetos concretos. Ser concreto implica a convergência e a adaptação do objeto a si mesmo” (p. 55, t.n.). O autor afirma que a linguagem de Simondon não pode ser simplesmente transposta para os objetos digitais:

O indivíduo técnico de Simondon, neste caso, refere-se especificamente a um sistema de hardware, e não a objetos digitais, que consistem principalmente em código. À primeira vista, não podemos reutilizar o vocabulário de Simondon para compreender os objetos digitais, porque não existe tal mecanismo causal recíproco dentro do objeto digital que permita sua auto estabilização. (Hui, 2016, p. 56, t.n.).

Assim, enquanto a coerência interna é, em Simondon (2020b [MEOT]), condição para a abertura ao meio, em Hui (2016) essa abertura é constitutiva: os objetos digitais se situam em meios associados que os estabilizam (redes específicas que incluem seus usuários, a estrutura de dados e os protocolos de comunicação, bancos de dados, infraestruturas de informação) e, para se manterem, dependem de mecanismos de regulação (Hui, 2016, p. 56–57). O conjunto técnico do planetário funciona como esse meio associado em que os objetos digitais se atualizam e se vinculam, o plano próprio de sua individuação técnica no contexto do Domo Vivo.

Dessa forma, enquanto o objeto técnico concreto em Simondon ganha consistência a partir da integração de funções em uma unidade coerente, o objeto digital, segundo Hui (2016), é definido como “um conjunto de afirmações lógicas” (p. 56, t.n.). Mais do que uma estrutura que se estabiliza, trata-se de um objeto relacional. A isso se soma um dinamismo próprio: o

⁶⁰ Para Simondon (2020b [MEOT]), a margem de indeterminação, em objetos técnicos evoluídos, corresponde ao grau de abertura que permite ao objeto operar de maneira não inteiramente determinada por sua configuração inicial, possibilitando adaptações e usos não previstos. As sobre-funções são funções emergentes resultantes dessa abertura, manifestando-se quando elementos do objeto passam a exercer papéis adicionais além dos originalmente concebidos. Ambas as noções, formuladas por Simondon (2020b [MEOT]), indicam que a evolução técnica envolve não apenas aperfeiçoamento funcional, mas também a ampliação de possibilidades de ação e integração no meio associado. – Cf. Simondon, 2020b [MEOT], p. 47.

objeto digital está “em processo de restabelecer e renegociar” relações com outros objetos, sistemas e usuários dentro do seu contexto de aplicação. No planetário, essa relacionalidade constitutiva encontra a coerência concreta do conjunto técnico, de modo que a abertura do digital não decorre de uma suficiência interna, mas da condição de existência⁶¹ que o meio associado lhe oferece (Hui, 2016).

O planetário, enquanto vetor da técnica, pode então ser descrito como um indivíduo técnico composto: um organismo arquitetônico-maquínico-algorítmico que não apenas responde, mas convoca à interação. Sua individuação técnica decorre da alta coerência interna e da sinergia entre infraestrutura física e maquina: sua dimensão processual-relacional. Em contrapartida, depende de uma abertura constitutiva do digital, que o posiciona como superfície de mediação. Sua tecnicidade se define pela capacidade de interconectar domínios. Assim, atua como agência mediadora que participa ativamente da produção de sentido e da modulação da experiência, articulando, a coerência concreta da sua infraestrutura material e a relacionalidade constitutiva da sua articulação computacional.

3.1.2 Sensível

No Domo Vivo, o vetor do sensível designa o regime de individuação vital que carrega consigo uma carga pré-individual que entra em ressonância transdutiva com o meio técnico. Na ontogênese de Simondon (2020a [ILFI]), a percepção não é a recepção passiva de dados por um sujeito, mas uma atividade de modulação recíproca entre um ser vivo e seu meio. O ser vivo é, ele mesmo, um sistema metaestável, e a percepção é o ato pelo qual a metaestabilidade do ser vivo entra em sinergia com a metaestabilidade do meio, gerando uma resolução mútua.

No contexto do Domo Vivo, o corpo do partícipe deve ser desvinculado do papel de mero receptor de estímulos ou de emissor de comandos. Ele é a fonte primária de perturbação e modulação do meio. As ações — gestos, movimentos, deslocamentos — não devem ser compreendidas em um quadro simbólico como se significassem algo a ser interpretado e decodificado pelo sistema. A interação aqui não se dá no plano da representação, mas no da afetação. Elas atuam como eventos físicos diretos que perturbam o equilíbrio do meio técnico, introduzindo informação no sistema — no sentido estritamente simondoniano do termo: uma operação que desencadeia uma “tomada de forma”, uma reestruturação do campo de forças. Um movimento do corpo não transmite uma mensagem, mas dispara uma cascata transdutiva.

⁶¹ Em Hui (2016), designa a ontogênese relacional do objeto digital: formalmente, ele é “um conjunto de afirmações lógicas”, quando essas relações se reticulam, estabelecem relações existenciais que o fazem existir num meio técnico. – Cf. Hui, 2016, p. 56

A percepção é a via pela qual o meio modulado atua de volta sobre o corpo. A paisagem audiovisual que emerge não é um espetáculo a ser contemplado à distância; ela é uma força ativa que afeta diretamente o corpo, alterando seu campo de afetos, suas posturas, seu ritmo e, conseqüentemente, suas potencialidades de ação. Cria-se um circuito fechado de modulação recíproca: o corpo modula o meio, e o meio modula o corpo. O sensível é o domínio dessa constituição somática e perceptiva, a contribuição do ser vivo para a dinâmica informacional do meio. É a introdução de uma ordem de realidade, a da vida, com sua temporalidade e afetividade própria, que entra em ressonância com a ordem da técnica. Este vetor é o que garante que o processo de individuação do meio não seja um solipsismo⁶² maquínico, mas uma operação transdutiva entre tensões que coexistem no interior do meio associado.

3.1.3 Poética

O Vetor da Poética (poíesis) introduz a dimensão da invenção. Se a técnica fornece a estrutura e o sensível fornece a modulação viva, a poética representa o potencial para o salto inventivo, para a reconfiguração das próprias regras do jogo. Aqui, o termo se afasta da noção de inovação para se alinhar ao conceito de invenção em Simondon. A invenção não é a mera criação de um artefato para um fim pré-definido. Como aponta o filósofo, “há na verdadeira invenção um salto, um poder amplificador que ultrapassa a simples finalidade e a pesquisa limitada de uma adaptação” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 171-172). A poética é a capacidade de introduzir uma nova informação que não é uma mera resposta a um estímulo, mas uma reestruturação do próprio campo problemático.

No Domo Vivo, este vetor se manifesta em diferentes níveis e práticas. A codificação, implementação criativa e curadoria de parâmetros são atos poéticos: a escolha prévia de quais variáveis do sistema serão abertas à interação, quais os limites de sua variação e como elas se influenciarão mutuamente define a paisagem de potencialidades da experiência. Além disso, a própria escrita dos algoritmos generativos traz a margem de indeterminação para o centro da poíesis, pois possuem um comportamento que é previsível em suas regras, mas imprevisível em seus desdobramentos específicos. Durante a performance, a prática do *Live Coding* permite realizar “aperfeiçoamentos menores contínuos” (Simondon, 2020b [MEOT], p. 39-40), ajustando parâmetros e modulando a interação afim de explorar as potencialidades já contidas na essência técnica do sistema.

⁶² Solipsismo é uma doutrina filosófica cujos preceitos se pautam numa única realidade representada somente pelo eu empírico. – Cf. Abbagnano, 2007, p. 918.

Contudo, a poética aponta para a possibilidade de uma invenção descontínua, aquela que se torna necessária pela saturação do sistema (Simondon, 2020b [MEOT], p. 27). Isso ocorre, por exemplo, quando a interação entre o público e o sistema gera um comportamento imprevisto que em vez de ser corrigido, é acolhido e explorado como um novo princípio operacional. Nesse momento, não se está mais apenas aperfeiçoando o sistema, mas potencialmente inaugurando uma nova linhagem técnica com o meio (Simondon, 2020b [MEOT], p. 43).

A poética é a instauração de uma axiomática — um conjunto de regras imanentes que guiarão o processo de individuação. Nesse sentido, ela não reside apenas no agente humano, mas na própria relação de cocriatividade que se estabelece entre o artista e a técnica. O meio técnico, com sua margem de indeterminação, responde, resiste e propõe caminhos, tornando-se um parceiro ativo no processo inventivo. É essa força cocriativa que garante que a axiomática permaneça aberta, capaz não apenas de se individuar, mas de transformar as próprias condições de sua individuação (Simondon, 2022).

A interação desses três vetores não é harmoniosa nem linear. Para Simondon (2020b [MEOT]), nenhum regime de forças se integra de maneira contínua: a individuação progride mediante fases sucessivas separadas por defasagens⁶³ internas. O sistema nunca atinge um equilíbrio final, pois cada resolução de uma tensão cria novas tensões em outro ponto, realimentando o processo. O gesto do partícipe (Sensível) nunca é perfeitamente traduzido pela máquina (Técnica), e a emergência audiovisual nunca corresponde exatamente à intenção inventiva (Poética). É nessa defasagem, nesse desequilíbrio constante, que reside a vitalidade do sistema. Cada fase resolve parcialmente uma tensão, mas deixa um excedente energético que se converte em disparidade para a fase seguinte, garantindo o devir do sistema (Simondon, 2020a [ILFI], p. 92-93). Essa dinâmica de desequilíbrio produtivo é precisamente o que Simondon (2020b [MEOT]) descreve ao definir a realidade de um sistema de fases:

Só se concebe uma fase em relação a outra ou a várias outras; num sistema de fases há uma relação de equilíbrio e de tensões recíprocas; a realidade completa é o sistema atual de todas as fases, tomadas em conjunto, não de cada fase em si; uma fase só é fase em relação às outras [...]. Por fim, a existência de uma pluralidade de fases define a realidade de um centro neutro de equilíbrio, em relação ao qual existe a defasagem (Simondon, 2020b [MEOT], p. 241).

No Domo Vivo, é justamente essa defasagem — o pequeno desnível entre o que o vetor Técnico já estabilizou, o que o Sensível ainda perturba e o que a Poética reconfigura — que

⁶³ *Écart* (defasagem): diferença residual de potencial que, resolvida numa fase, alimenta a fase seguinte mantendo o sistema em devir. — Cf. Simondon, 2020a [ILFI], p. 94.

impede o colapso num equilíbrio estático. Assim, a coexistência dos três vetores não é simultânea nem homogênea; ela é faseada. A cada ciclo, novas diferenciações emergem, alimentando a sinergia dinâmica. A estrutura comparativa descrita na Tabela 2 abaixo sintetiza essas funções e suas manifestações no Domo Vivo:

Tabela 2 - Vetores de tensão – funções sistêmicas e manifestações operacionais.

Vetor de Tensão	Função no Sistema	Manifestações no Domo Vivo
Técnica	Sustentar, captar e processar fluxos de informação; manter a abertura e a margem de indeterminação metaestável do meio associado	Superfície visual hemisférica 360° (matriz emissiva por projeção ou LED), rede de sensores (visão, áudio, movimento), sistema sonoro imersivo, <i>pipelines</i> gráficos de processamento em tempo real
Sensível	Introduzir variação somática-afetiva; acoplar a metaestabilidade do vivo à do meio técnico	Gestos, movimentos corporais e informações sensoriais captadas e transduzidas pelo sistema
Poética	Criar correlações lógicas; reconfigurar as regras do meio e ativar sobre-funções inventivas	<i>Live Coding</i> durante a performance, curadoria de parâmetros abertos, injeção de algoritmos generativos, exploração de operadores estéticos

Fonte: elaboração do autor

Com a definição destes três vetores, dispomos agora do vocabulário necessário para investigar o mecanismo que rege suas inter-relações. O próximo passo é mergulhar no conceito de transdução, o processo dinâmico através do qual estes vetores interagem e dão origem à imprevisível sinergia dinâmica no meio associado.

3.2 Processos Transdutivos: Gramática da Sinergia Dinâmica

Se os vetores da Técnica, do Sensível e da Poética constituem o campo tensional do Domo Vivo, a transdução é a operação que descreve o seu devir, a gramática imanente que rege a sua sinergia dinâmica. Para Simondon (2020a [ILFI]), a transdução explica como a interação entre vetores não resulta em uma mera soma de partes, mas em uma individuação contínua e emergente. A transdução opõe-se a modelos de causalidade linear e a modelos estáticos de estrutura, propondo em seu lugar uma operação ontogenética. O autor define-a como:

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

Essa operação de estruturação “de próximo a próximo” é o cerne do processo: não há um plano centralizado ou uma forma exterior que guia a gênese; a estruturação relacional que emerge da operação transdutiva no meio associado é como uma onda de informação que se materializa constituindo os próprios termos e relações em seu devir. A condição para que qualquer operação transdutiva ocorra é a existência de um estado de metaestabilidade. Conforme aponta Barthélémy (2023), esta noção, oriunda da termodinâmica, designa um estado que “transcende a oposição entre estabilidade e instabilidade, e que é carregado de potenciais para um devir” (Barthélémy, 2023, p. 45).

Um meio associado metaestável não é simplesmente instável ou caótico; ele é um meio em um equilíbrio precário, supersaturado de energia potencial, onde a menor perturbação pode desencadear uma reestruturação em cascata. É aqui que reside a diferença fundamental entre o regime de individuação físico e o vital: enquanto o indivíduo físico, como o cristal, esgota os seus potenciais ao atingir uma forma estável, o indivíduo vivente mantém o “que existe nele em mais completo de ressonância interna, que exige comunicação permanente e que mantém uma metaestabilidade que é condição de vida” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 21).

O Domo Vivo, ao acoplar o Vetor da Técnica à agência do vetor do Sensível e da Poética, opera precisamente neste regime de individuação. Sua tendência operatória não é alcançar uma forma final e estável, mas manter-se num estado de metaestabilidade contínua, sempre pronto para novas transduções. O meio não busca o repouso, mas a perpetuação de seu devir, uma condição análoga à vida que se define pela sua capacidade de resolver problemas incessantemente. A distinção entre individuação física (cristal) e vital é crucial para posicionar o Domo Vivo como um agenciamento vivo e dinâmico, justificando a busca incessante por novas transduções e a perpetuação do devir, que é o cerne da experiência viva imersiva que se sustenta nesse contexto.

O paradigma da cristalização, embora seja a “imagem mais simples” da operação transdutiva (Simondon, 2020a [ILFI], p. 29), é insuficiente para dar conta da complexidade de um agenciamento como o Domo Vivo. A análise de um campo operativo que envolve diferentes regimes de individuação (técnico, biológico, psíquico, social) exige uma composição do conceito, a fim de evitar o reducionismo (Barthélémy, 2023, p. 59).

No Domo Vivo se acoplam esses regimes heterogêneos, o que nele se propaga não é uma estrutura cristalina única, mas uma ressonância entre ordens de realidade distintas, cujas diferenças não são conciliadas por síntese, mas mobilizadas como força compositiva. Nesse sentido, a contribuição de Deleuze (2018b) ao ler Simondon qualifica a natureza do campo

metastável do Domo Vivo: para além de um meio associado físico com potencial energético, um campo heterogêneo povoado por disparações intensivas:

Uma quantidade intensiva compreende uma diferença em si, [...], e se estabelece, primeiramente, entre níveis díspares, entre ordens heterogêneas que só mais tarde, em extensão, entrarão em comunicação. Ela, assim como o meio associado metaestável, é estrutura (não ainda síntese) do heterogêneo (Deleuze, 2018b, p. 121)

Este estado singular sem ser ainda individual, é povoado por singularidades que correspondem à repartição dos potenciais. A transdução, nesse sentido, não é somente uma operação de estruturação de próximo a próximo, mas o ato de solução de um problema imanente posto por este campo, constituindo os próprios termos e relações em seu processo. O gesto de um partícipe ou a intervenção em um código são a atualização de uma singularidade que força o meio associado a encontrar uma nova configuração, a resolver uma tensão diferencial. O campo pré-individual do Domo Vivo é um emaranhado de problemas de disparação, onde as séries heterogêneas correspondem aos próprios vetores de tensão definidos anteriormente: como relacionar a série do Vetor Técnico (sensores) com a do Vetor Sensível (afetos)? – Como acoplar a velocidade de um gesto (Sensível) à intensidade de um som (Técnica) sob as regras do Vetor da Poética?

A introdução do pensamento de Deleuze (2018b) para a compreensão da metaestabilidade no Domo Vivo permite seu deslocamento conceitual para pensar o meio não como um reservatório energético à espera de forma, mas como um campo virtual onde intensidades operam como problemas em aberto. Assim, a transdução não é apenas propagação formal: é o próprio devir do meio em processo de individuação, uma dinâmica que não culmina na identidade, mas na emergência contínua de diferenças.

A perspectiva de Anne Sauvagnargues (2016), em seu livro “Artmachines”, permite qualificar a especificidade da transdução no campo da criação artística, tal como se manifesta no contexto do Domo Vivo. Ao transpor o conceito simondoniano para o domínio estético, Sauvagnargues desloca o foco da operação transdutiva da estruturação de energia, informação ou forma física para a modulação dos códigos culturais e da sintaxe do meio. Nessa chave, a transdução se torna uma operação intensiva e afetiva, voltada à desestabilização de estruturas normativas e à emergência de individuações impessoais e singulares. Essa inflexão aproxima o vetor da poética à dinâmica transdutiva, mostrando como, na arte, a invenção simondoniana assume a forma de uma reconfiguração do sensível e da técnica. Sauvagnargues (2016) explicita essa operação nos seguintes termos:

Essa é a função transdutiva da arte: infundir intensidade na sintaxe, perturbar e minimizar estruturas e estratos estáveis e normativos; reintroduzir o aleatório nos códigos culturais, traçando uma linha virtual de fuga que não preexiste à sua operação. Vaporizando identidades já construídas, o indefinido infunde na linguagem o poder do evento e testemunha o fato de que seu propósito não é representar pessoas socialmente definidas, redundâncias sociais [...], mas sim capturar novas existências a fim de derubar a sintaxe e expandir seu poder para nos fazer experimentar novos afetos. (Sauvagnargues, 2016, p. 26, t.n.)

A autora explicita a função estética da transdução como perturbação ativa das regularidades sintáticas e como propulsora de novas formas de existência. No Domo Vivo, essa operação incide diretamente sobre a sintaxe do contexto, continuamente modulada pelas intensidades das ações. A arte não representa gestos nem sujeitos, mas opera como um agenciamento que captura individuações impessoais: hecceidades definidas por velocidades, variações e afetos, atmosferas, gestos, eventos singulares e não-pessoais.

A orientação dessa operação não é o reconhecimento, mas a experimentação de novos afetos como abertura ao devir. Assim, a formulação de Sauvagnargues (2016) especifica com rigor o estatuto da transdução na prática estética em jogo: trata-se de desestabilizar códigos e reestruturar o sensível, fazendo da arte uma zona de indeterminação propícia ao surgimento de modos de existência não normatizados. Essa concepção é decisiva para compreender sua dimensão performativa e estética, ao articular a transdução como ponte entre poíesis e sensação, revelando a vocação estética do agenciamento que a sustenta. Essa concepção transdutiva da arte, centrada na emergência de formas e afetos a partir de tensões internas ao meio, encontra um aprofundamento ontogenético na leitura de Muriel Combes (2013). Se em Sauvagnargues a transdução intervém na estrutura cultural, em Combes (2013) ela constitui os próprios termos da relação.

A perspectiva do transindividual, explorada por Combes (2013) em sua leitura de Simondon, aprofunda a compreensão da transdução ao evidenciar sua natureza como agenciamento. A autora desloca o foco dos termos isolados para a primazia da relação, permitindo compreender que em um contexto como o do Domo Vivo a transdução constitui e individua de forma contínua tanto o participante quanto o sistema no interior de um meio relacional em devir. Trata-se da efetuação de uma realidade transindividual: um processo em que o campo relacional funciona como o motor da individuação compartilhada. O que se propaga não é apenas um sinal elétrico ou dado computacional, mas uma individuação simultaneamente psíquica (afetando o estado do participante) e coletiva (constituindo um “nós” temporário no meio). Neste sentido, a transdução é a operação do transindividual — o processo pelo qual o pré-individual se estrutura como realidade psicossocial. Como afirma a autora:

Longe de o coletivo resultar da ligação dos indivíduos que fundam a relação, é a “individuação do coletivo que é a relação entre os seres individuados”. O coletivo não é um resultado da relação; pelo contrário, é a relação que expressa a individuação do coletivo. Para que haja relação, é preciso que haja uma operação de individuação; é preciso que haja um meio associado tensionado com potenciais: “O coletivo possui sua própria ontogênese, sua própria operação de individuação, utilizando os potenciais carregados pela realidade pré-individual contida nos seres já individuados. [...] o que precede os indivíduos e os liga uns aos outros é real: a operação de individuação reúne essas parcelas de natureza carregadas de potencial; consequentemente, o próprio coletivo ‘é real na medida em que é uma operação relacional estável; ele existe *‘physikos’* e não *‘logikos’*”. (Combes, 2013, p. 47-48, t.n.).

Embora Combes (2013) desenvolva o transindividual em um contexto primariamente sociopolítico⁶⁴, sua lógica relacional nos oferece uma chave para compreender a individuação coletiva que ocorre no Domo Vivo através de uma inversão no modo de pensar a relação: o coletivo não é o efeito de um vínculo entre sujeitos previamente constituídos, mas a própria operação que os constitui enquanto tal. Por analogia no Domo Vivo, o coletivo não é o resultado da junção entre participantes isolados, mas a própria experiência imersiva como acontecimento partilhado que emerge do transindividual. O sujeito da experiência é o agenciamento transindividual que compreende o conjunto em presença no acontecimento. É esse agenciamento que funda a natureza coletiva e cocriativa da experiência, afastando-se dos modelos de interação sujeito-objeto.

3.3 Teoria Alagmática e a Dinâmica Operativa

A confluência das perspectivas de Deleuze (2018a, 2018b), Combes (2013) e Sauvagnargues (2016) enriquece a compreensão da transdução como processo operatório complexo que articula o transindividual e o estético. Para uma análise das operações imanentes que regem a dinâmica compositiva situada no Domo Vivo é preciso avançar para o domínio da Alagmática, que Simondon (2020a [ILFI]) define como:

O programa da alagmática [...] consiste em fazer uma teoria da operação. Porém, não é possível definir uma operação à parte de uma estrutura; portanto, o sistema estrutural estará presente na definição da operação sob sua forma mais abstrata e mais universal; e definir a operação consistirá em definir uma certa convertibilidade da operação em estrutura e da estrutura em operação. (Simondon, 2020a [ILFI], p. 562).

⁶⁴ Combes (2013) desenvolve o transindividual sobretudo em um contexto sociopolítico, voltado à análise de instituições e coletivos humanos. Aqui, o conceito é mobilizado por analogia para compreender processos de individuação coletiva em um domínio estético-tecnológico, sem confundir os planos, mas destacando a mesma lógica relacional. – Cf. Combes, 2013.

O que Simondon estabelece nesta passagem é que a teoria das operações não pode ser um estudo da pura mudança ou do fluxo abstrato. Pelo contrário, a alagmática se dedica a compreender a relação indissociável entre a operação (o processo, o devir) e a estrutura (a organização resultante e o sistema que a suporta). O conceito-chave aqui é o de convertibilidade: analisar o Domo Vivo sob uma ótica alagmática significa investigar precisamente como suas estruturas (a arquitetura técnica, as regras da poética, a sinergia dinâmica dos vetores de tensão) são incessantemente desfeitas e refeitas por operações (os gestos, as interações), e como essas mesmas operações, ao se propagarem, geram novas estruturas relacionais. O foco não está nos polos isolados, mas na dinâmica de sua conversão mútua.

Para capturar essa dinâmica de convertibilidade, a Alagmática requer um método próprio, que Simondon encontra na analogia. Ele a redefine em termos estritamente operatórios. A analogia, para o autor, “é uma equivalência transoperatória” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 563), um ato que estabelece a “colocação em relação de duas operações” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 563).

O pensamento analógico autêntico, que funda a ciência, é aquele que “revela as identidades de relações, não das relações de identidade” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 565-566). Mais precisamente, trata-se de identidades de relações operatórias, e não estruturais. O método analógico é válido porque se baseia na transferência de um esquematismo operatório e para que essa transferência seja legítima, o próprio pensamento deve sustentar uma “relação analógica com o esquema operatório de cada um dos seres representados” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 565).

Adotando este enquadramento, decompõe-se a dinâmica transdutiva em três operadores imanentes, aqui designados como Incitação, Propagação e Iteração. Esta decomposição é uma resposta ao programa alagmático. Cada um destes operadores descreve essa conversão, na qual a “operação é o que faz aparecer uma estrutura ou que modifica uma estrutura” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 560). Eles são as funções que em conjunto manifestam a dinâmica do Domo Vivo enquanto um “indivíduo” no sentido simondoniano: um “domínio de convertibilidade recíproca de operação em estrutura e de estrutura em operação” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 569). Estes operadores são manifestações do processo contínuo de composição intensiva dos vetores de tensão, cuja tendência operatória comum é a modulação contínua da metaestabilidade no meio associado:

- Operador de Incitação (*I*): É a operação que introduz uma singularidade intensiva no meio, perturbando seu equilíbrio local e ativando o campo metaestável. Essa incitação

pode surgir de um gesto corporal captado (Vetor Sensível) ou de uma intervenção no código ou nos parâmetros (Vetor Poético). Não requer grande magnitude: um som inesperado, uma leve alteração de velocidade ou um pequeno desvio são suficientes, dada a condição supersaturada do meio. No Domo Vivo, esse operador representa a agência — seja do participante, seja do artista — que injeta uma perturbação no contexto. Sem essa ativação, o meio permaneceria em metaestabilidade latente, incapaz de iniciar o processo de individuação e sustentar uma experiência viva imersiva. A incitação é o evento que atualiza o potencial do meio de forma inacabada e coemergente.

- Operador de Propagação ($\mathcal{P}$): Corresponde à difusão da estruturação desencadeada pela incitação, ocorrendo “de próximo em próximo” no meio associado. Essa propagação não é linear nem unidimensional, mas intermodal: uma variação sonora pode gerar alterações visuais, ou o contrário, que influenciam sensores e reconfiguram o sistema como um todo. Trata-se da efetivação das tensões entre os vetores em movimentos compostivos, tornando a individuação visível e audível. No Domo Vivo, a propagação se expressa como perturbação que se distribui por todos os componentes do agenciamento — Técnica, Sensível e Poética — em uma rede de influências recíprocas. Sem ela, a incitação permaneceria um evento isolado, sem reverberação.
- Operador de Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$): É a função reflexiva que transforma a configuração transdutiva resultante da propagação em uma nova singularidade capaz de incitar novas transduções. O meio associado reconhece e responde ao seu próprio estado, gerando comportamentos de segunda ordem. Esse operador assegura que o processo não se encerre em um ciclo único, mas se perpetue como uma individuação contínua. No Domo Vivo, a iteração confere ao agenciamento seu caráter dinâmico e adaptativo, permitindo que o meio associado se reorganize a partir de suas próprias transformações. A iteração é crucial para a noção de experiência viva imersiva como um devir contínuo, onde o meio associado se auto-organiza e se reinventa a partir de suas próprias transformações.

Em conjunto, esses operadores delineiam a dinâmica interna da transdução no Domo Vivo, revelando como a singularidade informacional é introduzida, propagada e iterada, garantindo a constante reconfiguração e o devir no meio associado. A introdução desses três operadores fornece um modelo analítico concreto de como a transdução ocorre neste agenciamento, decompondo um processo complexo em funções discerníveis e tornando a teoria aplicável à análise empírica. A conexão explícita como a composição intensiva é fundamental para mostrar

que esses operadores não são elementos isolados, mas as formas ativas pelas quais os vetores de tensão (Técnica, Sensível, Poética) interagem e se transformam.

A análise alagmática reside na sua capacidade de formalizar, ainda que de modo heurístico, as relações operatórias que definem um sistema. O dever da epistemologia alagmática, segundo Simondon, é precisamente “organizar a relação rigorosa e válida entre o conhecimento estrutural e o conhecimento operatório de um ser” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 568-569). Em resposta a este desafio, proponho aqui um operador conceitual heurístico que funcione como uma fórmula alagmática. Não se trata de um modelo matemático no sentido de cálculo ou mensuração, mas de uma expressão que sintetiza a “identidade de relações operatórias” (Simondon, 2020a [ILFI], p. 565-566). Este operador conceitual intensivo busca formalizar as condições mínimas para a emergência da experiência viva imersiva no contexto do Domo Vivo:

$$(\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})} \odot \mathcal{L}_{\mathcal{T}} \odot \mathcal{S}) \Rightarrow \mathcal{E}_{\mathcal{V}}$$

Tabela 3 - Operadores e significados de emergência da experiência viva imersiva

Símbolo	Significado
$\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$	Gesto Ao vivo (entre som e imagem)
$\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$	Limite Técnico
$\mathcal{S}$	Sensível
$\odot$	Composição Intensiva
$\Rightarrow$	Produção/geração (implicação)
$\mathcal{E}_{\mathcal{V}}$	Experiência viva imersiva

Fonte: Elaborado pelo autor

- Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$): designa o conjunto de ações, operações e modulações que se atualizam no presente, instaurando a dimensão do “aqui-agora” na experiência audiovisual. Em Simondon (2020a [ILFI]), o gesto é expressão da individuação em ato: não é dado previamente, mas emerge da operação dinâmica entre operador, máquina e meio associado (Simondon 2020a [ILFI]). No contexto do Domo Vivo, imagem e som ($\mathcal{I} + \mathcal{S}$) deixam de ser elementos separados ou prefigurados e passam a compor um evento singular performativo, gerando novidade e coesão no campo técnico-estético.

Essa manifestação em tempo real é crucial, pois é o ponto de partida da ativação da metaestabilidade do meio associado, transformando o espaço de projeção em um campo de interação viva.

- **Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$):** refere-se às resistências, contingências e propriedades dos objetos técnicos e suas infraestruturas. Manifesta-se também como latência, ruído, resolução finita, ergonomia, entre outros. O limite técnico impede o fechamento total da forma e conserva o potencial de transformação (Simondon 2020a [ILFI]). No Domo Vivo, o limite técnico não é uma restrição a ser superada, mas uma condição ontogenética que garante a margem de indeterminação do meio, tornando-o um parceiro ativo na cocriação da experiência e impedindo que se torne um mero dispositivo reprodutivo.
- **Sensível ($\mathcal{S}$):** corresponde ao domínio da atenção, do afeto e da resposta coletiva. Em Simondon, o sensível é inseparável do técnico: é mediador entre operador, máquina e coletividade, ativando um campo de afecções e presenças. No *fulldome* em tempo real, o sensível não é apenas percepção passiva, mas a ativação de um circuito de ressonância, iteração e coemergência entre gesto, objeto técnico e público. Para o Domo Vivo, o sensível representa a agência do corpo-participante e da coletividade, que, ao entrar em ressonância transdutiva com o meio técnico, introduz uma vitalidade que impede o solipsismo maquínico e constitui a experiência como um evento transindividual e psicossocial.
- **Composição Intensiva ($\odot$):** Simboliza a operação sinérgica em que os vetores de tensão – Técnica, Sensível e Poética – se atualizam mutuamente. Essa composição é intrinsecamente processual e seus desdobramentos são mediados pelos operadores de Incitação, Propagação e Iteração. Cada um desses operadores contribui para que os elementos realizem sua função plenamente em tensão com os outros, gerando o campo de coemergência no meio associado. No contexto do Domo Vivo, a composição intensiva é o próprio centro da sinergia dinâmica, garantindo que o agenciamento esteja em constante devir, respondendo às perturbações e se reconfigurando continuamente para gerar a experiência viva.
- **Produção/Geração ($\Rightarrow$):** indica o desdobramento, emergência ou salto qualitativo que caracteriza a passagem do regime de tensões à experiência viva. Em Simondon, trata-se da emergência provisória de uma nova individualidade ou evento, a partir de um regime de metaestabilidade que jamais se resolve completamente. Para o Domo Vivo, este sím-

bolo representa a capacidade do agenciamento de gerar acontecimentos singulares e ir-repetíveis, transformando a mera interação em uma vivência emergente que transcende a soma de suas partes.

- Experiência Viva Imersiva ($\mathcal{E}_V$): é o desdobramento emergente do processo: a experiência viva enquanto acontecimento singular e coletivo. Para Simondon, a individuação é sempre processo e devir: a experiência viva é o próprio meio comum em que técnico, sensível e poético coletivo se tornam inseparáveis na experiência coletiva. No Domo Vivo, a experiência viva é o ponto de consistência intensiva e o testemunho da eficácia do operador conceitual, manifestando-se como um campo de copresença e cocriação que redefine a relação entre o humano, a técnica e o cosmos.

Após detalhar os vetores e a dinâmica da transdução através de múltiplos autores, uma forma de condensar todo o conhecimento adquirido sobre a composição intensiva dos vetores de tensão e a dinâmica transdutiva em uma expressão que torna a experiência viva inteligível. A explicação detalhada de cada símbolo é crucial para amarrar a fórmula aos conceitos já desenvolvidos, garantindo que ela não seja uma abstração vazia, mas a concretização de pensamento que emerge da argumentação teórica. Esta configuração intensiva atua como operador de pensamento: evidencia as tensões fundamentais entre gesto, técnica e sensível que sustentam o acontecimento da experiência imersiva.

Esse pensamento enquanto ‘vir-a-ser’ não congela o processo, mantém visível sua abertura pela metaestabilidade. A ausência de qualquer uma dessas forças (gesto em tempo real, limite técnico e campo sensível) impede que este acontecimento se configure como experiência viva e imersiva no sentido aqui proposto: tende a estabilizar-se como narrativa pré-formatada, sem abertura à variação e à coemergência.

Importa destacar que essa constatação não implica em desqualificar a epistemologia, a sensibilidade e experiência imersiva presente nas produções cinematográficas em suporte fixo para *fulldome* nem minimizar o valor da tradição planetária em suas dimensões científicas, educativas e artísticas. Reconhece-se o mérito dessas abordagens na construção de imaginários científicos e experiências imersivas significativas. O que se explicita aqui é uma outra chave de operação: a do tempo real como força ontogenética.

Nesse regime, a imersão não é finalidade, mas processo contínuo de composição no qual o evento se dá no intervalo entre o previsto e o imprevisto. O Domo Vivo não pretende romper com as práticas consolidadas no cinema *fulldome* digital, tampouco se inaugura como nova

forma de “ser” para simplesmente conceituar as práticas performativas nesse espaço. Ele desloca o foco: da experiência imersiva como conteúdo e finalidade para servir como campo de escuta e invenção em tempo real.

Com base nesse modelo de operador conceitual heurístico, não se busca uma síntese estrutural, mas sim delinear um campo de operações intensivas do qual a experiência viva se resulta. A operação $\odot$ expressa a sinergia não linear entre esses fatores, ressaltando o caráter processual e emergente da experiência. O símbolo $\Rightarrow$ indica que tal composição implica o surgimento de uma experiência imersiva viva: um acontecimento irrepetível no tempo e no espaço. Tendo formalizado as condições operatórias da emergência da experiência viva, a próxima seção se dedicará a aprofundar como essa estrutura se manifesta e se atualiza no ato performativo audiovisual, explorando suas implicações.

4 EXPERIÊNCIA VIVA IMERSIVA: POÉTICAS NO DOMO VIVO

O *fulldome* digital só está aberto para a experiência viva imersiva quando existe a possibilidade de articulação da instabilidade do aqui-agora. Quando imagem, som e presença não se limitam à lógica do encadeamento prévio, mas se deixam modular em tempo real. Sob o efeito do gesto, da escuta e da copresença, o domo transcende sua condição como dispositivo reprodutivo (idêntico ao cinematógrafo) e passa a operar como campo de transindividuação criativa. Nesse regime, o que se articula na cúpula hemisférica se constitui como a composição intensiva (⊙) que vibra, responde, tensiona e compõe juntamente com a presença situada do artista e do público, códigos e atmosferas que a atravessam. O Domo Vivo pressupõe abertura estrutural: sua condição de existência está no gesto presente, na copresença afetiva, na tensão entre o dado e o porvir. Ele aqui se reposiciona como operador de presença e variação: um corpo-máquina coletivo que engendra modos de imersão, escuta, atenção e afecção vinculados ao agora.

O que se propõe é outro regime de ativação criativa, em que o planetário se torna meio performático, e o tempo, longe de se reduzir à cronologia da reprodução, assume o estatuto de duração vivida e permeável ao gesto, à escuta e à improvisação. Abandonam-se as expectativas de previsibilidade, completude associadas à obra finalizada, instaurando um horizonte de invenção contínua em que cada acontecimento é singular, provisório e relacional. O Domo Vivo solicita um engajamento ativo do público e das técnicas, um exercício coletivo de atenção e criação no presente.

4.1 O *Liveness* e a Experiência Viva Imersiva

Nesse contexto, a dimensão “ao vivo” do Domo Vivo estabelece um diálogo fundamental com o conceito de *liveness*⁶⁵, que designa a qualidade de um acontecimento que se efetiva na simultaneidade entre a sua execução e a sua recepção, mas cuja significação não é fixa nem intrínseca: é historicamente construída e culturalmente negociada. Trata-se de um problema teórico perene cujo debate, segundo Steve Dixon (2007, p. 115), segue um “caminho difícil, até mesmo traiçoeiro”. A complexidade do tema exige uma abordagem que transcenda a simples oposição entre o evento presente e sua reprodução (Dixon, 2007). A discussão precisa se afastar

⁶⁵ O termo *liveness*, no campo das artes performáticas e midiáticas, não se trata de uma essência imutável anterior à mediação técnica, mas de um efeito perceptivo e cultural que emerge em relação a tecnologias de registro, transmissão e interação. Tal compreensão desloca o “ao vivo” de um suposto estatuto ontológico para um regime relacional no qual presença, temporalidade e mediação se definem - Cf. Auslander, 1999, p. 60; Auslander, 2012, p. 3.

de uma visão nostálgica, que encontra sua mais forte expressão na ontologia da performance defendida por Peggy Phelan (1993), para quem a força do ao vivo reside precisamente em sua recusa à economia da reprodução:

A única vida da performance é no presente. A performance não pode ser salva, gravada, documentada ou participar de qualquer outra forma na circulação de representações de representações: uma vez que o faça, torna-se algo diferente de performance. Na medida em que a performance tenta entrar na economia da reprodução, ela trai e diminui a promessa de sua própria ontologia. O ser da performance, como a ontologia da subjetividade proposta aqui, torna-se ele mesmo através do desaparecimento. (Phelan, 1993, p. 146, t.n.)

É precisamente contra essa sacralização do efêmero que a advertência de Philip Auslander (1999, 2012) é aqui o ponto de partida crítico. Auslander (1999) desconstrói a noção de que o *liveness* seria uma condição ontológica pura: uma essência autêntica que a tecnologia viria a corromper. Ele argumenta que o ao vivo é um efeito cultural historicamente situado, cujo valor e significado são negociados em uma cultura saturada pela mídia. Auslander nos alerta contra a nostalgia de uma suposta magia do teatro, mostrando que o ao vivo e o midiaticizado são, na verdade, mutuamente definidores (Auslander, 1999).

Minha premissa em '*Liveness*' é que não é uma condição ontologicamente definida, mas um efeito historicamente variável da midiaticização. Foi o desenvolvimento das tecnologias de gravação que tornou possível e necessário perceber as representações existentes como 'ao vivo'. Antes do advento dessas tecnologias (por exemplo, gravação de som e filmes), não havia necessidade de uma categoria de performance "ao vivo", pois, essa categoria só tem significado em relação a uma possibilidade oposta. (Auslander, 2012, p. 3, t.n.)

O autor define que o termo só adquire sentido com o advento das tecnologias de gravação que criaram a necessidade de diferenciar a performance presencial da registrada. Contudo, Auslander (2012) refina essa análise ao apontar que a simples existência da tecnologia não foi suficiente. A necessidade social de nomear o ao vivo surgiu com a ambiguidade perceptual introduzida pelo rádio na década de 1920. Diferente do gramofone, o rádio impedia o ouvinte de ver a fonte do som, tornando incerto se a transmissão era de uma performance presente ou de um disco. O termo "*live*" emergiu, então, de uma obrigação das emissoras de clarificar a natureza de sua transmissão, estabelecendo uma hierarquia de valor que persiste até hoje. O ao vivo e o midiaticizado não são polos opostos, mas forças mutuamente definidoras nascidas de uma necessidade discursiva de nomear uma diferença que a tecnologia havia tornado experientialmente incerta (Auslander, 2012).

Essa tensão conceitual, exposta pela crítica de Auslander (2012), não é uma mera abstração teórica, mas uma força motriz que se ancora em uma longa prática histórica. A genealogia arqueológica traçada por Patrícia Moran e Marcus Bastos (2020) em ‘Audiovisual ao vivo: tendências e conceitos’ fornece a profundidade necessária para compreender este percurso. Eles demonstram que a busca por poéticas do ao vivo e por uma presença mediada é um projeto recorrente que remonta ao século XIX: “O ao vivo passa a ser a expressão paradoxal desta presença mediada. Não é mais o corpo diante de, mas o acontecimento no tempo em que, o fator de fascínio de uma cultura mediada.” (Bastos; Moran, 2020, p. 38).

Os autores iniciam sua arqueologia nos órgãos de cor, instrumentos que já buscavam materializar uma relação em tempo real entre som e imagem, muito antes do cinema. A trajetória que eles desenham avança pelas mídias de transmissão, como o rádio e a TV, onde a noção de ao vivo se consolida como uma poderosa estratégia discursiva. O percurso culmina nas experiências da videoarte dos anos 1960 e 1970, com o uso do circuito fechado para explorar a auto referencialidade e a presença do espectador, e se desdobra nas performances audiovisuais contemporâneas (Bastos; Moran, 2020).

Moran e Bastos (2020, p. 11) enfatizam que todo esse repertório de montagem audiovisual não linear se desenvolveu “nas bordas e frestas da indústria do cinema”, que estava mais interessada em modelos narrativos eficientes (Bastos; Moran, 2020, p. 11). Essa ideia ressoa com a perspectiva de Chris Salter (2010), que aponta como a história da techno performance se manifesta em “ciclos descontínuos de invenção e esquecimento”. Nesses ciclos, corpos, luz, som, arquitetura e máquinas se recombinaem sem obedecer a curvas lineares de progresso (Salter, 2010 p. xxi-xxiv). Essa perspectiva histórica é fundamental, pois situa o Domo Vivo não como um ponto final de uma cronologia, mas como um campo de articulação que opera de forma atemporal dentro dessas mesmas tensões, oferecendo uma estrutura coerente para abrigar e potencializar as questões que marcam mais de um século de experimentações estéticas e tecnológicas.

Cristinne Mello (2008) evidencia uma inflexão paradigmática no estatuto da performance audiovisual ao vivo para sua condição processual e relacional. Ao valorizar o tempo real como recurso estético, a autora articula uma compreensão da obra como acontecimento em devir, cuja forma aberta depende da copresença do espectador e da operação maquínica. Trata-se de uma concepção que aproxima arte e vida pela via da experiência temporal compartilhada, marcando a emergência de uma estética da processualidade e da indeterminação:

Com a utilização do recurso criativo do tempo real no vídeo, é possível observar que a obra passa a existir não mais como produto, ou como resultado de uma manifestação

acabada, mas como processo de elaboração, que precisa ser vivenciado processualmente, na duração do ato, em seu inacabamento, como referência à vivência de um acontecimento. A obra passa a existir como forma aberta, constitutiva da construção de sentidos entre o tempo apreendido pelo homem e o tempo produzido pela máquina. (Mello, 2008, p. 145)

É dentro desta paisagem teórica, informada tanto pela crítica de Auslander (1999; 2012) quanto pela arqueologia de Moran e Bastos (2020) e os estudos da vídeo performance ao vivo de Cristinne Mello (2008), que o trabalho da artista-pesquisadora Mia Makela (2006) serve como um ponto de referência para esta pesquisa. A sua dissertação intitulada '*Live Cinema: Language and Element*' (2006) oferece um estudo de como as tensões do *liveness* são agenciadas no contexto do *Live Cinema*, que é um ponto de partida analítico que contribui diretamente à noção do operador conceitual heurístico descrita na seção anterior, mesmo que o Domo Vivo tenha a abertura para abrigar uma gama muito mais plural de práticas artísticas que consolidam uma experiência viva neste meio para além do *Live Cinema*.

Para Makela (2006, p. 46-47), a *liveness* é a própria condição ontológica do *Live Cinema*. Em sua prática e teoria, ela propõe uma linguagem audiovisual fundada não-linearidade, na composição e na montagem em tempo real, onde o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$) do performer modula imagens e sons em constante diálogo com o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$), manifesto em latências e na própria interface do *software*. Para Makela, o erro e a contingência não são falhas a serem evitadas, mas a confirmação do ao vivo, ativando um circuito de resposta com o Sensível ($\mathcal{S}$) do público e sustentando a performance como experiência viva (Makela, 2006).

Essa valorização da contingência apoia-se em uma distinção fundamental no trabalho de Makela (2006 p. 34-36): a diferença entre o 'ao vivo' (*live*) e o 'tempo real' (*real-time*). Para ela, o 'tempo real' designa a condição técnica do sistema: sua capacidade computacional de processar comandos sem atraso perceptível. Essa dimensão estritamente maquínica encontra uma formalização precisa no conceito de '*machine liveness*', discutido no livro '*Live Coding: A User's Manual*' (Blackwell *et al.*, 2022, p. 159-160). Apoiando-se na escala evolutiva proposta por Steven Tanimoto (2013), os autores esclarecem que o *liveness* da máquina é mensurável em graus, que progridem de um simples *feedback* responsivo a lógicas preditivas que se antecipam às ações do performer (Tanimoto, 2013; Blackwell *et al.*, 2022, p. 169).

Já o 'ao vivo', em Makela (2006, p. 34-36), é a dimensão experiencial e contextual do acontecimento. É no ao vivo que reside a presença do público, a possibilidade do erro, a unicidade do momento e os fatores humanos como o nervosismo do performer e a resposta do próprio público. O sistema opera em tempo real, mas é a sua vulnerabilidade à camada humana e imprevisível do ao vivo que lhe confere seu caráter de acontecimento singular. Neste sentido,

a performance de *Live Cinema* não habita um ou outro polo, mas emerge precisamente da fricção entre eles. O artista articula que através dos aparatos computacionais que estão em regime de ‘tempo real’ para agenciar um acontecimento que se quer ‘ao vivo’ (Makela, 2006).

O *liveness* não é um estado pré-existente que a tecnologia captura, mas um efeito produzido ativamente através dela, uma negociação constante entre a previsibilidade do código e a imprevisibilidade da vida. A autora frisa em sua análise que nessa negociação que surge o “dilema do laptop performer” (Makela, 2006, p. 45). A mesma tecnologia que concede ao artista o poder de manipular imagem e som em tempo real através do Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$), é a que tende a apagar os sinais corporais que comunicam o *liveness*. O performer, concentrado na tela e no teclado, corre o risco de se tornar, aos olhos do público, um mero usuário, indistinguível de alguém que simplesmente acionou o “play” em um arquivo pré-gravado. Makela (2006) descreve essa ambiguidade:

Na maioria das performances de laptop, o público vê o performer de pé ou sentado atrás do computador, a observar atentamente o monitor enquanto move o *mouse* e pressiona as teclas do teclado. A expressão física do corpo é reduzida a expressões faciais. O performer de laptop assemelha-se a um operador que executa cuidadosamente tarefas com a máquina, mais do que a um performer no sentido tradicional da palavra (Makela, 2006, p. 45, t.n.).

Essa observação é crucial porque revela que o *liveness* não é auto evidente; ele depende de uma relação de confiança e legibilidade entre o artista e o público. Se o gesto performático não é visível, como o espectador pode atestar a autenticidade do ao vivo? – A discussão que Makela promove sobre o uso de interfaces gestuais, sensores corporais ou a estratégia de projetar a própria tela do desktop ao lado da imagem final não são apresentadas como soluções definitivas. Elas são, antes, sintomas de uma consciência crítica de que o *liveness* precisa ser performado duas vezes: primeiro, na manipulação efetiva do material; segundo, na comunicação desse ato para a audiência: o *liveness* deve ser tornado visível.

A urgência por trás dessa dupla performance reside no perigo, apontado por Dixon (2007, p. 133, t.n.), de que a “O mero *liveness* corpóreo não é garantia de presença”. As estratégias de Makela (2006) para evidenciar o gesto são uma luta direta contra a possibilidade de o evento ao vivo descambar para o que Dixon (2007, p. 133, t.n.) descreve: “A performance ao vivo pode muitas vezes ser definida mais pela ausência (de ideias, de entusiasmo, de originalidade, de “vida”) do que pela presença”, onde a presença do artista no palco não consegue comandar a atenção do espectador. Assim, o uso de interfaces gestuais não é um mero espetáculo, mas uma tentativa de garantir que o ato vivo produza presença real (Dixon, 2007).

Contudo, a onipresença do laptop gerou também uma crise de performance: a comunicação corporal e a interação com público ficam prejudicadas quando o artista está estático atrás da tela. Para enfrentar esse desafio, desenvolveu-se uma série de interfaces gestuais e físicas para performances audiovisuais. Justin Manor (2003) escreveu sua tese sobre ferramentas de performance gestual e criou o instrumento “Cinema Fabrique”: luvas sensorizadas que permitiam controlar parâmetros audiovisuais por movimentos das mãos (Manor, 2003). Em setups como esses, o performer não fica parado olhando para a tela; ao contrário, movimenta-se, executa gestos no ar que correspondem a efeitos visuais e sonoros, tornando a apresentação mais transparente e espetacular para o público. Makela (2006) analisa os prós e contras dessa abordagem:

Para envolver totalmente o corpo na performance, são utilizados instrumentos visuais, fatos e luvas digitais e sensores, de modo a permitir que o corpo do artista seja mais ativo. A utilização deste tipo de equipamento requer configurações tecnicamente exigentes e também competências de programação. (Makela, 2006, p. 47, t.n)

As interfaces corporais reintroduzem a fisicalidade do ato de tocar imagens, mas trazem novos desafios: exigem setups técnicos complexos, programação avançada e muita prática para que o artista desenvolva virtuosismo gestual comparável ao de um instrumentista. Além disso, surge a questão do significado cênico dos gestos: movimentos performados pelo artista deveriam ter um efeito perceptível nas imagens para que o público entenda a relação causa-efeito. Makela (2006, p. 48) compara com um pianista: se as mãos do pianista não correspondessem aos sons ou se houvesse atraso, o público perceberia a fraude imediatamente. Da mesma forma, “O conceito-chave nas interfaces gestuais é a correspondência em tempo real entre as ações e os resultados.” (Makela, 2006, p. 48, t.n.). Ou seja, para que valha a pena colocar o corpo na performance audiovisual, é fundamental que os gestos influenciem instantaneamente os outputs visuais/sonoros de maneira clara, caso contrário, os gestos viram coreografia vazia e o público fica confuso sobre o que é realmente ao vivo.

Paralelamente, a obra de Makela (2006) é permeada pela consciência do Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$). Ele se manifesta nas cinco camadas do “Espaço” que a autora descreve: no *espaço digital*, com os limites de compressão e processamento que afetam a estética da imagem; no *espaço do desktop*, onde a ergonomia da interface restringe e possibilita certas ações; e nos *espaços da performance, da projeção e físico*, cujas contingências arquitetônicas e materiais moldam o evento (p. 25-33). É a resistência do meio que impede o fechamento da forma, mantendo o sistema em um estado de metaestabilidade. É a latência do *software*, a resolução finita dos

projetores, o ruído no sistema. São essas “incompatibilidades” que garantem a margem de indeterminação e fazem do objeto técnico um parceiro ativo na criação da experiência.

O Sensível (S) é articulado por Makela (2006) principalmente em seu elemento da “Participação” (p. 49-51). Ela traça uma linhagem que vai das instalações de vídeo dos anos 1960 aos ambientes interativos, reconhecendo que o público transcende o papel de espectador passivo. O Sensível é o circuito de ressonância e feedback que se estabelece no espaço compartilhado. É a atenção coletiva, o afeto e a resposta do corpo-participante que, ao entrar em ressonância com o gesto do artista e os limites da técnica, introduz uma vitalidade e constitui a experiência como um evento transindividual.

Se Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$), Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) e Sensível ($\mathcal{S}$) encontram correspondência direta nos elementos de Makela (2006), sua gramática (Montagem, Composição e Efeitos Visuais) (p. 53-66) pode ser compreendida como o motor da Composição Intensiva ($\odot$). A Montagem, seja ela temporal ou espacial, e a Composição, inspirada na música, são as operações que agenciam os materiais alinhando-se à “estética da processualidade” de Mello (2008).

Da mesma forma, sua noção de alquimia digital (Makela, 2006, p. 66), onde a manipulação de parâmetros e a sobreposição de efeitos geram desdobramentos imprevistos, espelha perfeitamente a função do Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) como força produtiva. Este não é um erro, mas a individuação de uma nova imagem a partir da tensão interna do sistema, uma manifestação da metaestabilidade. O performer, nesse caso, mais do que controlar, ele “colabora com a força bruta da eletricidade” (Gross, 1998, t.n.). Este é o cerne da Composição Intensiva ($\odot$): uma sinergia onde o controle cede lugar à coemergência.

Dessa forma, a Produção/Geração ($\Rightarrow$) de uma Experiência Viva Imersiva ($\mathcal{E}_V$) é o desdobramento emergente de todo esse processo. A abordagem de Makela (2006) revela o *Live Cinema* como um complexo agenciamento de relações em que o *liveness* emerge da teia de tensões negociadas em tempo real. Ao sistematizar essa prática, ela fornece um modelo teórico e prático robusto que valida o operador conceitual aqui proposto. O projeto do Domo Vivo, pensado através dessa lente, não é uma simples exibição de conteúdo, mas um agenciamento performativo que abraça conscientemente as ambiguidades e potências do ao vivo para gerar acontecimentos que transcendem a soma de suas partes.

O Domo Vivo compartilha com o *Live Cinema* essa recusa do artefato finalizado e a valorização do acontecimento como processo. Contudo, a ponte entre os conceitos aqui é de articulação, não de equivalência. É precisamente na análise do espaço e da projeção que a singularidade do Domo Vivo se manifesta como um salto qualitativo. Enquanto o *Live Cinema* se

esforça para expandir o cinema para além da tela retangular (projetando em fumaça, em corpos de dançarinos ou em múltiplas telas transparentes), eles ainda operam majoritariamente dentro de uma lógica espacial que, mesmo expandida, mantém uma distinção fundamental entre fonte de projeção, superfície projetada e espectador. A relação é de um para muitos, tensionada, mas não dissolvida.

O Domo Vivo intensifica essa dinâmica ao dissolver a própria noção de tela para pensar a presença no interior do espaço audiovisual como condição natural do meio. A *liveness* no domo é inseparável de sua condição arquitetônica: a cúpula hemisférica suspende o enquadramento perspectivo tradicional e converte a própria arquitetura em um meio associado operante. A projeção se dá sobre uma superfície e ela é o próprio ambiente. A experiência não é transmitida para um público, mas emerge com ele, no interior da cúpula. O coletivo não é um usuário ou ator, mas um componente intrínseco do campo. A sua presença corporal, sua atenção coletiva e suas afecções são parte do circuito que constitui a Experiência Viva Imersiva ($\mathcal{E}_V$). O Sensível ($\mathcal{S}$) deixa de ser um polo em um diálogo com o performer para se tornar um domínio imanente à própria individuação do evento. Se o Domo Vivo herda o *ethos* da performatividade do *Live Cinema*, ele o reinscreve em uma problemática espacial e ecológica que lhe é inteiramente singular.

Essa dinâmica coletiva encontra um correlato sócio-político no *ethos* da comunidade de *Live Coding*, como descrito em (Blackwell *et al.*, 2022, p. 177), que visa constituir o que o antropólogo Christopher Kelty (2008) define como um público recursivo: “um público que se constitui por uma preocupação partilhada em manter os meios de associação através dos quais eles se reúnem como público” (Kelty, 2008, p. 28, t.n.). Ao transcender a fruição para se engajar na própria lógica processual do acontecimento, a comunidade formada no Domo Vivo abriga o potencial de se tornar recursiva, implicada não apenas na experiência momentânea, mas na manutenção e no desenvolvimento da própria plataforma como um campo de experimentação comum.

Assim, a conjunção entre o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{T}+\mathcal{S})}$), Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) e Sensível ($\mathcal{S}$) opera como anti-roteiro: um contrato de indeterminação que, quanto mais radicalmente assumido, mais intensifica as possibilidades criativas no campo das poéticas audiovisuais no Domo Vivo. Com efeito, sua vitalidade depende da abertura construtiva à experiência viva imersiva. Não se trata apenas de mobilizar tecnologias de ponta para gerar performances impactantes, mas de mantê-las vulneráveis à intervenção humana; não apenas de captar dados

biométricos, mas de reinscrevê-los no sensível como matéria legível e acolher o erro como vetor estético de invenção.

Nesse ponto, a análise de Dixon (2007) sobre a fenomenologia da recepção se torna esclarecedora. Ele argumenta que a força distintiva do evento ao vivo não está em sua pureza ontológica, “Há uma tensão e uma vulnerabilidade diferentes nas apresentações ao vivo, uma sensação de perigo e imprevisibilidade que afeta a adrenalina e os nervos tanto dos artistas quanto dos espectadores.” (Dixon, 2007, p. 131, t.n.). A presença, portanto, deixa de ser uma função da corporalidade e passa a ser definida pelo que captura o espectador, pois, em última análise, “A presença em relação ao envolvimento e à atenção do público depende da compulsão da atividade audiovisual, não do *liveness* ou da tridimensionalidade corpórea” (Dixon, 2007, p. 132, t.n.). O Domo Vivo, ao institucionalizar a indeterminação, aposta precisamente nessa compulsão gerada pela iminência do inesperado para produzir sua força como Experiência Viva Imersiva ($\mathcal{E}_V$).

4.2 Taxonomia Híbrida e Eixos Criativos

Os processos criativos no contexto do Domo Vivo se manifestam de forma híbrida entre uma diversidade de práticas, como performances audiovisuais, *Live Painting*, *Live Cinema*, *VJing*, concertos imersivos, videodança, música visual, instalações interativas, *game art*, telepresença, entre outras possibilidades de articulação poética e sensível. Todas compartilham, no contexto do Domo Vivo, do mesmo princípio de *liveness* e da articulação da composição intensiva ($\odot$) entre o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$), o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) e o Sensível ($\mathcal{S}$) e cada obra tem a sua singularidade e a sua densidade operacional⁶⁶, além das suas articulações transmídias para ampliar o seu escopo de circulação em outros contextos.

Para a noção do Domo Vivo, a elaboração de uma taxonomia de eixos criativos opera como uma cartografia para navegar e compreender o vasto território de poéticas possíveis que sustentam experiências vivas imersivas ($\mathcal{E}_V$) neste contexto. A estrutura proposta, dividida nos eixos Composicional, Performativo, Interativo, Generativo, Relacional e Transversal revela que a diversidade de práticas estão mais ancoradas em uma noção Híbrida, pois as grande maioria das obras específicas realizadas nesse meio transitam entre estes eixos de forma fluida, mas

⁶⁶ “Densidade Operacional” neste trabalho deriva da noção de concretização em Simondon, segundo a qual um objeto técnico atinge maior consistência operatória à medida que suas funções se integram em compatibilidade mútua, reduzindo as incompatibilidades internas e ampliando sua autonomia funcional - Simondon, 2020b [MEOT], p. 36–47.

inicialmente pensar essa taxonomia também oferece um arcabouço para compreender as múltiplas formas de engajamento estético, técnico e participativo que podem ser exploradas.

Com o intuito de sistematizar e oferecer uma visualização clara das distinções e convergências entre os eixos criativos, a estrutura descrita na Tabela 4 compara cada eixo a partir do seu foco principal, da natureza da obra que fomenta, do papel que designa ao espectador e de tipologias exemplares, funcionando como um mapa conceptual para a análise que se aprofundará na sequência:

Tabela 4 - Taxonomia Híbrida e eixos criativos no Domo Vivo

Eixo Criativo	Foco Principal	Natureza da Obra	Papel do Espectador	Tipos de Obras de Exemplo
Composicional	Estrutura pré-determinada	Evento orquestrado, jornada sensorial guiada	Contemplativo, Perceptivo	Filmes imersivos; <i>Visual Music</i>
Performativo	Ação em tempo real	Evento efêmero, ato único e irrepetível	Testemunha, Espectador da virtuosidade	<i>Live Cinema</i> ; performances de <i>VJing/Live Coding</i>
Interativo	Participação do agente	Sistema responsivo, ecossistema dialógico	Agente ativo, Co-criador	Instalações com sensores; interfaces táteis
Generativo	Autonomia do sistema	Processo vivo, sistema em constante transformação	Observador de processo, Fonte de dados	Visualização de dados em tempo real; arte com IA
Relacional	Conexão social e pedagógica	Plataforma de encontro, rede de comunicação	Participante, Colaborador	Performances telemáticas; projetos colaborativos
Transversal	Hibridismo e contaminação	Experiência coesa e multifacetada	Jogador, Explorador	Games imersivos; ecossistemas digitais reativos

Fonte: Elaboração do autor

O eixo Composicional estabelece um diálogo direto com as tradições narrativas e musicais, transpondo-as para a lógica imersiva. Neste eixo, a obra é concebida a partir de uma estrutura predominantemente pré-determinada, na qual o artista-compositor orchestra o fluxo

de estímulos visuais e sonoros no tempo e no espaço. As Narrativas Imersivas superam a linearidade cinematográfica clássica ao utilizar o campo visual expandido para construir mundos e contar histórias que podem ser exploradas pelo olhar do espectador que embora não altere o curso dos eventos, tem sua percepção espacial ativamente convocada.

De forma análoga, os Concertos Imersivos transcendem a estereofonia convencional ao empregar a espacialização sonora e a sincronização precisa com projeções visuais para envolver o público. Um exemplo desta fusão é a performance documental imersiva *'Arka Kinari: Artivism at Sea'* (2022 - 2024)⁶⁷, dos artistas do ativismo climático Grey Filastine & Nova Ruth em colaboração com a *4Pi Productions* e estreada no *CULTVR dome*⁶⁸ em Cardiff (País de Gales). A obra combina vídeo em 360°, música e narrativa ao vivo para contar a história sobre uma expedição em um veleiro de movido pelo sol de Bali a Jacarta. A obra foi premiada como *Best Live Performance Experience* pelo *Best of Earth 2025*⁶⁹. Neste caso, a ênfase reside na precisão da composição, na qual cada elemento é meticulosamente arranjado para guiar a experiência do público através de uma jornada sensorial e emocional cuidadosamente desenhada.

Em contraposição à natureza pré-estabelecida do modo composicional, o Modo Performativo celebra a efemeridade e a singularidade do instante: um evento que se desenrola em tempo real, dependente da ação direta de um ou mais performers. Este modo abrange um espectro de práticas que vão do *Live Cinema* e *VJing*, onde imagens e sons são manipulados ao vivo, à complexidade do *Live Coding*, no qual o próprio código-fonte da obra é escrito e alterado diante do público. A inclusão de algoritmos generativos como ferramenta performática e de experiências analógicas aponta para uma concepção ampla de performance, que não se restringe ao digital, mas valoriza a presença e a ação como vetores centrais da criação artística. A obra torna-se, assim, um testemunho da virtuosidade do artista e da improvisação, um ato único e irrepetível.

O eixo Interativo desloca o foco da contemplação para a participação. O espectador deixa de ser um receptor passivo para se tornar um agente ativo, cuja presença e cujas ações influenciam ou mesmo determinam o comportamento da obra. Este eixo fundamenta-se na criação de instalações interfaces sensoriais que mediam essa relação, permitindo que o público dialogue com o sistema. Esta abordagem é aprofundada na criação de sistemas responsivos, integrando múltiplos sentidos para gerar ambientes imersivos que reagem de forma complexa e orgânica à presença humana.

⁶⁷ Vídeo da obra disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=nRFEpi-EevE>. Acesso em: 04 Set. 2025.

⁶⁸ Disponível em: <https://www.cultvr.cymru/1149/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

⁶⁹ Disponível em: <https://www.bestof.earth/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

O eixo Generativo explora a autonomia dos sistemas e a poética dos processos. Diferentemente do modo performativo, onde o algoritmo pode ser um aparato técnico do performer. Utilizando dados processados em tempo real, sejam eles provenientes da internet, de sensores ambientais ou de outros fluxos de informação, este eixo permite a criação de conteúdo audiovisual dinâmico e em constante transformação. As visualizações de dados e simulações científicas são um exemplo claro, traduzindo processos complexos ou conjuntos de dados abstratos em representações gráficas e sonoras que evoluem de forma imprevisível. A obra generativa é um sistema vivo, um processo contínuo cuja estética emerge da lógica de suas próprias regras internas e de sua interação com o mundo exterior.

Ampliando o escopo da interação para a conexão social e pedagógica, o eixo Relacional investiga o potencial do Domo Vivo como plataforma para o encontro e a troca. As Performances Telemáticas utilizam a mediação de redes para conectar artisticamente indivíduos e grupos geograficamente distantes, transformando o domo em um nó de uma rede de comunicação em tempo real e criando uma sensação de presença compartilhada através das distâncias. Por outro lado, as Oficinas e Pedagogias utilizam o ambiente imersivo como um laboratório educacional, um espaço para a aprendizagem coletiva e a exploração colaborativa de criação. Este modo sublinha a dimensão social da tecnologia, posicionando o domo não apenas como um espaço de exibição, mas como uma ágora para a construção de comunidades e a partilha de conhecimento.

Os Games Imersivos integram elementos narrativos (Composicional), jogabilidade (Interativo), e, por vezes, componentes performáticos e generativos numa única experiência coesa. Um caso proeminente desta hibridização é o projeto Kinetarium⁷⁰, definido por seus criadores como “uma nova plataforma para shows interativos e colaborativos em *fulldome* para centenas de pessoas” (Scholz *et al.*, 2022, p. 177). A plataforma permite que os visitantes “intervenham espontaneamente e em tempo real no que está acontecendo na cúpula, usando seus próprios *smartphones*” (Scholz *et al.*, 2022, p. 177). A experiência coletiva exige que os jogadores tomem decisões conjuntas, coordenem ações e trabalhem em equipe, o que, segundo os autores, “ensina processos de aprendizagem sobre dinâmica de grupo ou comportamento social” (Scholz *et al.*, 2022, p. 177). O projeto, portanto, materializa a fusão dos eixos: a jogabilidade (Interativo) se une à dinâmica de grupo (Relacional) dentro de mundos com objetivos pré-definidos (Composicional), evidenciando que é no hibridismo que reside o potencial mais fértil para a invenção de linguagens imersivas.

⁷⁰ Disponível em: <https://www.kinetarium.space/en/home>. Acesso em: 04 Set. 2025.

A partir desta cartografia de eixos, passo a ler obras realizadas para *fulldome* em tempo real em como sistemas operatórios com o objetivo de articular a teoria com a vasta gama de possibilidades estéticas que o contexto do Domo Vivo pode abrigar. Para aplicar o protocolo proposto, seleciono um corpus de obras concebidas para *fulldome* em tempo real cuja documentação e observação permitem reconstruir, com nitidez suficiente, seus encadeamentos operatórios. O recorte não pretende representar exhaustivamente o campo, mas reunir um conjunto heterogêneo e comparável capaz de tensionar a leitura em diferentes condições de produção, apresentação e engajamento do público. Assim, opto por obras que mobilizam, em combinações variadas, procedimentos composicionais, performativos, interativos, generativos, relacionais e transversais, preservando o hibridismo que caracteriza o meio.

A distribuição das peças busca colocar em relação casos de ênfase performativa e material (como ‘Granular’ e ‘Electro-Acrylique’), situações em que a organização do percurso sensorial se aproxima do composicional (como ‘A Terra é Azul’), experiências que explicitam a responsividade de ambientes e dispositivos (como ‘ObE’ e ‘Botânica’), e trabalhos em que automatismos e captura corporal alimentam transformações contínuas do ambiente imagético-sonoro (como ‘Cloud Bodies’). Complementam o recorte experiências que articulam participação situada, navegação e reconfiguração de ponto de vista em tempo real (como ‘SPELL’ e ‘El Macroscópio’). Essa variedade busca mapear modos de funcionamento efetivos sob condições concretas: diferentes arquiteturas de apresentação (festivais, planetários institucionais e universitários e espaços dedicados), arranjos técnicos (do analógico ao digital), e regimes de atenção/participação do público.

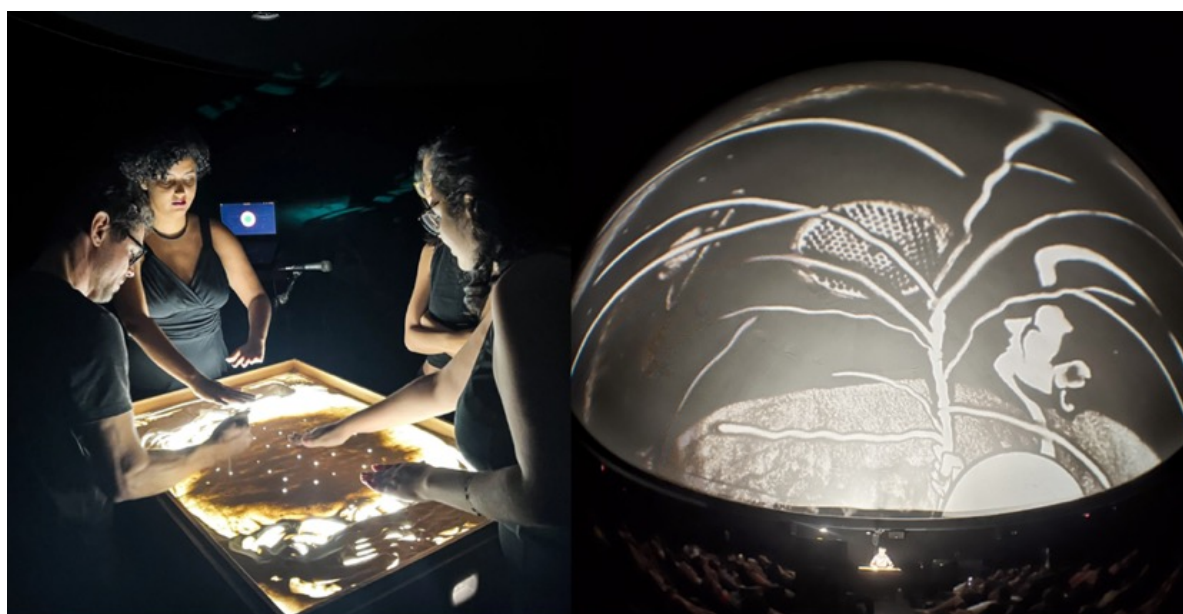
Do ponto de vista analítico, privilegio obras em que é possível identificar com clareza os momentos e mecanismos de incitação (gatilhos, condições de arranque e modulação), os processos de propagação (encadeamentos temporais e espaciais que reconfiguram a cena) e os padrões de iteração (repetições diferenciais que estabilizam e desviam), recuperando suas passagens do gesto e das condições técnicas à estrutura perceptível. Também busco variação de densidades operacionais, colocando lado a lado procedimentos de baixa complexidade e montagens de maior acoplamento técnico, para verificar como diferenças de infraestrutura, temporalidade e controle incidem na legibilidade do acontecimento.

O corpus é propositivo: foi composto para pôr à prova o protocolo de leitura no contexto do Domo Vivo, fazendo emergir afinidades e fricções entre obras sem as reduzir a um denominador comum. A expectativa é que, a partir desse recorte, seja possível explicitar famílias de operação e idiosincrasias locais, condição para comparar sem homogeneizar e, ao mesmo tempo, sustentar a singularidade de cada peça na análise que segue.

4.2.1 Granular (2024)

A performance audiovisual imersiva ‘Granular’(2024), de Zé de Rocha⁷¹ em colaboração com os estudantes que integram o projeto de pesquisa e extensão XilinDRAW⁷², foi apresentada na 1ª mostra “SUBVERSO – Música Visual em *Fulldome*”⁷³ (UFBA), em parceria com os festivais “*Understanding Visual Music – UVM*” (Argentina/Canadá) e “EFÊMERA Imagem” (UFSM) em maio de 2024, no Planetário da Universidade Federal da Bahia (UFBA), com transmissão simultânea no Planetário da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Figura 19 - Obra ‘Granular’ (2024) - Zé de Rocha e projeto XilinDRAW



Fonte: Mostra SUBVERSO - Música Visual para *Fulldome* - (Fotos: Nala Ravi Mendes Guimarães)

O conjunto técnico é composto por mesa de luz, areia fina, câmera zenital com lente plana, *pipeline* de processamento computacional da imagem e projeção hemisférica em tempo real. A obra parte da técnica da animação em areia (*sand animation*)⁷⁴, desenvolvida no final

⁷¹ Zé de Rocha é artista visual, doutor e professor de artes da EBA/UFBA. Destaca o risco como seu princípio de criação, em suas acepções de traço e perigo. Propõe um olhar gráfico para a Guerra de Espadas de Fogo, por meio de desenhos e vídeos de animação realizados com carvão, fuligem, areia e outros elementos. <<http://zederocha.com>>.

⁷² XilinDRAW (Laboratório de Desenho Experimental) é um núcleo de pesquisa e extensão da EBA/UFBA, voltado para produção e difusão das técnicas de animação com areia (performances e vídeos em *stop motions*) coordenado pelo Prof. Zé de Rocha.

⁷³ Disponível em: <https://labmusas.wordpress.com/2024/06/03/subverso-musica-visual-em-fulldome-28-05-2024/>. Acesso em: 04 set 2025.

⁷⁴ Técnica de performance visual na qual imagens são criadas e transformadas em tempo real por meio da manipulação manual de areia sobre uma superfície translúcida retroiluminada, permitindo projeção ao vivo das composições resultantes. Caracteriza-se pela natureza efêmera e processual das formas, que se transformam continuamente sob o gesto do artista – Cf. Lanzel, 2019.

dos anos 60 pela artista Caroline Leaf (Russett; Starr, 1988), e explora contrastes de luz e sombra gerados pela manipulação de grãos na superfície porosa iluminada. A obra reinscreve esse procedimento na escala da cúpula, preservando a visibilidade do gesto do artista e a efemeridade da forma. Este contexto de performance articula as pesquisas e experimentos desenvolvidos pelo coletivo ao recém inaugurado Planetário da UFBA⁷⁵ em 2024, como parte da iniciativa do Prof. Cristiano Figueiró (IHAC/UFBA) em articular, em conjunto com o projeto LabMusas, a integração deste novo espaço com a comunidade acadêmica e artística da universidade.

Figura 20 - Zé de Rocha e Coletivo XillinDRAW (Planetário da UFBA)



Fonte: Mostra SUBVERSO - Música Visual para *Fulldome* - (Fotos: Nala Ravi Mendes Guimarães)⁷⁶

Na performance, a Incitação (*I*) surge do corpo em contato direto com a matéria: a mão do artista avança sobre a mesa de luz e desloca a areia em pressões, raspagens e apagamentos que instauram micro diferenças de densidade e borda. Cada toque é um aporte energético mínimo que perturba um sistema já carregado (mesa retroiluminada, câmera zenital, *pipeline* de processamento e projeção). Qualquer variação de desenho feito com os grãos altera o campo luminoso captável, ativando o processo compositivo no instante em que ocorre. O performer

⁷⁵ Disponível em: <https://planetario.ufba.br/>. Acesso em: 04 set 2025.

⁷⁶ Disponível em: <https://labmusas.wordpress.com/2024/06/03/subverso-musica-visual-em-fulldome-28-05-2024/>. Acesso em: 04 set 2025.

cria os desenhos na orientação circular para corresponder a geometria do hemisfério, a calibração da câmera e a máscara para o mapeamento não passam por transcodificação para converter uma imagem 2D plana para o padrão do planetário, a própria natureza da composição e a observação atenta ao que é projetado em ato que orientam a forma.

A Propagação ($\mathcal{P}$) se dá em cadeias acopladas. Primeiro, no domínio físico-óptico: o rearranjo da areia modula o contraste na mesa, câmera captura e transduz em valores de luminância; em segundo, no domínio computacional e espacial: o sinal processado se redistribui como luz na geometria hemisférica, convertendo os traços em arquitetura luminosa envolvendo a audiência. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) emerge do circuito de retroalimentação entre performer, projeção e público. Rocha lê a imagem expandida no domo e aplica ritmo e continuidade; a cada ciclo, novas singularidades são lançadas no sistema e observadas na projeção, alimentando a próxima decisão. A própria granularidade introduz uma cota de indeterminação (deslizamentos, aderências, colapsos do contorno) que o artista incorpora como processo poético e operativo na ação.

A granulação, o contraste na mesa e a latência da cadeia câmera $\rightarrow$ processamento $\rightarrow$ projeção impõem parâmetros que modulam a legibilidade do acontecimento. Essas resistências do Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) sustentam a variação contínua que impede a repetição literal. A telepresença em dois planetários simultaneamente via *internet* acrescenta a dimensão relacional: a mesma operação técnica se reinscreve em espaços distintos de contemplação e confirma a identidade do procedimento para além do contexto local. O desdobramento produz um *liveness* perceptível sem opacidade de interface. A obra argumenta que a intensidade da experiência imersiva não depende de alta complexidade algorítmica, depende da articulação entre um meio físico sensível à mínima variação e um circuito de amplificação espacial capaz de projetar em detalhe em atmosfera e paisagem construída no ato performático.

‘Granular’ demonstra que a noção de Domo Vivo articula práticas de baixa tecnologia e alta materialidade sem perda de ambição estética. O acaso dos grãos, a resolução da captação e os ajustes constituem o Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) que sustenta abertura e risco. O Sensível ($\mathcal{S}$) se organiza na atenção do público ao ritmo de surgimento e desaparecimento das figuras. Nessa engrenagem, o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) não é mero índice de presença; ele é o operador que converte operação em estrutura e vice-versa. O desenho efêmero reorganiza o espaço de luz da cúpula, e o espaço, ao devolver escala, borda e tempo, reorienta o gesto seguinte. O que se produz é uma experiência viva imersiva: resultante da coprodução entre materialidade arenosa, aparato ótico-computacional e atenção coletiva.

4.2.2 A Terra é Azul (2024)

A performance audiovisual imersiva ‘A Terra é Azul’(2024), de Via Moras⁷⁷, foi apresentada no ‘III Immersphere *Full dome* Festival’⁷⁸ em dezembro de 2024 (Planetário de Brasília). A obra organiza um arranjo técnico–material simples e consistente: uma bacia circular com água recebe pigmentos aplicados por conta-gotas. A artista incide sopros e micro gestos que perturbam a lâmina do líquido; uma câmera zenital captura a dinâmica resultante; o sinal é processado e projetado no domo em tempo real.

Figura 21 - Via Moras em ‘A Terra é Azul’ (2024)



Fonte: Via Moras – Acervo Pessoal

O dispositivo não figura a água: faz da hidrodinâmica o motor de geração de imagem como parâmetro cromático e vetor de escala que liga o gesto menor da artista à abrangência hemisférica. Pigmentos pingados na bacia iniciam a Incitação (*I*) no sistema. A artista utiliza uma chaleira abastecida com água para realizar a dispersão da tinta. O sopro, o gesto e o des-

⁷⁷ Via Moras é uma artista transdisciplinar brasileira. Sua pesquisa explora materialidades fluidas e processos de imagem em tempo real, combinando gestos manuais e manipulação de pigmentos em água com síntese visual digital. Ela expressa seus pensamentos críticos através de videoarte e performances ao vivo. A artista é bacharel em Design de Moda pela Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). <<http://viamoras.com/>>

⁷⁸ Disponível em: <https://immersphere.com.br/live-domo/>. Acesso em: 04 set 2025.

pejar da chaleira introduzem perturbações mínimas entre as gotas e formas que as cores assumem, o que aplica densidade à imagem produzida. Forma-se um circuito que desloca o evento da escala da bacia para a escala do planetário.

A Propagação ($\mathcal{P}$) ocorre em duas frentes: a mistura e difusão do pigmento e a cadeia computacional que modula, amplia e reescreve a imagem. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) nasce da leitura que a própria artista faz da projeção; ela ajusta a Incitação ($\mathcal{I}$) que se desdobra na bacia e os parâmetros da síntese de imagem em resposta ao que vê e ao que a água exhibe em sua superfície. O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) mantém a obra em estado operativo, e o Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) é manifesto em reflexos, contraste e latência da captura, que são parte do motor de variação. O Sensível ($\mathcal{S}$) se organiza como imersão cromática contínua que articula materialidade líquida e geometria da cúpula. A cada execução, a obra recompõe a experiência como acontecimento singular.

Figura 22 - Via Moras e o arranjo técnico-material em ‘A Terra é Azul’ (2024)



Fonte: Via Moras – Acervo Pessoal

O processo poético articulado em ‘A Terra é Azul’ demonstra a pertinência da noção de Domo Vivo para abrigar processos híbridos em que materialidades vivas e computação não se somam, mas se constituem. A indeterminação física da interação entre performer, água e tinta cria a condição operatória que regula tempo, escala e legibilidade do evento. Ao ampliar micro variações aquáticas para a escala da cúpula, a performance reconfigura a relação entre fonte e imagem, deslocando a ênfase para a coprodução técnica do visível.

As duas performances analisadas anteriormente demonstram um mesmo princípio de Composição Intensiva ($\odot$) no contexto do Domo Vivo. Em ambas, a imagem nasce de materialidades simples que produzem diferenças por si: água que mistura e difunde; areia que deposita e erode. O domo participa do instrumento e não apenas o exhibe. O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$) aciona o sistema, o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) injeta variação e o Sensível ($\mathcal{S}$) costura o campo comum. Em ‘A Terra é Azul’, a continuidade viscosa do líquido tende a fluxos que crescem e se dissolvem sem corte. Em ‘Granular’, a descontinuidade do grão favorece ritmos de construção e apagamento. As duas estratégias convergem na conversão incessante entre operação e estrutura em que cada micro variação encontra escala e presença na cúpula.

4.2.3 Electro-Acrylique (2017)

A performance audiovisual imersiva Electro-Acrylique⁷⁹ (2017), desenvolvida por Alec Stephani⁸⁰ (*live painting*), Frédéric Laurier⁸¹ (*sound designer*) e Fred Trétout⁸² (*live visuals*) instala um instrumento único no interior da *Satosphère : a Board 3.0*⁸³: uma tela-dispositivo que transforma pintura em som e volume projetado. A peça foi apresentada no *Symposium iX 2017*. Segundo os próprios artistas, a dinâmica da performance emerge de sua interação, a qual é diretamente mediada pela obra em construção. Eles descrevem um processo de causalidade recíproca, no qual a progressão da pintura informa diretamente a complexificação da música, e a subsequente entrada do vídeo estabelece um “triângulo criativo” onde a origem dos estímulos se torna intencionalmente difusa. Os criadores do projeto comparam sua metodologia à improvisação no jazz, postulando que a escuta e a comunicação são elementos primordiais e representam “a chave da sinergia”. Para eles, a performance funciona como a materialização observável do conceito que investigam sobre a relação entre “baixa” e “alta” tecnologia (Stephani; Trétout; Laurier, 2017).

A metodologia central baseia-se na busca por uma “osmose artística”, concretizada pela interconexão física de múltiplos meios através de sensores e receptores, o que resulta em obras

⁷⁹ Vídeos da obra disponíveis em: <https://vimeo.com/209141186> - <https://vimeo.com/225012910>. Acesso em: 04 set. 2025

⁸⁰ Alec Stephani: artista multidisciplinar, com foco na pintura e na exploração de suportes responsivos. <<https://www.electro-acrylique.ca/>>

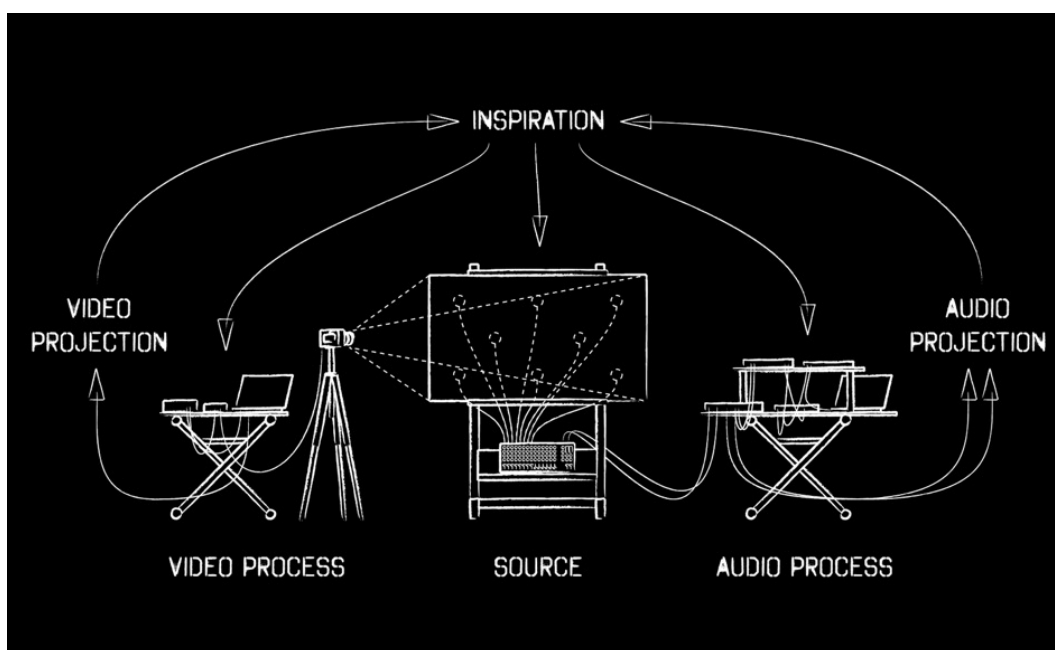
⁸¹ Frédéric Laurier (DJ Pfreud): músico e designer sonoro, ativo na cena eletrônica de Montréal, com pesquisas em improvisação multimodal. <<https://www.electro-acrylique.ca/>>

⁸² Fred Trétout: designer visual e de movimento, com atuação em projeção mapeada, imersão fulldome e escultura digital em tempo real. <<https://www.electro-acrylique.ca/>>

⁸³ Disponível em: <https://en.electro-acrylique.ca/le-board-3>. Acesso em: 04 set. 2025

sinérgicas. Em oposição a uma visão que postula a incompatibilidade ou a necessidade de compartimentalização entre dois paradigmas tecnológicos, esta investigação performática visa demonstrar a sua potencial fusão. O objetivo é evidenciar que, por meio de uma interdependência física e criativa, universos distintos (pintura e performance audiovisual imersiva) podem se enriquecer mutuamente, gerando uma poética que transcende a suposta oposição e desfaz as fronteiras estanques entre os modos de produção analógico e digital (Stephani; Trétout; Laurier, 2017).

Figura 23 - Diagrama de cena da obra 'Electro-Acrylique' (2017)



Fonte: Electro-Acrylique Project⁸⁴

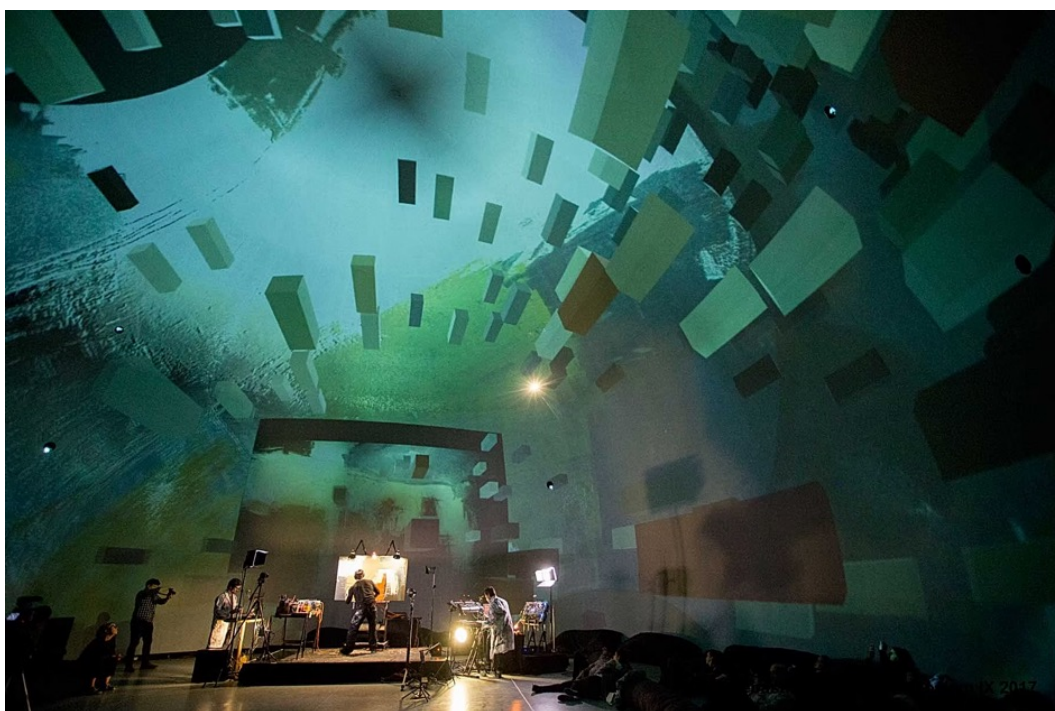
O gesto pictórico atua como fonte de Incitação (*I*) para três campos simultâneos (Figura 23): a pintura na tela, a síntese e espacialização sonora e a projeção na cúpula (Figura 23). O circuito começa no contato físico com a Board 3.0. Carvão, pincel e espátula incitam o sistema por diferenças de fricção, densidade e velocidade no gesto do pintor. A tela é equipada com captadores piezoelétricos distribuídos no seu fundo; cada toque, pressão ou arrasto captura o ruído sonoro que é enviado para o processamento de áudio; o músico filtra, amostra e organiza a síntese. Em paralelo, a câmera de alta resolução filma a tela, isola linhas, formas, campos de cor e o designer de vídeo reconstrói em 3D e projeta na cúpula. A audiência passa a percorrer a pintura como espaço, e os performers iteram suas ações em um contexto de improvisação

⁸⁴ Disponível em: <https://www.electro-acrylique.ca/technique>. Acesso em: 05 Set. 2025.

livre multissensorial. A percepção do gesto se dá por três vias coerentes: visual, tátil-auditiva e espacial.

A performance produz Propagação ($\mathcal{P}$) transversal sem hierarquia entre domínios. A matéria pictórica altera a resposta do suporte, o que modifica o som captado; o som reorganiza ritmos de pincelada; a imagem projetada devolve ao pintor a forma ampliada de seu próprio gesto. Forma-se um laço iterativo que sustenta uma metaestabilidade atenta. A composição avança por variações mínimas que, uma vez amplificadas pela cúpula, adquirem dimensão arquitetônica. Um traço curto pode chegar ao público como corrente de linhas em deslocamento zenital; um toque breve soa como percussão espacializada. A sala responde com vibração concreta e contrasta o silêncio do branco original com a densidade acumulada de cor, ruído e luz.

Figura 24 - Performance ‘Electro-Acrylique’ (2017) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)⁸⁵

O conjunto técnico em sinergia evidencia a noção de Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$) como operador central. A autoria se distribui por um campo de ação no qual os três performers (Stephani, Laurier e Trétout) modulam no mesmo conjunto a partir de posições distintas. A sensibilidade da Board 3.0, a latência entre captura e projeção, a resposta acústica do espaço e o mapeamento 3D constituem o próprio motor de variação. Pequenas diferenças de pressão ou timbre geram bifurcações perceptíveis quando amplificadas pela cúpula.

⁸⁵ Disponível em: <https://www.electro-acrylique.ca/photos>. Acesso em: 05 Set. 2025.

Em muitas performances audiovisuais imersivas, a operação gestual do performer permanece oculta, mediada por interfaces pequenas e latentes à visão do público, o *liveness* em ‘Electro-Acrylique’ opera a partir das transformações sonoras e visuais no ato, o instrumento é explícito e partilhado: o público vê a mão que pinta e ouve o som daquele mesmo toque, ao mesmo tempo que vê a síntese audiovisual sendo produzida pelos artistas e o seu desdobramento no continuum audiovisual do ambiente. A cada novo acoplamento entre gesto, som e projeção, a peça renegocia seus parâmetros: o pintor antecipa texturas e densidades; o músico trabalha com a síntese sonora da tela, que acolhe o acaso da ação ao mesmo tempo que remixa *loops* e propõe uma rítmica para o acontecimento. A livre improvisação é a forma própria da obra que sustenta o ajuste contínuo entre operação humana e resposta do sistema que está integrado.

Figura 25 - Fred Trétout, Alec Stephani e Frédéric Laurier em ‘Electro-Acrylique’ (2017)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)⁸⁶

O Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) atua como força compositiva, pois a latência entre captura e a projeção impõe tempos de espera que o trio explora como respiração da peça. A sensibilidade do Board 3.0, alta o bastante para revelar sutilezas, nunca é absoluta: ruídos de fundo, saturações e diferenciais de pressão se acumulam e exigem decisões. O mapeamento volumétrico no hemisfério dilata e distorce escolhas na escala do traço projetado, no recorte de camadas e na

⁸⁶ Disponível em: <https://www.electro-acrylique.ca/photos>. Acesso em: 05 Set. 2025.

navegação do ponto de vista. Esses limites definem o campo de possibilidades em que a performance se move.

O Sensível ($\mathcal{S}$) emerge do acoplamento claro entre equivalências: cor que soa, som que desenha, imagem que ocupa. A sinestesia se materializa quando o espectador reconhece que uma mesma causa (a pressão do gesto) se apresenta em regimes distintos sem perder identidade. A presença dos três artistas intensifica essa inteligibilidade. A audiência acompanha olhares, micro comandos, pausas, sinais e percebe a convergência desses regimes como presença sinestésica, pois a matéria pictórica, a espacialização sonora e o volume projetado parecem pertencer a um mesmo organismo técnico-estético. O jogo de escuta entre os performers organiza a dramaturgia no tempo. Momentos de rarefação permitem ler a estrutura e picos de densidade solicitam o corpo inteiro, pois o som circula, a luz envolve e a pintura se torna espaço. A equivalência operatória entre cor, forma e som: a passagem de um pincel soa como ataque percussivo, enquanto um arrasto largo pode produzir graves contínuos e deslocar massas visuais no domo. Cada sessão cria outra experiência viva, pois o conjunto humano-técnico nunca se repete nas mesmas condições quando estão em regime de improvisação livre.

‘Electro-Acrylique’ dialoga com as tradições do *live painting*, *Live Cinema*, práticas de eletrônica viva (*live electronics*) vindas da música eletroacústica em sintonia com elementos de remixologia da *Electronic Dance Music* (EDM), mas desloca ambas ao radicalizar a coautoria entre três meios com sua própria singularidade. A pintura ganha tempo, a música ganha corpo, a imagem ganha espessura. O público aprende a ler equivalências e passa a esperar a próxima conversão imprevista: o som que gera forma, a forma que gera ritmo, o ritmo que produz arquitetura visual. A experiência viva não está somente na soma de artes, mas na emergência de um organismo técnico-estético que pensa com as mãos, ouve com os olhos e ocupa o espaço como se estivesse dentro do quadro.

4.2.4 Cloud Bodies (2023)

A performance audiovisual *Cloud Bodies* (2023) realiza uma coreografia de transdução contínua entre corpo, dança, síntese audiovisual e espaço. Criada por Allison Moore⁸⁷ (criação, programação e visuais), Arthur Desmarteaux⁸⁸ (som) e Lucy Fandel⁸⁹ (coreografia e dança), a

⁸⁷ Allison Moore — Artista de novas mídias sediada em Montréal; investiga cinema expandido, *videomapping* de paisagens/arquiteturas, RV e performances *site-specific*. <<https://www.allisonmoore.net/home>>.

⁸⁸ Arthur Desmarteaux — Artista interdisciplinar; compõe trilhas multicanais e paisagens sonoras para instalações, projeções e obras performativas; co-dirige a Egotrip Productions. <<https://arthuro.ca/>>.

⁸⁹ Lucy Fandel — Coreógrafa/performer baseada em Montréal; pesquisa relações poéticas entre corpo, ambiente e escrita do movimento em colaboração com artistas de diferentes linguagens. <<https://lucyfandel.com/>>.

peça foi apresentada na *Satosphère* (SAT), em Montréal⁹⁰. O dispositivo central é a captura volumétrica ao vivo com Azure Kinect. Os dados de profundidade e posição do corpo em movimento são reconstruídos como nuvens de pontos e projetados na cúpula em tempo real. A gramática pontilhista dissolve contornos, alterna figura e fundo e mistura o corpo a topografias digitais que respiram na mesma cadência do gesto (Figura 26) .

Figura 26 – Bailarina Lucy Fandel em ‘Cloud Bodies’ (2023) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Ash KG)⁹¹

A Incitação ($\mathcal{I}$) nasce do movimento de Fandel. Cada deslocamento altera densidades, vazios e espessuras da nuvem. O sensor introduz discretização e ruído que não são falhas a corrigir, mas matéria de composição. Essa energia inicial propaga-se em duas frentes acopladas: no campo visual, onde a nuvem se adensa, rarefaz e se dobra em paisagens que ora acolhem a figura, ora a expulsam; e no campo sonoro, onde texturas e espacialização respondem às variações de densidade e velocidade, criando campos de atração e repouso. A Iteração($\mathcal{I}_T$) fecha o circuito: a performer lê a projeção e o som, ajusta o gesto, reconfigura a captura, e o sistema responde. Mantém-se um regime metaestável em que pequenas variações de movimento produzem reorganizações perceptíveis do ambiente.

⁹⁰ Vídeo da obra disponível em: <https://vimeo.com/815184902>. Acesso em: 05 set. 2025

⁹¹ Disponível em: <https://filmfreeway.com/CloudBodies>. Acesso em: 05 Set. 2025.

Figura 27 - Obra 'Cloud Bodies' (2023) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Ash KG)⁹²

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{J}+\mathcal{S})}$) opera como composição de imagem e som no mesmo ato. O corpo não dispara efeitos como ornamento: ele escreve o espaço. Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) (alcance e oclusões do Azure Kinect, latência do *pipeline* de reconstrução gráfica, resolução e contraste do *fulldome*, ruído da própria nuvem) torna-se bordas ativas que orientam escolha de movimentos, tempos e escalas. No plano sensível, o público reconhece o corpo projetado na atmosfera da formação na nuvem de pontos e ao mesmo tempo vê sua desmaterialização. A mudança de escala, do detalhe da pele granular ao relevo de um território, mobiliza empatia cinestésica sem recorrer a narrativa externa.

A Composição Intensiva $\odot$ decorre do acoplamento entre gesto, aparato e dramaturgia espacial. A cúpula funciona como meio associado: horizonte que estabiliza e desestabiliza a leitura do corpo ao reorganizar chão, céu e periferia do olhar. Cada execução produz uma experiência viva singular: nem a nuvem de pontos se repete, nem a resposta do som no espaço, nem a relação entre corpo a resposta na improvisação da dança de Fandel. A obra 'Cloud Bodies' (2023) demonstra que a presença pode ser preservada sem opor orgânico e digital. O corpo performa como sensor e síntese, e a máquina, longe de ocultar o gesto, dá-lhe escala e espessura.

⁹² Disponível em: <https://filmfreeway.com/CloudBodies>. Acesso em: 04 set 2025.

4.2.5 Entropia (2015)

‘Entropia’⁹³ (2015) é uma instalação performativa imersiva concebida por Fraction⁹⁴ (Eric Raynaud) e Starnault⁹⁵ (Louis-Philippe St-Arnault) desenvolvida como parte do Programa de Residência em Pesquisa e Criação e estreou no *iX Symposium* em maio de 2015 na SAT, em Montréal. Trata-se de um acontecimento audiovisual ao vivo com espacialização ambisônica, visuais generativos mapeados em 360° e uma estrutura luminosa física reativa. A duração é variável porque a dramaturgia nasce do ato performático. A metáfora termodinâmica do conceito de “Entropia” nomeia o modo de transformação do sistema.

Figura 28 - Fraction e a Instalação Performativa ‘Entropia’ (2015) – Satosphere (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)⁹⁶

No centro do planetário está instalada uma esfera geodésica equipada com LEDs endereçáveis (Figura 28). A estrutura funciona como núcleo físico-lumínico e como instrumento.

⁹³ Vídeo da obra disponível em: <https://vimeo.com/129903465>. Acesso em: 4 Set. 2025.

⁹⁴ *Fraction* (Eric Raynaud) — Compositor, artista sonoro e criador de novas mídias (Paris). Pesquisa áudio espacial e sistemas generativos; autor de peças imersivas como ‘Dromos’ (MUTEK 2013). Residências na SAT (Montréal), 4DSOUND (Budapeste) e IRCAM (Paris); Prêmio de Artes Digitais do Institut Français (2014); indicação SHAPE (2017). Integra cenografia, ambisônica e processos em tempo real. <<https://www.fractionisnoise.art/>>

⁹⁵ *Starnault* (Louis-Philippe St-Arnault) — Artista/diretor técnico (Montréal) especializado em design de luz, visuais generativos e mapeamento imersivo 360°. Desenvolve objetos arquitetônicos reativos, como a geodésica de LEDs de Entropia, e ambientes performativos que articulam luz física e projeção. <<https://www.lpstarnault.com/>>

⁹⁶ Disponível em: <https://www.fractionisnoise.art/project/entropia/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

Fraction se apresenta no interior da geodésica e compõe o som em tempo real. Starnaut opera o sistema visual e o mapeamento sobre a cúpula. O áudio distribuído no campo esférico guia a respiração da luz e dos gráficos. Os LEDs transduzem variações de timbre, dinâmica e trajetória. As imagens projetadas expandem esses vetores para a superfície hemisférica. O público ocupa o entremeio entre objeto luminoso e projeção. É nesse anel de presença que luz tangível e imagem virtual se cruzam. O percurso dramatiza a passagem de estados mais ordenados para configurações de maior complexidade perceptiva. Micro variações de trajetória sonora, tramas de LEDs e campos gráficos acumulam desajustes controlados que reconstroem o espaço a cada instante. A referência a Fuller é operativa: a geodésica atua como instrumento eficiente e responsivo, convertendo uma visão estrutural em ação tecno performativa.

A esfera geodésica central é o princípio organizador da obra. A malha triangulada garante rigidez com pouco material e fornece uma topologia regular para entrelaçamento entre luz, som e projeção. Essa regularidade cria um campo discretizado de pixels luminosos com continuidade espacial, condição que sustenta correlações finas entre a trajetória sonora imersiva e o desenho de luz. Colocada no centro da *Satosphère*, a esfera duplica a lógica do domo: um corpo esférico físico pulsa dentro de um corpo hemisférico projetivo. O som modela o volume interno e a esfera devolve esse modelado como matéria luminosa. A projeção amplia o gesto para a pele do domo. A relação entre as duas geometrias ancora a leitura de profundidade e faz da estrutura um instrumento performativo.

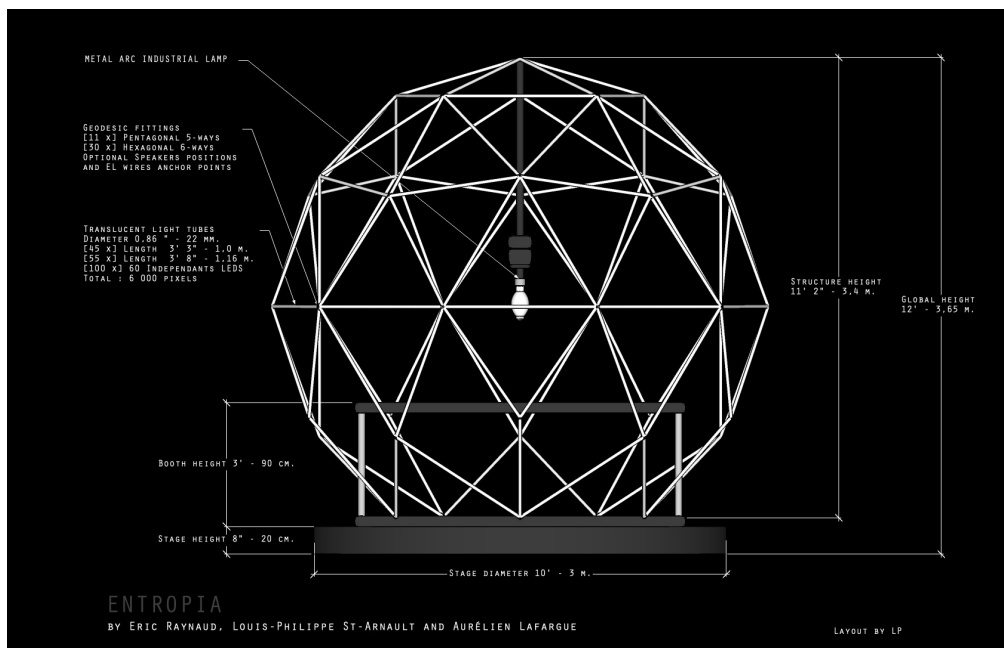
A Incitação ($\mathcal{I}$) ocorre quando o performer introduz variações no campo ambisônico: impulsos, deslocamentos, filtragens, densificações. Cada gesto injeta assimetrias locais que se convertem em comandos para a esfera e para o conteúdo generativo. A malha capta esses vetores como intensidade e ritmo de emissão. O mapeamento responde com transformações de textura, escala e orientação. A arquitetura acústica do espaço e a resposta do público também modulam a matéria sonora e, por extensão, o comportamento da luz.

A Propagação ($\mathcal{P}$) se dá por acoplamentos entre meios. Uma variação de panorama percorre o campo como onda direcional e encontra equivalentes na esfera por gradientes de brilho e deslocamentos de padrões. O mesmo vetor alcança a cúpula, onde superfícies e volumes gerativos prolongam o movimento para além do objeto físico. A continuidade topológica da geodésica distribui a informação sem rupturas, preservando a leitura de fluxo.

A Iteração ($\mathcal{I}_T$) acontece no ato em que o performer observa a resposta luminosa e projetiva, reavalia o desenho sonoro e ajusta parâmetros em tempo real. Pequenas mudanças espectrais e espaciais reconfiguram o conjunto e o sistema permanece em metaestabilidade pro-

ductiva. A esfera impõe resistências úteis (limites de luminosidade, inércia de varredura, discretização dos nós) que retroagem sobre a escrita sonora e visual. A cada volta do ciclo gesto–aparato–percepção, a obra reencontra outro equilíbrio.

Figura 29 - Desenho técnico da estrutura geodésica da obra ‘Entropia’ (2015)



Fonte: Desenho desenvolvido por Starnault (Louis-Philippe St-Arnault)⁹⁷

O projeto decorre da pesquisa de Fraction em áudio espacial e composição imersiva, e encontra na SAT o laboratório de desenho conjunto de estrutura, luz e som. Starnault projetou a geodésica e o sistema de LEDs (Figura 29). A residência artística viabilizou a infraestrutura multimodal de grande escala em que acústico, luminoso e gráfico são modulados como um único instrumento.

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$) compõe som e imagem por acoplamento material: espacialização, endereçamento de LEDs e mapeamento 360°. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) age como borda ativa que dá forma ao possível: latências entre áudio, esfera e projeção, granularidade da malha e resposta acústica do domo organizam o tempo da obra. O plano sensível instala-se no interstício entre corpo luminoso e imagem hemisférica, onde a audiência percebe a conversão de energia sonora em arquitetura de luz. A Composição Intensiva $\odot$ emerge do encontro entre esses polos e sustenta a experiência viva como acontecimento singular.

⁹⁷ Disponível em: <https://www.lpstarnault.com/gallery?s=pOsdSAbkfj2OpdgJ&i=u2gzH3BfCRcdePB6>. Acesso em: 04 Set 2025.

Figura 30 - Fraction performing na obra 'Entropia' (2015)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)⁹⁸

Entropia mostra que a hibridização material-digital no contexto do Domo Vivo pode resolver o problema do *liveness* sem ocultar o gesto. A estrutura física ativa amplia a percepção de co-agência e evidencia a conversão operação ↔ estrutura. O que o performer faz reorganiza a arquitetura luminosa. A arquitetura devolve forças que reorientam a ação. O desdobramento não depende de virtuosismo isolado, mas do ajuste entre bordas técnicas e escrita sensível do espaço. É nesse ajuste fino que a obra encontra a sua singularidade.

4.3.6 Ethereal (2020)

‘Ethereal’⁹⁹ (2020) prolonga e reconfigura a pesquisa inaugurada em Entropia (2015) por Fraction e Starnaut. A obra dá continuidade à colaboração entre os artistas e aprofunda a investigação de realidade mista ao integrar estruturas físicas de luz, áudio espacial e visuais generativos operados em tempo real. Se Entropia se organizava a partir de um objeto-instrumento (a geodésica luminosa) que pulsava no interior do domo, ‘Ethereal’ desloca o foco para um campo contínuo de luz, som e imagem. A peça abandona o centro único e trabalha a encenação como atmosfera.

⁹⁸ Disponível em: <https://www.nature-graphique.com/entropia-installation-numerique/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

⁹⁹ Disponível em: <https://vimeo.com/462367245>. Acesso em: 04 Set 2025.

Figura 31 - Obra 'Ethereal' (2020) – Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Sébastien Roy)¹⁰⁰

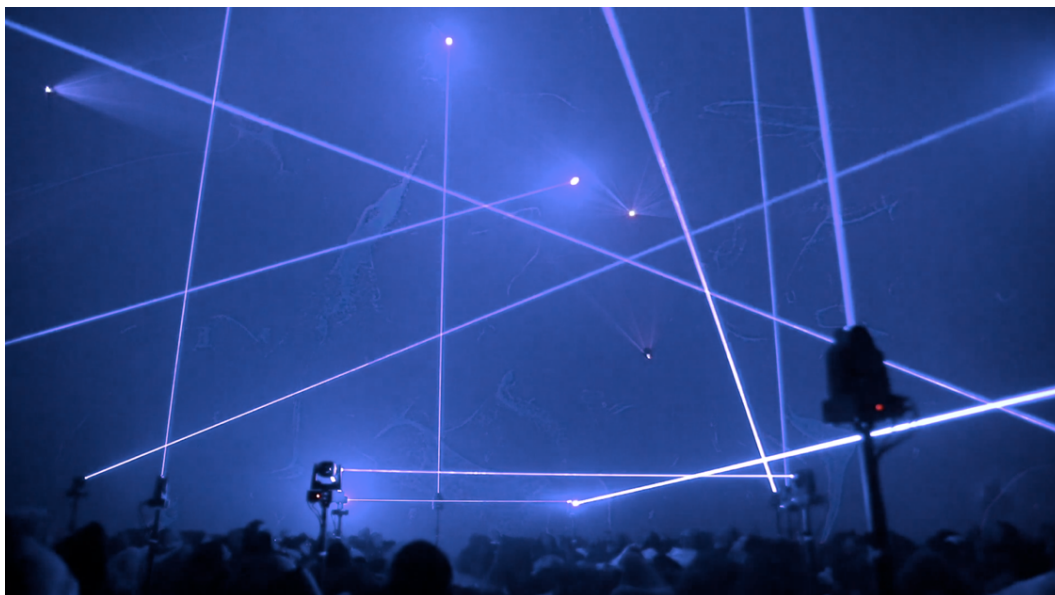
O desenho busca dissolver a separação entre matéria luminosa e imagem projetada e propõe ao público uma experiência viva imersiva sensorial que se mantém em metamorfose contínua. O desenho técnico sustenta a dramaturgia. O áudio ambisônico serve como matriz de correlação para a luz física e para a projeção imersiva. A iluminação atua como agência que inscreve volumes e direções no ar. A sincronização entre domínios mantém coerência de fluxo e dá ao gesto dos artistas potência compositiva. A operação incide tanto sobre o campo sonoro quanto sobre os parâmetros do sistema de luz e dos algoritmos visuais. A instalação adapta-se a cada espaço, o que transforma a escrita em tarefa situada e não apenas em rotina técnica.

A Incitação ($\mathcal{I}$) nasce do Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$): Fraction modula espectro e trajetória no campo ambisônico enquanto Starnault ajusta parâmetros dos algoritmos de luz e de imagem. Cada variação injeta assimetrias locais que disparam correlações entre som, estrutura luminosa e domo projetivo. A Propagação ($\mathcal{P}$) distribui essas assimetrias pelo espaço. O deslocamento da fonte sonora ambisônica percorre a sala, aciona gradientes na arquitetura de luz e desencadeia transformações topológicas no conteúdo generativo. O transporte do gesto mantém coerência perceptiva porque o endereçamento da iluminação e o mapeamento do domo preservam continuidade espacial. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) fecha o circuito. Os artistas leem a resposta luminosa e

¹⁰⁰ Disponível em: <https://www.fractionisnoise.art/project/ethereal/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

acústica do local, reparam latências e variações de brilho, reparam a densidade gráfica na cúpula e reenviam ajustes ao sistema. Pequenas alterações de tempo, ganho ou mapeamento reconfiguram o conjunto e mantêm a metaestabilidade produtiva da obra.

Figura 32 - Sistema de iluminação interativo na obra ‘Ethereal’ (2020)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Sébastien Roy)¹⁰¹

Nesse movimento, ‘Ethereal’ (2020) desloca a arquitetura conceitual de ‘Entropia’ (2015) sem a negar. Onde antes havia um núcleo geométrico que duplicava o domo, agora há um “campo-instrumento” que envolve a audiência também pela eficiência e continuidade estrutural aplicada ao desenho de luz. O domo age como meio associado que condiciona o que é possível ouvir e ver e que, ao mesmo tempo, é transformado pelas operações. O chamado “surrealismo digital” emerge então como regime de percepção: escalas que se curvam, horizontes que se deslocam, tempo que se espalha sem rupturas narrativas, traço emocional que permanece após o fim da experiência da performance.

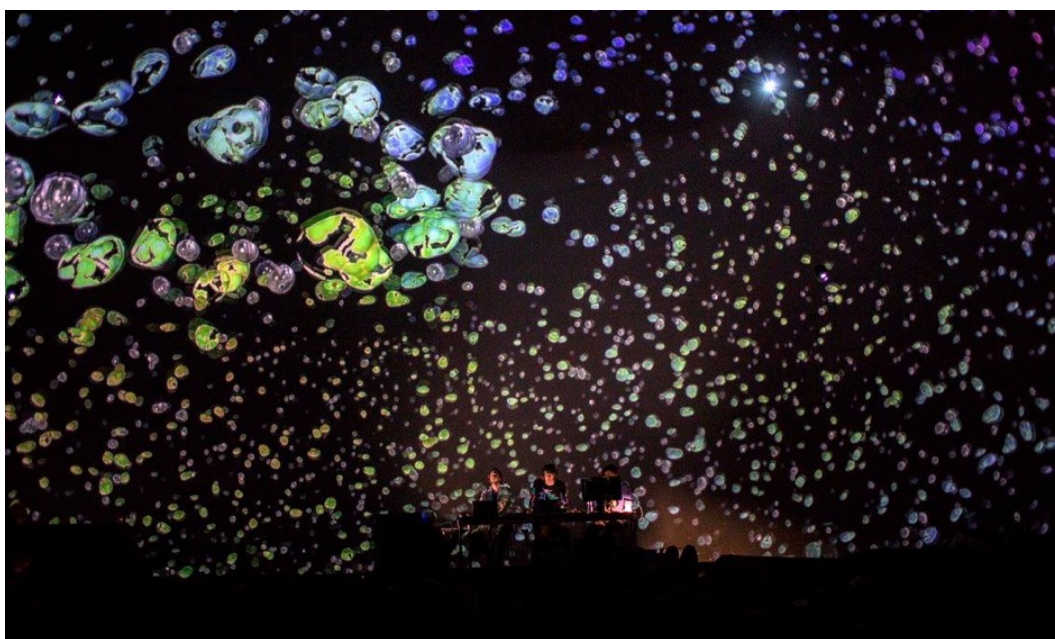
A obra confirma a maturação da parceria. Fraction consolida a espacialização como escrita arquitetônica do som. Starnault amplia a iluminação para além do desenho cênico e a coloca como matéria dramática. Juntos, eles fazem do acoplamento multimodal a própria forma. ‘Ethereal’ integra os eixos performativo e generativo em modo instalativo e performático e reafirma a experiência viva como evento único nesta obra: Composição Intensiva ☺ em que o gesto, o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) e o Sensível ($\mathcal{S}$) se ajustam a cada segundo para produzir um estado etéreo que persiste na memória do corpo.

¹⁰¹ Disponível em: <https://www.fractionisnoise.art/project/ethereal/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

4.2.7 Créatures (2018)

A performance audiovisual ‘Créatures’¹⁰² (2018), de Vincent Houzé¹⁰³ em colaboração com Dave&Gabe¹⁰⁴, estreou na *Satosphère* (SAT), entre 8 e 12 de maio de 2018, com apresentação extra no *iX Symposium* 2018. A peça toma a cúpula compondo um ecossistema audiovisual que se desloca do imaginário microscópico ao acontecimento macroscópico e faz da diversidade de formas de vida uma gramática operacional (Houzé, 2018).

Figura 33 - Obra ‘Créatures’ (2018) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)¹⁰⁵

O projeto organiza seus materiais sob regras simples de comportamento que, combinadas, produzem complexidade emergente. O desdobramento é uma experiência que mantém o público no interior de um ambiente vivo, em que som e imagem se informam mutuamente a cada instante. Houzé opera um conjunto de sistemas generativos em *TouchDesigner*, com partículas, texturas procedurais (Rousset, 2018). A organização do movimento recorre a modelos

¹⁰² Vídeo da obra disponível em: <https://vimeo.com/276110952>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹⁰³ Vincent Houzé — Artista interativo e criador de instalações multimídia em grande escala, investiga simulações físicas, visualização generativa e ambientes interativos. Exposições incluem Google I/O (EUA), La Gaîté Lyrique (França), Times Art Museum (China), SAT (Canadá). Experiência prévia em efeitos visuais para cinema, publicidade e videogames. <<https://vincenthouze.com/>>

¹⁰⁴ Dave&Gabe (Dave Rife e Gabe Liberti) — Estúdio de design imersivo que combina som, luz e tatibilidade. Especialistas em som 3D generativo e interação audiovisual, com projetos em museus, festivais e espaços públicos.

¹⁰⁵ Disponível em: <https://vincenthouze.com/portfolio/creatures/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

de simulações física que compõem plantas, colônias e criaturas cuja coerência nasce de interações locais. Dave Rife e Gabe Liberti constroem um campo sonoro ambisônico que circula pela cúpula e reage às mesmas forças, adotando uma comunicação endereçada via OSC em tempo real. A bidirecionalidade é estrutural: parâmetros de áudio modulam aspectos visuais, enquanto as posições e estados das criaturas alimentam o sistema de som ambisônico, que recebe coordenadas XYZ e atualiza a percepção de origem, distância e trajetória no espaço de expectativa (Rousset, 2018).

A dramaturgia espacial se dispõe em blocos que funcionam como estados de um mesmo sistema. No início, agregados celulares pulsam segundo a amplitude do som, respondendo à energia sonora que insiste em determinadas zonas da cúpula. Em seguida, o espaço se abre para corpos subaquáticos de anatomia elástica, onde a simulação física computacional desenvolvida por Houzé produz extensões orgânicas que se dobram ao fluxo. O percurso conclui com humanoides gigantes que atravessam o horizonte; cada passo aciona uma mensagem que dispara amostras espacializadas, cuja altura e timbre variam com a escala dos corpos. Quando a câmera muda de orientação, o público ouve pisadas distantes que se aproximam, cruza com a massa do gigante e o perde ao fundo, numa leitura sincronizada entre visão e audição. Essa sequência evidencia as qualidades desta obra em escrever a escala como experiência, com a espacialização sonora e a projeção imersiva reforçando a mesma impressão cinestésica ao público (Rousset, 2018).

A Incitação ($\mathcal{I}$) ocorre quando os performers alteram parâmetros do sistema ou quando o áudio injeta variações de energia que afetam amplitude, frequência e distribuição espacial. Cada mudança introduz singularidades locais (acelerações de partículas, deformações de malhas, perturbações em campos de forças) que colocam o sistema fora do equilíbrio. A Propagação ($\mathcal{P}$) distribui essas singularidades pelos domínios acoplados: um pico sonoro num setor da cúpula acende um gradiente de partículas e desloca vizinhos segundo regras de repulsão; a nova densidade visual envia posições atualizadas ao motor de espacialização, que recalcula trajetórias e reforça o vetor original. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) fecha o ciclo quando os artistas leem o efeito projetado e ajustam controles MIDI e OSC, refinando o balanço entre ordem e variação. Desse modo, o conjunto permanece em metaestabilidade: não colapsa em ruído, não se fixa em padrão estático, renova-se por micro desvios sucessivos.

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) aparece distribuído entre três camadas que se escutam: a escrita visual de Houzé, a espacialização sonora de Dave & Gabe e a resposta do próprio domo como meio associado da experiência. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) não atua como borda que orienta

decisões: a taxa de atualização de fps necessária para manter o render no hemisfério, a latência nas rotas OSC, a coerência entre física simulada e difusão multicanal. Esses limites estabilizam a experiência sem neutralizar sua abertura, pois modulam velocidade, densidade e contraste de cada cena. O plano Sensível ($\mathcal{S}$) organiza a atenção coletiva por deslocamentos escalares e por uma copresença som-imagem que mantém a legibilidade do gesto computacional sem recorrer à literalidade figurativa. A Composição Intensiva ($\odot$) emerge da convergência de regras locais: de agentes, de física, de acoplamentos audiovisuais em efeitos globais que se reconfiguram em tempo real, sustentando a experiência viva imersiva como acontecimento singular.

Figura 34 - Vincent Houzé, Dave&Gabe em 'Créatures' (2018) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Sébastien Roy)¹⁰⁶

A bidirecionalidade entre domínios (visual e sonoro) é o que afasta a peça do sincretismo multimídia. O envio contínuo das posições das criaturas para o sistema de som evita sincronias ornamentais e estabelece um acoplamento operacional que faz o áudio trabalhar como campo e não como trilha. Do outro lado, a modulação do visual por eventos sonoros preserva coerência sem produzir redundância, pois incide sobre parâmetros de crescimento, pulsação e visibilidade de elementos que têm dinâmica própria. Essa relação mantém o espectador dentro de uma ecologia performativa, na qual a narrativa se dá por variação de estados e não por encadeamento causal convencional (Houzé, 2018).

¹⁰⁶ Disponível em: <https://vincenthouze.com/portfolio/creatures/> Acesso em: 05 Set. 2025.

‘Créatures’ trata a cúpula hemisférica como habitat para sistemas algorítmicos com regimes de percepção específicos. A peça não busca simular a natureza, mas reencontrar, em regras de interação simples, a potência de gerar fenômenos reconhecíveis como vivos. O *full-dome* torna-se o lugar onde essa vitalidade se torna sensível, porque o espaço acústico imersivo e a superfície amplificam microscópicas e as transformam em vivências de escala, localização e direção. A conversão operação ↔ estrutura é constante: a arquitetura técnica da *Satosphère* participa do gesto e devolve ao gesto o desenho do espaço.

Essa leitura ajuda a situar o trabalho de Houzé e do estúdio Dave & Gabe na taxonomia híbrida proposta nesta tese. O projeto combina eixo performativo (pela condução ao vivo de parâmetros e pela improvisação guiada), eixo generativo (pela autonomia parcial dos sistemas) e eixo transversal (pela costura entre computação gráfica, física simulada e áudio espacial). Ao final, a obra se mantém fiel ao propósito que a orienta desde a concepção: criar, dentro de um espaço imersivo, ecossistemas que se comportam como processos e convocam o público a testemunhar a emergência de ordem, forma e movimento a partir de regras mínimas. A *Satosphère* não aparece apenas como contexto institucional, mas como condição de possibilidade estética e técnica para essa ecologia computacional performada.

4.2.8 Latent Space (2019)

Latent Space¹⁰⁷ (2019) é a primeira performance audiovisual para *fulldome* em tempo real do artista austríaco Marian Essl¹⁰⁸ (MONOCOLOR). Surgiu como experimento renderizado para a mostra #fuckreality em Viena (2019), posteriormente expandido para versão performativa ao vivo e estreado na *Satosphère* (SAT) durante o *iX Symposium 2019*, Festival Elektra, *Angewandte Festival* em Viena (Áustria) e premiada no *Japan Media Arts Festival* em 2020. Com cerca de trinta minutos, a obra usa um vocabulário mínimo: grades de linhas, colunas e partículas, operadas em tempo real no *TouchDesigner*, em diálogo com paisagens sonoras produzidas no Ableton Live¹⁰⁹. A comunicação entre áudio e imagem ocorre via OSC e a espacialização ambisônica projeta o som como volume (Essl, 2019b).

¹⁰⁷ Vídeo da obra disponível em: <https://vimeo.com/363612687>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹⁰⁸ MONOCOLOR (Marian Essl) — Artista audiovisual austríaco com formação em Tecnologia de Mídia e Artes Digitais (Universidade de Artes Aplicadas de Viena). Sua prática centra-se na inter-relação entre som e imagem em contextos performativos e instalativos, com ênfase no desenvolvimento de ferramentas próprias em *TouchDesigner* e eletrônica. Trabalha processos generativos e improvisação controlada, explorando espacialização sonora e síntese visual em tempo real. Vencedor do Prêmio New Face (Art Division) no Japan Media Arts Festival (2020). <<https://mnclr.com/>>

¹⁰⁹ Disponível em: <https://www.ableton.com/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

Figura 35 - MONOCOLOR em performance na obra 'Latent Space' (2019)



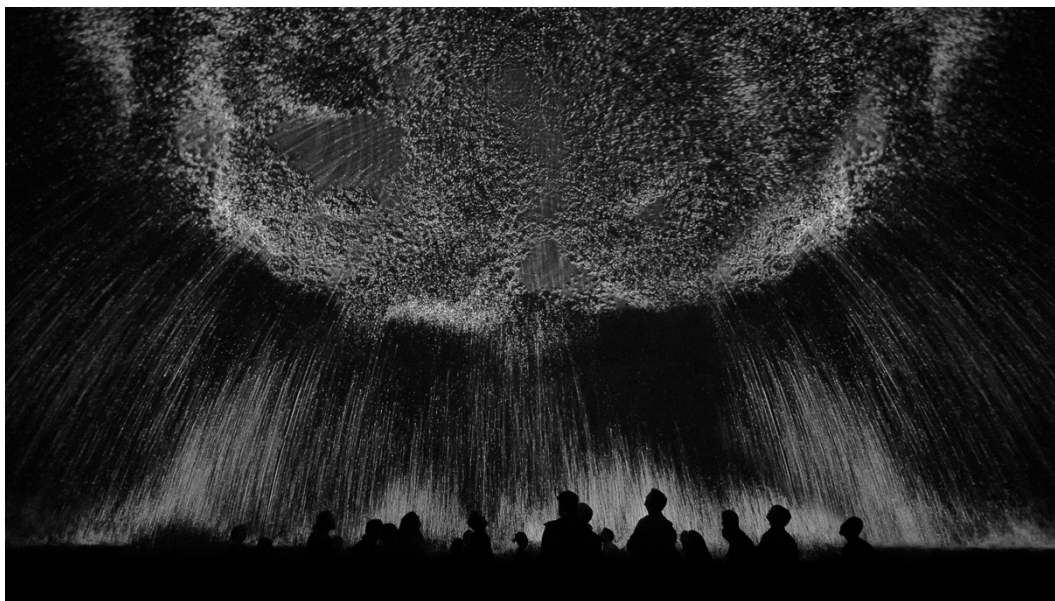
Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Johannes Hucek)¹¹⁰

A cena da obra não se organiza por cortes, mas por um fluxo contínuo de transformações. As grades se expandem, encolhem e colapsam; horizontes aparecem e desaparecem; a figura dissolvida volta a se estruturar como malha. Esse processo altera a leitura da cúpula: ora a superfície se deixa ver como casca hemisférica, ora parece desaparecer em favor de um espaço virtual que avança para além do domo. A música sustenta esse regime com drones e variações discretas de espectro e de posição, de modo a prolongar a sensação de deslocamento espacial (Essl, 2019a).

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+\mathcal{S})}$) é unitário. MONOCOLOR conduz através de um controlador MIDI a escultura virtual de grades e o campo sonoro no mesmo ato performativo, ajustando densidade, escala, velocidade e orientação das malhas enquanto modula camadas e trajetórias do áudio ambisônico. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) é parte da escrita: a curvatura do domo impõe reescalonamento de linhas finas para evitar descontinuidade; as emendas da projeção exigem continuidade de fluxo; a latência do enlace de comunicação OSC e a taxa de atualização da unidade de processamento gráfico – *Graphics Processing Unit* (GPU) definem o tempo possível das variações. O Sensível ($\mathcal{S}$) nasce desse embate: o público experimenta ora vastidão, ora compressão; ora chão contínuo e horizonte aberto, ora clausura (Essl, 2019a).

¹¹⁰ Disponível em: <https://mnclr.com/latent-space-live>. Acesso em: 04 Set. 2025.

Figura 36 - Obra 'Latent Space' (2019) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Johannes Hucek)¹¹¹

As operações que organizam o sistema são claras. Incitação ($\mathcal{I}$): pequenas variações de amplitude sonora, densidade de linhas e velocidade orbital injetam assimetrias que são moduladas pelo performer via controlador MIDI. Propagação ($\mathcal{P}$): as assimetrias percorrem a malha e o campo acústico, reorientam pontos de fuga, deslocam a fonte percebida do som e empurram a imagem para dentro do volume da cúpula. Iteração($\mathcal{I}_T$): o performer lê o retorno do espaço (brilho, contraste, reverberação, inércia de movimento) e recalibra os parâmetros.

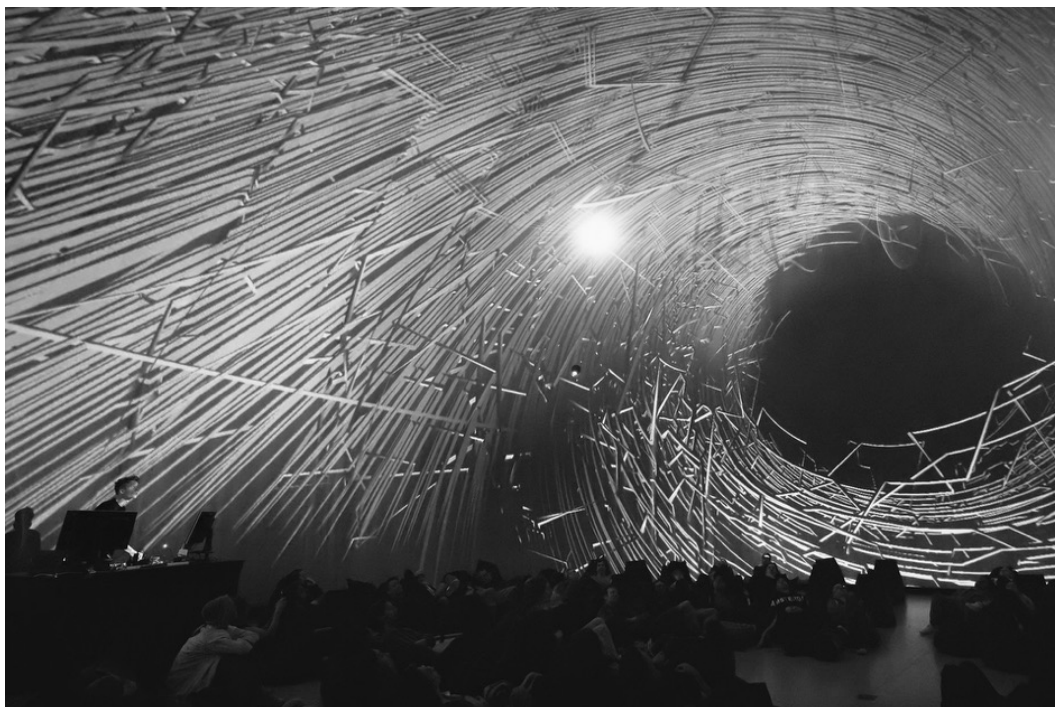
O ciclo gesto $\rightarrow$ sistema $\rightarrow$ gesto mantém a peça em metaestabilidade: um equilíbrio em que micro ajustes geram reconfigurações macroscópicas. 'Latent Space' (2019) opera uma correção do imaginário da infinitude digital. Ao trazer o virtual para a fisicalidade do domo, evidencia que toda expansão tem bordas e ritmos. A dissolução da cúpula não depende de ilusionismo narrativo, mas da conversão direta operação $\leftrightarrow$ estrutura: o que se faz no instrumento altera a arquitetura perceptiva e essa arquitetura devolve forças que reorientam o fazer. A economia de meios não empobrece a experiência; ao contrário, aumenta a sensibilidade a variações mínimas.

¹¹¹ Disponível em: <https://mnclr.com/latent-space-live>. Acesso em: 04 Set. 2025.

4.2.9 Entangled Structures (2022)

Em ‘Entangled Structures’¹¹² (2022), MONOCOLOR desenvolve e adensa o método inaugurado em ‘Latent Space’ (2019). A obra foi estreada no domo CULTVR (Inglaterra) em maio de 2022 como desdobramento da residência artística realizada pelo artista e promovida pelo programa Catalyst 360^{o113}, em parceria com a 4Pi Productions¹¹⁴. Posteriormente, a obra circulou em diversos festivais e espaços: IMERSA Summit na Satosphère (SAT), *Full dome UK* – Plymouth (Inglaterra), *TouchDesigner Event 2023* – Berlin (Alemanha) e recebeu menção honrosa no *Best of Earth Awards 2023* (Essl, 2022b).

Figura 37 - Obra ‘Entangled Structures’ (2022) - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) - Montréal (Canadá) - (Foto: Ash KG)¹¹⁵

A economia de aparato técnico permanece, mas a gramática muda: em vez de grades ortogonais, um contínuo de “cordas” monocromáticas forma e desfaz estruturas que oscilam entre armaduras rígidas e filamentos efêmeros. A metáfora do entrelaçamento desloca o problema perceptivo da cúpula para uma questão ontológica: a convivência dos nossos “eus” (físico e virtual) em códigos e espaços simultaneamente corpóreos e desencarnados. Em cena, não

¹¹² Vídeo da obra disponível em: <https://youtu.be/Gct2VXqdCPg>. Acesso em: 04 Set. 2025.

¹¹³ Disponível em: <https://www.cultvr.cymru/get-involved/residencies/catalyst-360/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

¹¹⁴ Disponível em: <https://www.4pi productions.com/>. Acesso em: 04 Set. 2025.

¹¹⁵ Disponível em: <https://mnclr.com/entangled-structures>. Acesso em: 04 Set. 2025.

há cortes; o sistema é um só, operado ao vivo como escultura processual de longa duração (Essl, 2022b).

A Incitação ($\mathcal{I}$) e a Propagação ($\mathcal{P}$) aparecem no ajuste fino de tensão, curvatura, densidade e velocidade dessas cordas. Pequenas mudanças de tração visual acionam reorganizações topológicas que se propagam pelo domo como variações de compressão/expansão e de porosidade do espaço. O áudio ambisônico acompanha essa morfogênese com massas contínuas, deslocamentos orbitais e gradações dinâmicas que redesenham profundidade e direção. O ciclo de Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) é explícito: o artista observa o comportamento do sistema, inclusive suas contingências técnicas, como descontinuidade em linhas muito finas, inércia de varredura de projetores e resposta acústica da sala e reinscreve a composição a partir daí. Como em ‘Latent Space’ (2019), a peça mantém a metaestabilidade como regime, mas agora aposta em tensões quase hápticas, nas quais o público sente o espaço visual do domo apertar e abrir.

Figura 38 - Vista do público na Obra ‘Entangled Structures’ (2022)



Fonte: Festival *Full dome UK - The Market Hall* - Plymouth (Inglaterra) – Foto (Jay Stone)¹¹⁶

A atuação do performer configura o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) por meio de um único instrumento generativo que controla imagem e som em sincronia via OSC assim como em *Latent Space*. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) é determinante: o sistema de renderização em tempo real

¹¹⁶ Disponível em: <https://mnclr.com/entangled-structures>. Acesso em: 04 Set. 2025.

com grande carga de linhas finas pressiona a carga da GPU e demanda escolha de frequências e contrastes que evitem *moiré*¹¹⁷ e perda de continuidade. A espacialização sonora ambisônica e a dinâmica do espaço regulam a extensão de peso sonoro suportável antes da sensação de colapso perceptivo (Essl, 2022b).

O Sensível ($\mathcal{S}$) organiza-se como campo atencional coletivo conduzido por gradientes de tensão/liberação: por vezes a cúpula parece próxima e densa, por vezes se dissolve em vastidão. A Composição Intensiva ($\odot$) resulta do acoplamento entre morfogênese minimalista e espacialização, em ciclos que convertem variáveis performativas em arquiteturas temporárias. Cada sessão produz um continuum perceptivo singular, em que a fisicalidade do domo se enfraquece sem desaparecer, e o espaço vivido se torna matéria de composição.

Lidas em conjunto, ‘Latent Space’ (2019) e ‘Entangled Structures’ (2022) delineiam um programa autoral claro do artista MONOCOLOR, ambas obras dissolvem a cúpula por meios estritamente processuais; ambas fazem do Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) uma borda fértil e assumem a plateia como comunidade sensível reunida num mesmo campo. A diferença está na direção da pressão: a primeira trabalha com arquiteturas reticulares e a ilusão de infinitude disciplinada; a segunda tensiona cordas e corpos, operando um regime quase escultórico de compressão e rarefação. Em ambas, a poética decorre de operações que convertem diretamente gesto computacional em estrutura. É nesse grau de convertibilidade que a pesquisa de MONOCOLOR encontra sua potência e oferece, ao *fulldome* em tempo real, um método de composição que é ao mesmo tempo rigor técnico e crítica sensível do espaço (Essl, 2022a).

2.2.10 Dromos (2013)

A performance audiovisual imersiva Dromos¹¹⁸ (2013), foi criada pelos artistas Mathieu Le Sourd (Maotik)¹¹⁹ (programação e imagem generativa) e Eric Raynaud (Fraction) (áudio). O trabalho da obra se iniciou em 2010, após a concessão de uma bolsa do *Dispositif pour la Création Artistique Multimédia* (DICRéAM-CNC)¹²⁰ (França), culminando na apresentação de

¹¹⁷ Moiré é um padrão de interferência na imagem, criado quando duas grades apresentam movimento relativo entre si em referência a um observador, gerando um determinado padrão por meio de franjas.

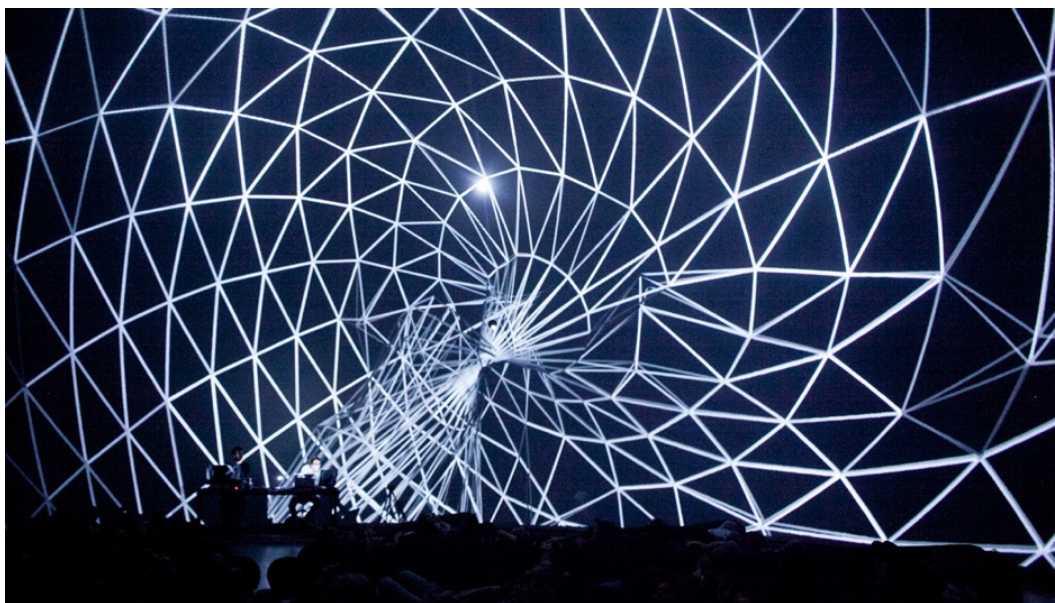
¹¹⁸ Vídeo da obra disponível em: <https://vimeo.com/80542263>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹¹⁹ Mathieu Le Sourd (Maotik) — Artista digital francês radicado em Montréal. Mestre em Artes Digitais pela Universitat Pompeu Fabra (Barcelona). Atua no desenvolvimento de sistemas visuais generativos e instalações interativas, com forte foco em ambientes imersivos e fulldome. Colaborou com instituições como Moment Factory e SAT, e apresentou obras em festivais como MUTEK, Sonar e Japan Media Arts Festival. Criador de performances audiovisuais como Dromos e ObE, explora a integração de áudio espacial, visuais em tempo real e interação física, desenvolvendo interfaces customizadas e explorando tecnologias como TouchDesigner, DMX e mapeamento 3D. <<http://maotik.com/>>

¹²⁰Disponível em: <https://www.cnc.fr/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

uma versão beta em Rennes (França) em 2011, durante o Festival *Electroni[k]*. Antes da mudança de Maotik para Montréal, o projeto foi submetido e uma versão aprimorada passou a ser desenvolvida através do programa de residência de criação artística do SAT e estreada no 14º Festival MUTEK¹²¹ em junho de 2013 na Satosphère (SAT).

Figura 39 - Obra ‘Dromos’ (2013) – Festival MUTEK - Satosphère (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Sébastien Roy)¹²²

A performance fundamenta-se no conceito filosófico de “Dromologia”: a ciência da velocidade, formulado por Paul Virilio no livro ‘Velocidade e Política’, que problematiza a relação entre a rapidez dos avanços tecnológicos e a noção de progresso (Virilio, 1996). Esta inspiração para a obra, segundo os autores, lançou ideias sobre tempo e espaço, com o objetivo de criar um ambiente que intensificasse a sensação de velocidade/aceleração. Para isso, foi construída uma maquete e concebido um espaço em que equipamentos de luz, projeção e um sistema de som envolvessem o público, colocando-o no centro de uma interação sutil entre sons, luzes e imagens, em uma cerimônia efêmera. Durante cerca de quarenta minutos, luz, som multicanal e visuais generativos 3D compõem um gradiente de aceleração que culmina na inércia.

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(g+s)}$) organiza a peça: Maotik conduz sistemas de partículas e topologias em *TouchDesigner*, enquanto a análise espectral do áudio alimenta transformações visuais e um anel de LEDs controlados por protocolo *Digital Multiplex* (DMX) que circunda o

¹²¹ Disponível em: <https://mutek.org/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹²² Disponível em: <http://www.maotik.com/dromos/> Acesso em: 05 Set. 2025.

público no perímetro da cúpula. O domo passa a operar como arquitetura de vetores, onde a espacialização do som e a circulação luminosa fazem a velocidade adquirir corpo.

Figura 40 - Público na obra ‘Dromos’ (2013) - Satosphere (SAT)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Sébastien Roy)¹²³

A Incitação ($\mathcal{I}$) nasce de duas frentes: a matriz conceitual de Virilio, que convoca a aceleração como operador e os dados do áudio que disparam alterações rítmicas e formais. Esses impulsos se propagam pela cúpula por mapeamentos em tempo real que distribuem deformações, escalas e deslocamentos, enquanto o anel de LED traduz o andamento em trajetórias visíveis que contornam a plateia. O ciclo iterativo fecha quando a resposta do espaço — latências de projeção, inércia da luz, reverberação do som — devolve forças que regulam a condução, mantendo o sistema em metaestabilidade. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) pauta o tempo da obra: processamento da GPU, coerência entre áudio e imagem, latência nas rotas OSC/MIDI/DMX.

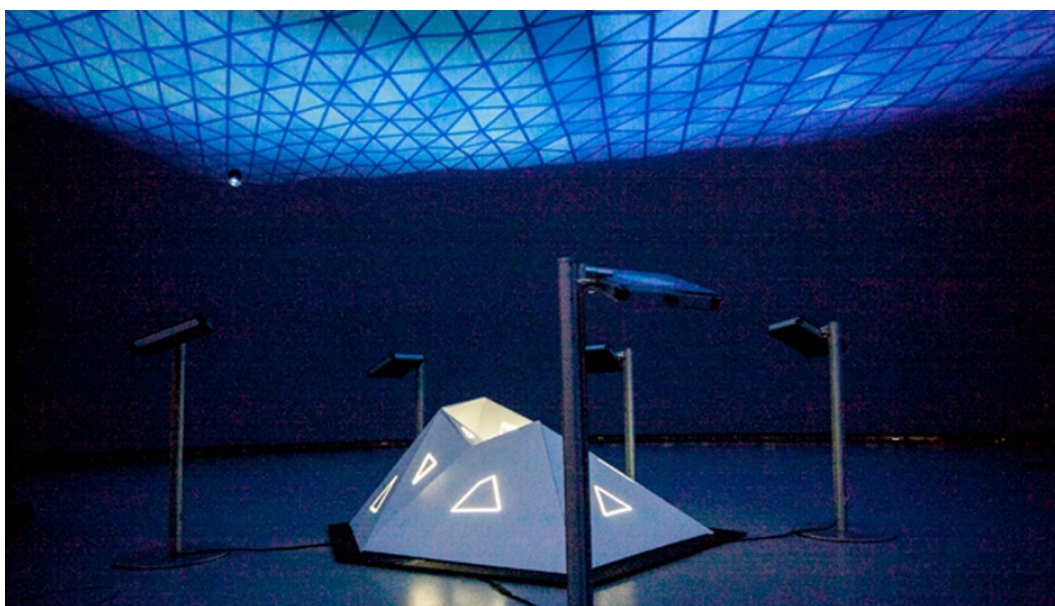
A dramaturgia em oito fases dá legibilidade sem fixar o processo. O público percebe a aceleração como experiência física (desorientação produtiva, compressão e dilatação do campo, até o “ponto de inércia”). Nessa chave, Dromos materializa a conversão operação $\leftrightarrow$ estrutura que caracteriza a noção do Domo Vivo: o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) modula a cúpula; o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) define bordas ativas; o Sensível ($\mathcal{S}$) organiza a atenção coletiva; a Composição Intensiva $\odot$ sustenta a experiência viva como acontecimento singular a cada sessão.

¹²³ Disponível em: <http://www.maotik.com/dromos1/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

4.2.11 ObE (2013-2014)

A instalação interativa imersiva ObE¹²⁴ (2013-2014), também desenvolvida pela dupla Maotik e Fraction através do programa de residências em criação artística da SAT e estreada em janeiro de 2014 na Satosphère (SAT), desdobra a pesquisa de ‘Dromos’ (2013) ao colocar o público para interagir ativamente no contexto ecossistema imersivo. A instalação opera como organismo digital: uma interface circular com sensores infravermelhos capta gestos no modo *theremin*, um prisma mapeado em 3D atua como núcleo visível do “corpo” e o conjunto *full-dome* com áudio 5.2 e luzes DMX responde em tempo real. A interação alterna janelas performativas abertas e *presets* definidos, o suficiente para manter o fluxo contínuo e a integridade formal.¹²⁵

Figura 41 - Instalação Interativa ObE no interior da Satosphère (2014)



Fonte: Société des Arts Technologiques (SAT) Montréal – Canadá - (Foto: Sébastien Roy)¹²⁶

A Incitação ($\mathcal{I}$) emerge do gesto das mãos no espaço. Distância, velocidade e direção viram dados contínuos que acionam síntese sonora e parâmetros visuais — densidade, cor, turbulência, escala. A Propagação ($\mathcal{P}$) se dá pelo encadeamento sensores → mapeamentos no *TouchDesigner* → projeção hemisférica e *video mapping* no prisma → luzes DMX → difusão sonora. Um único gesto perturba o campo inteiro e induz respostas nos demais participantes, o que amplia a dimensão relacional. A Iteração ($\mathcal{I}_T$) fecha o circuito gesto → sistema → ambiente

¹²⁴ Disponível em: <http://www.maotik.com/obe/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹²⁵ Vídeo da obra disponível em: <https://www.fractionisnoise.art/project/obe/>. Acesso em: 16 Set. 2025.

¹²⁶ Disponível em: <http://www.maotik.com/obe/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

→ gesto: ao reconhecer os efeitos da própria ação projetados na cúpula e no núcleo cenográfico, a pessoa regula amplitude e ritmo; o sistema, por sua vez, recompõe estados e saturações, preservando a variação.

A instalação ‘ObE’ (2013-2014) torna explícita a co-agência. O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(J+S)}$) deixa de ser exclusivo do artista e passa ao público; o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) se manifesta na latência de sensores, sincronias entre projeção, áudio espacial e controle de luz e organiza a responsividade; o Sensível ($\mathcal{S}$) opera como regulador social da densidade, pois a plateia ajusta coletivamente os gradientes de intensidade. A Composição Intensiva ($\odot$) nasce do acoplamento entre corpo, prisma mapeado e domo. Se ‘Dromos’ dramatiza a aceleração como forma e método, ‘ObE’ desloca o eixo para a plasticidade relacional. Em ambos os casos, Maotik sustenta a mesma ética operatória: visuais generativos como instrumento, integração rigorosa entre som, luz e projeção e uma escrita que assume o Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) como borda produtiva.

4.2.12 Botânica (2023)

A instalação interativa imersiva Botânica¹²⁷ (2023), de Francisco Barreto¹²⁸, apresentada no SSA Mapping Festival¹²⁹ 2023, em Salvador/BA, articula um ecossistema audiovisual que reage à presença do público (Figura 42) em uma tenda geodésica provisória com projeção mapeada e som. Uma câmera de profundidade *Kinect* instalada no zênite registra deslocamentos corporais do público no espaço; esses dados alimentam o *pipeline* de processamento gráfico que aciona arranjos visuais derivados de um acervo de flores e plantas fictícias geradas pelo artista em regime cocriativo com IAG. O desdobramento não emula a natureza de modo representacional, propõe um jardim artificial que nasce do encontro entre corpo, algoritmo e domo (Barretto, 2023).

O funcionamento se sustenta em uma relação direta entre gesto e metamorfose. À medida que as pessoas caminham, erguem os braços ou desenharam trajetórias com o corpo, flores generativas caem do zênite, agregam-se, dispersam-se e reconfiguram o campo projetado. A tenda geodésica amplia micro variações gestuais para a escala hemisférica e as converte em

¹²⁷ Disponível em: <https://barretto.info/portfolio/botanica/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹²⁸ Francisco Barretto é artista multimídia, professor e diretor criativo de arte e tecnologia, Doutor em arte e tecnologia pela Universidade de Brasília (UnB). Atua na interseção entre Inteligência Artificial e criatividade computacional, desenvolvendo obras de larga escala, incluindo projeções mapeadas, instalações imersivas e interativas, e performances audiovisuais. Nomeado ao Prêmio Pipa 2023, também recebeu um Grant da Processing Foundation em 2024 <<https://barretto.info>>.

¹²⁹ Disponível em: <https://ssamapping.com.br/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

movimento coletivo perceptível. O som segue a mesma lógica de modulação contínua, o que reforça a leitura de um ambiente único e responsivo.

Figura 42 - Interação do público na obra ‘Botânica’ (2023)



Fonte: Acervo Pessoal de Francisco Barretto (Foto: Francisco Barretto)

A Incitação ($\mathcal{I}$) decorre do movimento captado pelo Kinect: distância, velocidade e direção geram perturbações discretas no sistema que alteram posição, densidade e ritmo dos elementos florais. A Propagação ($\mathcal{P}$) ocorre quando essas perturbações atravessam o *pipeline* de processamento gráfico e se irradiam pela superfície hemisférica, reorganizando o fluxo do “organismo” projetado. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) fecha o ciclo: o público observa a resposta do ambiente e ajusta o gesto, o que produz novas variações e mantém a obra em regime de transformação contínua. O comportamento emergente não depende de uma sequência predefinida; nasce de acoplamentos entre corpos presentes e regras de geração visual definidas no código-fonte da obra.

A peça explicita o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$): o corpo do visitante compõe a imagem em tempo real e influencia também o desenho sonoro. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) atua como borda produtiva que regula a experiência — alcance e oclusões do Kinect, latência do processamento e contraste da projeção definem o nível de responsividade e a legibilidade do conjunto. O Sensível ($\mathcal{S}$) organiza-se no reconhecimento compartilhado de um ambiente que responde à presença, o que induz cooperação espontânea entre pessoas que passam a coreografar o espaço

umas com as outras. Da convergência entre gesto, limites e percepção emerge a Composição Intensiva (⊙) que sustenta a experiência viva.

Botânica atualiza o imaginário do natural no *fulldome* sem recorrer ao mimetismo. O uso de IAG como gerador de espécies inexistentes e a tradução de gestos em reorganização ambiental deslocam o foco da representação para a coemergência. A obra demonstra que a cúpula pode operar como ecossistema transdutivo, no qual dados de movimento viram matéria paisagística e, ao mesmo tempo, regulam sociabilidades. Nesse sentido, Barreto consolida uma prática em que cocriatividade computacional e participação corporal produzem um campo estético robusto, atento tanto à invenção formal quanto ao cuidado com a experiência coletiva.

4.2.13 SPELL (2024)

A instalação imersiva ‘SPELL: *Sphere for Projection with Artificial Real-time Interaction*’ (2024)¹³⁰, concebida por Micaelle Lages¹³¹ e Francisco Barretto e apresentada no Festival *FullDomeUK* 2024 e no ‘III Immersphere *FullDome* Festival’ (Planetário de Brasília). A obra constrói um ambiente imersivo que explora o conceito de “magia” através da metáfora do “guarda-chuva-portal”, que se interliga como vetor de reconexão entre humanos e natureza (Barretto; Lages, 2024).

Cria-se um ambiente de navegação audiovisual no qual o público orienta o próprio campo visual e integra três camadas operacionais: geração de imagens por IAG, cartografia hemisférica em tempo real e controle gestual contínuo. O *pipeline* gráfico se articula com modelo generativo de difusão estável *StableDiffusion* (implementado via *StreamDiffusionTD* e integrado ao *TouchDesigner*) para sintetizar paisagens inspiradas na natureza.

O sistema projeta o resultado no domo, com atualização em torno de 20 quadros por segundo, o que garante continuidade perceptiva sem ruptura de cena. O aparato interativo é direto, um sensor *Leap Motion*¹³² rastreia mãos e dedos no espaço e mapeia posição, rotação e velocidade para três eixos de controle da imagem projetada (X, Y, Z). O gesto altera a orientação do ambiente e não apenas parâmetros locais de textura. Deslocamentos horizontais giram o horizonte; movimentos verticais inclinam o zênite; rotações do punho produzem rolamento fino do campo. O sistema aplica filtros de suavização e zonas mortas para evitar a saturação

¹³⁰ Disponível em: <https://barretto.info/portfolio/spell/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹³¹ Micaelle Lages é artista multimídia, cineasta e diretora criativa de arte e tecnologia. Sua produção abrange cinema expandido e experimentações com convergências tecnológicas, com foco em interatividade e imersão. Premiada em festivais nacionais e internacionais, como *FullDomeUK* e *Ojo Móvil* (Peru), recebeu reconhecimentos como Melhor Direção de Arte e, em 2024, um Grant da Processing Foundation também em 2024.

¹³² Disponível em: <https://www.reallusion.com/iclone/motion-capture/leap-motion.html>. Acesso em: 05 Set. 2025.

por meio de limites de velocidade e de aceleração. Um guarda-chuva foi utilizado como superfície de projeção para desenvolvimento e testes na obra (Figura 43).

Figura 43 - Metáfora do ‘guarda-chuva-portal’ no processo criativo de ‘SPELL’ (2024)



Fonte: Acervo Pessoal de Micaelle Lages e Francisco Barretto (Foto: Francisco Barretto)¹³³

A Incitação ($\mathcal{I}$) ocorre quando o participante introduz vetores gestuais que redefinem a orientação do ambiente 360°. Cada gesto injeta uma diferença simples (um ângulo, um deslocamento, uma taxa) que altera o enquadramento total. A Propagação ($\mathcal{P}$) distribui essa diferença sobre a geometria hemisférica. A rotação do ambiente reorganiza o caminho das linhas de força, reposiciona massas e texturas e modifica relações de escala. A público percebe essa Propagação ($\mathcal{P}$) como variação de direção e como mudança do eixo de gravidade visual. A Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$) encerra o ciclo. O participante ajusta o gesto pelo feedback imediato da projeção. O sistema generativo reescreve a cena a cada passo do laço, preservando coerência visual e evitando repetição literal. O desdobramento é uma deriva controlada que mantém o campo em metaestabilidade.

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) apresenta-se sem mediações opacas. A mão do partícipe (Figura 44) opera a composição de imagem e aciona camadas sonoras correlatas por meio do mesmo mapeamento gestual. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) define as bordas de funcionamento: precisão do rastreamento, latência de transporte até o motor de renderização, estabilidade da projeção, taxa de atualização. Essas bordas regulam o ganho do sistema e moldam o tempo da obra.

¹³³ Disponível em: <https://barretto.info/portfolio/spell/>. Acesso em: 05 Set. 2025.

O plano sensível emerge da leitura coletiva da orientação mutável. A plateia observa a imagem girar em resposta a ações simples. A copresença induz sincronias espontâneas de navegação, pois cada pessoa ajusta o gesto com base no que a projeção devolve ao grupo.

Figura 44 - Interação do público na obra 'SPELL' (2024) – Planetário de Brasília



Fonte: Acervo do III Immersphere *Full dome* Festival – Brasília/DF (2024) – (Foto: Micaelle Laegs)

A Composição Intensiva (⊙) decorre do acoplamento entre gesto, rotação espacial e geração por IA. Não há troca de cenas nem cortes, há variação contínua que se mantém inteligível porque os três eixos operam dentro de faixas estáveis e porque o sistema impõe amortecimento a mudanças rápidas. A experiência viva aparece como atualização situada. Cada interator que participa da obra se diferencia pelo conjunto de gestos, pelos parâmetros do modelo generativo e pelas respostas do espaço. Essa variação não depende de improviso arbitrário. Ela é função do desenho de mapeamentos e dos limites técnicos que sustentam a integridade do ambiente.

No contexto desta obra, a IAG tem papel estrutural, atua como cocriadora que mantém o tecido visual em transformação lenta e contínua. Essa autonomia relativa permite que a navegação por rotação produza sempre novas relações topológicas entre formas e texturas. O uso do *Leap Motion* evita dispositivos invasivos e favorece controle fino em curto aprendizado. A ideia

que os autores exploram como metáfora criativa do “guarda-chuva-portal” acrescenta uma superfície física de escala humana que reforça a ligação entre gesto e imagem, o que favorece legibilidade sem exigir interfaces complexas.

A obra propõe um deslocamento da interação de um regime paramétrico para um regime espacial. Em vez de “tocar” um efeito visual, o visitante altera a orientação do ambiente. A decisão reconfigura o papel do *fulldome* para meio navegável que responde ao corpo. A obra também estabelece um uso criterioso da IAG, não há ilusão de controle total sobre o conteúdo gerado. A autoria se distribui entre projeto, cálculo e gesto. O desenho de faixas, filtros e acoplamentos assegura previsibilidade suficiente para manter a experiência coesa e deixa espaço para surpresa local.

A obra ‘SPELL’ demonstra uma forma madura de interatividade imersiva e o gesto menor que orienta o mundo. A IAG sustenta variação material suficiente para manter interesse sem ruído. O desdobramento é uma prática estável, replicável e aberta, adequada a contextos de festival e de mediação pública, na qual o público ocupa o papel de navegador e a obra afirma o *fulldome* como espaço de orientação compartilhada.

4.2.14 El Macroscópio (2024)

A performance audiovisual El Macroscópio¹³⁴ (2024), realizada pelo coletivo colombiano Proyecto Aurora¹³⁵ (Daniel Shambo, Santiago Caicedo e Sebastián Hernández) e apresentada no ‘III Immersphere *Fulldome* Festival’ (Planetário de Brasília), instala no planetário um instrumento de navegação escalar operado pelo corpo. A obra alterna, sob controle do público, entre vastidões astronômicas e microestruturas celulares. Essa passagem não é efeito de montagem, mas resultado direto de um circuito gesto–sistema que reescreve, em tempo real, a relação entre ponto de vista, matéria visual e paisagem sonora.

O dispositivo central é um capacete interativo (Figura 45) com sensor de movimento acoplado a um motor audiovisual. Quem veste o capacete comanda zoom, rotação e translação do observador com as mãos em um ambiente virtual físico-sintético contínuo, no qual forma galáctica e morfologia celular compartilham o mesmo campo de forças. Os parâmetros visuais

¹³⁴ Vídeos da obra disponíveis em: <https://vimeo.com/843730774> - <https://vimeo.com/user26279073>. Acesso em: 05 Set. 2025.

¹³⁵ Proyecto Aurora é um coletivo colombiano fundado em 2022 por Daniel Shambo, Santiago Caicedo e Sebastián Hernández. Atua na interseção entre arte visual, som e tecnologia interativa, com foco na criação de experiências imersivas que demandam participação ativa do público. Sua abordagem é marcada pela colaboração multidisciplinar e pela exploração de novas formas de diálogo entre espectadores e ecossistemas digitais. O grupo desenvolve obras que integram controle físico, geração audiovisual e composição em tempo real, privilegiando a percepção expandida e a cocriação. <<https://dashambo.com/>> <<https://timboestudio.com/>> <<https://sebastianhernandez.co/>>

são ligados a respostas sonoras de textura, dinâmica e espacialização, de modo que cada variação de escala produz também um deslocamento acústico. A projeção hemisférica integra essas transformações e sustenta a leitura coletiva do gesto.

Figura 45 - Capacete interativo da obra ‘El Macroscopio’ (2024)



Fonte: Acervo do III Immersphere *FullDome* Festival – Brasília/DF (2024) – (Foto: Micaelle Laegs)

A Incitação ($\mathcal{I}$) ocorre quando o partícipe move as mãos e o sistema captura de modo contínuo as alterações da distância focal, orientação e posição do observador. Essa diferença simples propaga-se pelo sistema: a Propagação ($\mathcal{P}$) distribui a variação sobre a geometria do domo e sobre o espaço sonoro, reconfigurando densidades, direções e a própria sensação de horizonte. Em seguida, a Iteração ($\mathcal{I}_T$) fecha o ciclo: o partícipe ajusta o gesto pelo feedback audiovisual, enquanto o motor recalcula forças e trajetórias sem ruptura de cena. O desdobramento é uma deriva controlada entre macro e micro que se mantém em metaestabilidade.

O Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$) compõe imagem e o som de forma explícita; não há interface opaca entre corpo e cena. O Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) se precisão do sensor, latência de transmissão, renderização e coerência entre projeção e espacialização — atua como borda interna que regula ganho e tempo de resposta. O Sensível ($\mathcal{S}$) organiza-se na alternância de escalas: a plateia percebe o deslocamento do horizonte e o acoplamento áudio-imagem como variação de gravidade perceptiva. Da convergência desses polos nasce a Composição Intensiva ($\odot$), que sustenta a experiência viva como acontecimento singular em cada sessão.

A escolha do capacete torna o operador parte da cena: o público vê quem conduz e lê no corpo a origem das transformações, o que reforça copresença e legibilidade do *liveness*. O jogo entre macro–micro não funciona como alternância ilustrativa, mas como operador transdutivo que acopla física simulada, imagem e som a um mesmo regime de manipulação. ‘El Macroscópio’ propõe experimentação perceptiva: não apenas mostra mundos, mas permite modulá-los com o gesto, convertendo operação em estrutura e devolvendo ao espaço a potência de um meio associado.

4.3 Síntese

A análise das obras nesta seção revelou uma lógica processual comum que rege a criação de experiências vivas imersivas em tempo real no *fulldome*: uma sinergia dinâmica entre agência, matéria e tecnologia. O protocolo de leitura, centrado nos operadores transdutivos da Incitação ($\mathcal{I}$) $\rightarrow$ Propagação ($\mathcal{P}$) $\rightarrow$ Iteração ($\mathcal{I}_{\mathcal{T}}$), permitiu mapear como esta sinergia se materializa, consolidando o conceito de Composição Intensiva ($\odot$) como um fenômeno observável e concreto.

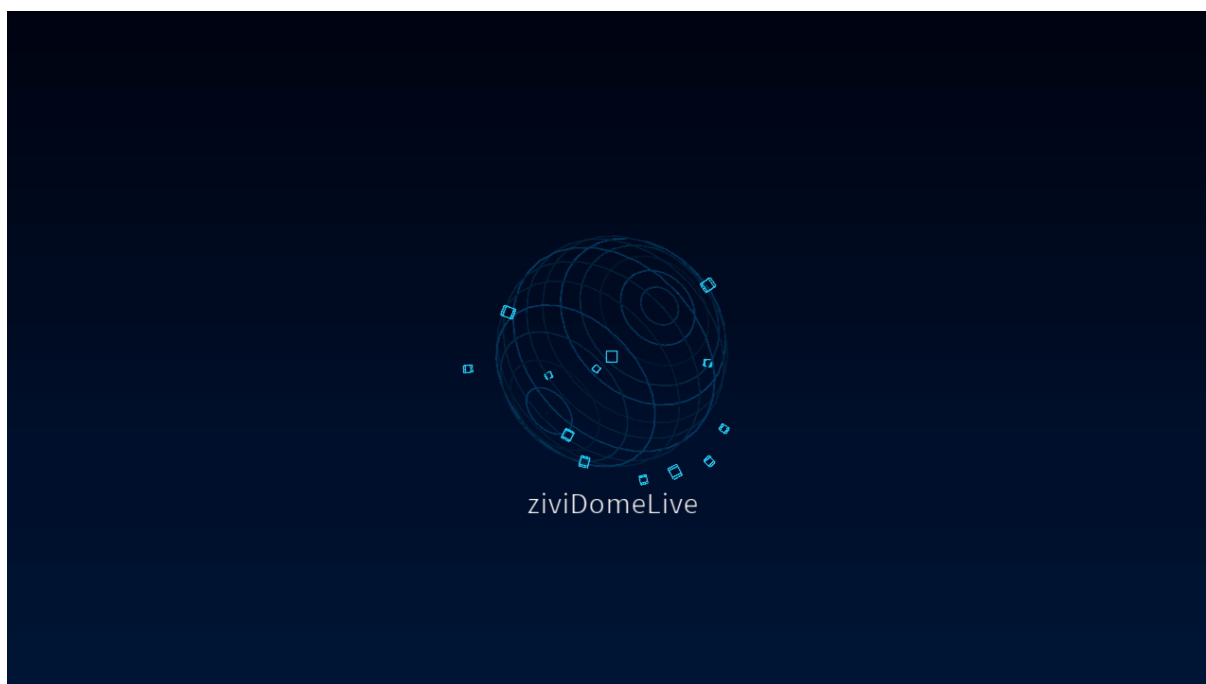
A materialização desta sinergia inicia-se na distribuição da agência. O protocolo tornou visível que o Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$), a força que incita o sistema, raramente provém de uma única fonte centralizada. Ele emerge da escuta mútua entre performers em ‘Electro-Acrylique’; dos movimentos e decisões coletivas do público em instalações como ‘ObE’ e ‘Botânica’; do diálogo entre o artista e as regras de comportamento autônomas do sistema generativo em ‘Créatures’; ou da manipulação direta de materialidades físicas em ‘Granular’ e ‘A Terra é Azul’. Essa agência múltipla é a condição primeira para a complexidade do acontecimento. Em cada caso, o Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) atua como um agente de transdução, uma força constitutiva que molda a resposta do sistema ao gesto. O desdobramento da interação entre a Incitação ($\mathcal{I}$) e o Limite Técnico ($\mathcal{L}_{\mathcal{T}}$) é devolvido ao ambiente como uma nova configuração audiovisual (estrutura), que por sua vez é percebida pelos agentes e informa suas próximas ações (operação). Esta retroalimentação constante que mantém o sistema em um estado de metaestabilidade produtiva, sempre em devir.

É precisamente essa complexa trama de interações — a agência distribuída que encontra as resistências produtivas do meio técnico que define a Composição Intensiva ($\odot$) em ato. Ela é a própria sinergia dinâmica, o modo de individuação das obras do Domo Vivo. Ao estabelecer esta gramática da sinergia na leitura das obras, a investigação está preparada para avançar da análise para o contexto da pesquisa-criação no desenvolvimento da biblioteca *ziviDomeLive*.

5 PESQUISA-CRIAÇÃO: A PRÁXIS DO DOMO VIVO EM *ziviDomeLive*

Esta seção aprofunda-se no processo criativo da biblioteca *ziviDomeLive*¹³⁶. Desenvolvida como o operador metodológico desta pesquisa, sua construção articula a processualidade do Domo Vivo ao próprio ato de codificar. A iteração entre o ser, o fazer e o pensar constitui o cerne deste modo de conhecimento (Nelson, 2022). Essa perspectiva se ancora no entendimento da codificação como meio expressivo e investigativo, em consonância com a literatura do *creative coding* (Zhang; Funk, 2021; Levin; Brain, 2021; Reas; Fry, 2014) e com abordagens críticas que tratam os estudos de software (*software studies*) como operador cultural (Fuller, Matthew, 2008; Manovich, 2013).

Figura 46 - *SplashScreen* da biblioteca *ziviDomeLive* (2025)



Fonte: Elaboração do Autor

A biblioteca *ziviDomeLive* (Figura 46) foi concebida para facilitar a criação de experiências audiovisuais e instalações interativas imersivas no contexto do *fulldome* digital em tempo real, apoiando-se no ambiente de codificação criativa para as artes integrado ao ecossistema do *Processing/Java* (Valentim, 2025). Sua infraestrutura provê recursos de gerenciamento de cenas 3D, renderização para modos de projeção e visualização imersiva, integrações externas para operação com outras *engines* e *softwares* (Valentim, 2024). Opera como meio associado

¹³⁶ VALENTIM, Victor. *ziviDomeLive*: Processing library for immersive fulldome visuals. Brasil: Zenodo, jun. 2025. DOI 10.5281/zenodo.15671506. Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive>. Acesso em: 08 Set. 2025.

sobre o qual artistas-programadores e a comunidade podem aprender, desenvolver, observar e transmitir conhecimentos, mantendo o foco na expressão artística, enquanto grande parte da infraestrutura técnica (como projeção em domo e desempenho em tempo real) é tratada internamente na integração da biblioteca ao ambiente de desenvolvimento *Processing – Processing Development Environment* (PDE)¹³⁷.

Neste contexto, a codificação para as artes emerge como uma prática constitutiva que gera saber situado. As seções a seguir examinam a *ziviDomeLive* a partir desta premissa: sua própria infraestrutura é imanente ao ambiente de pesquisa-criação no contexto do Domo Vivo.

5.1 A Práxis do Artista-Programador: Autonomia e Meios de Expressão

O desenvolvimento de uma biblioteca de *software* no campo da arte computacional transcende a mera resolução de um problema técnico. Constitui, fundamentalmente, um ato de posicionamento conceitual e político que inscreve a prática artística tecnológica em uma determinada cultura de produção e compartilhamento de conhecimento. Para situar a proposição da biblioteca *ziviDomeLive*, é imprescindível delinear o arcabouço filosófico que a sustenta, partindo da discussão sobre a agência do artista-programador na conformação de seus próprios meios de expressão e a ética do *software* de código aberto (*open source*) que define o ecossistema no qual ela se insere.

Segundo Reas (2017), é fundamental que artistas visuais e designers mantenham autonomia sobre seus próprios ambientes de criação digital. O autor argumenta que a dependência de plataformas proprietárias desenvolvidas por corporações limita a liberdade criativa, uma vez que esses sistemas não podem ser livremente modificados ou expandidos. O autor defende o desenvolvimento de sistemas pelas próprias comunidades de criadores, moldados para atender às suas necessidades e desejos específicos (Reas, 2017).

Nesse contexto de autonomia e desenvolvimento de sistemas criativos, o ecossistema *Processing* emerge como uma materialização desse ideal. Concebido em 2001 por Casey Reas e Ben Fry enquanto estudantes de pós-graduação no *MIT MediaLab* e integrantes do *Aesthetics and Computation Research Group* de John Maeda, o projeto nasceu como um “caderno de esboços (*sketch*) de *software*” para o ensino de programação em um contexto visual, evoluindo para um ambiente de desenvolvimento profissional que se mantém, desde sua origem, como uma alternativa de código aberto e gratuita aos sistemas proprietários. Sua filosofia pedagógica, focada na simplicidade e na obtenção de resultados visuais imediatos, foi fundamental para

¹³⁷ Disponível em: <https://processing.org/environment/>. Acesso em: 12 Set. 2025.

consolidar a codificação como parte essencial da prática criativa de uma nova geração de artistas programadores e designers (Reas; Fry, 2022).

A Processing Foundation¹³⁸ (2018) entende que a força de seu *software* não reside apenas no código-fonte principal, mas na comunidade que o utiliza e o expande. O *Processing* se consolidou como um ecossistema colaborativo, onde as contribuições dos usuários são o pilar de sua contínua evolução e relevância. Nesse sentido, o exemplo mais claro do poder dessa colaboração se manifesta no desenvolvimento de bibliotecas:

As contribuições mais essenciais da comunidade para o *Processing* são as bibliotecas. Existem centenas de bibliotecas *Processing* que ampliam o *software* em diferentes direções além do núcleo. [...] As Bibliotecas são peças independentes de *software* que se integram à linguagem *Processing*. A maioria das Bibliotecas é desenvolvida por membros independentes da comunidade, e o código-fonte e os exemplos são disponibilizados para que todos possam usar e aprender. (Processing Foundation, 2018, [s.p], t.n.)¹³⁹

Nesse contexto, torna-se crucial distinguir o que é o *software* e o que são as bibliotecas. O *software* (como o *Processing*) pode ser entendido como o ambiente de desenvolvimento fundamental (o ateliê digital que oferece a linguagem essencial para a criação). As bibliotecas, por sua vez, constituem um vocabulário de códigos especializados (uma expansão da linguagem) que se acopla a esse ambiente para realizar tarefas específicas ausentes no núcleo do *software*. É nessa lacuna que se situa o papel do artista-programador: ele não atua apenas como usuário, mas como desenvolvedor que, diante de uma necessidade expressiva ou técnica, tem a possibilidade de desenvolver sua própria biblioteca ou aplicação. Ao fazer isso, o artista-programador não apenas soluciona uma questão particular, mas efetivamente amplia o potencial expressivo do próprio meio, expandindo o vocabulário técnico e estético disponível para si e para a comunidade.

5.2 Por que ziviDomeLive? Desafios e motivações

A motivação principal para o desenvolvimento de *ziviDomeLive* decorreu da constatação da ausência de um ambiente unificado, em código aberto (*open source*), que viabilizasse a criação de experiências imersivas baseadas em codificação e arte generativa 3D para *fulldome* em tempo real. Nos projetos de performance audiovisual que venho produzindo, essa lacuna se

¹³⁸ Disponível em: <https://processingfoundation.org/>. Acesso em: 8 set. 2025.

¹³⁹ PROCESSING FOUNDATION. A Modern Prometheus. 8 jun. 2018. Processing Foundation. [Medium]. Disponível em: <https://medium.com/processing-foundation/a-modern-prometheus-59aed94abe85>. Acesso em: 8 set. 2025.

manifestava na fragmentação de recursos: *shaders* específicos para criação do padrão *dome-master* limitados à captura da cena em 180° e ausência de integração de saída direta com sistemas externos para gravação (registro) e transmissão. A dispersão técnica não apenas comprometia a integração entre prática artística e pesquisa, mas também criava um obstáculo significativo para compartilhar com a comunidade processos de ensino e aprendizado da codificação para as artes nesse contexto. Desta dupla tensão (técnica e pedagógica) emergiu a decisão de iniciar o desenvolvimento da biblioteca.

O principal desafio estava na implementação de um sistema de captura cúbica (*cube-map*) para transduzir as cenas 3D desenvolvidas no ecossistema de codificação do *Processing* para projeção na cúpula hemisférica. O desenvolvimento dos sistemas para as performances e instalações audiovisuais em si já demandam uma carga de trabalho intensa e reconstruir esta captura para cada projeto específico tornou-se inviável.

Esta condição de captura completa em 360° para o desenvolvimento de obras imersivas é fundamental, escalonável de forma adequada para o mapeamento no domo e para transformações como rotação nos eixos, além do movimento de câmera pelo espaço da cena. Essas demandas específicas, bem atendidas em *engines* proprietárias (como *TouchDesigner*, *Vuo*, *Unity*, *Unreal*), permaneceram insuficientes para o meu propósito. Não apenas da necessidade de um ambiente para codificação orientada à arte computacional que possibilitasse a gestão de cenas em 360°, mas também do desejo de estruturar e compartilhar um fluxo de trabalho que pudesse servir a outros artistas, pesquisadores e estudantes, como prática de ensino e criação, articulando programação a uma pedagogia aberta e acessível.

A experiência do estágio docência realizado na UFMG na disciplina do curso de *Design* ‘Oficina de Percurso II’ no 1º semestre de 2022, sob a supervisão da Prof.^a Marília Lyra Bergamo antecedeu esse desenvolvimento e operou também como campo de motivação. Ao propor exercícios introdutórios em *Processing* e *P5.js*¹⁴⁰, exploramos com os estudantes os princípios da codificação, articulando visualidade, temporalidade e interatividade. Esse percurso do estágio resultou também na publicação do artigo ‘*Graphic Design with Creative Coding: Using Abstract Art as Bidimensional Logic in Project Development*’ (2024), no *DAT Journal*¹⁴¹, no qual sistematizamos parte dessa prática docente e seus desdobramentos metodológicos (Bergamo; Silva; Valentim, 2024). Sobre essa prática, Reas e Fry (2014) destacam que: “Ensinar técnicas de programação e, ao mesmo tempo, apresentar a teoria básica permite que os

¹⁴⁰ Disponível em: <https://p5js.org/>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁴¹ Disponível em: <https://datjournal.anhembibrasil.br/dat/article/view/852>. Acesso em: 08 Set. 2025.

alunos explorem suas ideias diretamente e desenvolvam uma compreensão e intuição sobre interatividade e mídia digital.” (Reas; Fry, 2014, p.5, t.n.).

Tal perspectiva evidencia que a aprendizagem da codificação não se limita à memorização de comandos, mas envolve a construção de abstrações progressivas, nas quais o pensamento humano deve ser continuamente transduzido para a lógica formal da máquina. Melanie Mitchell (2021) observa que “nenhum sistema de IA atual está nem perto de ter a capacidade de formar abstrações ou analogias semelhantes às humanas” (Mitchell, 2021, p. 79, t.n.) reforçando o papel singular da cognição humana na criação de pontes entre concepções subjetivas e estruturas algorítmicas. Assim, aprender a programar constitui um desafio particular para estudantes de artes e design, que precisam articular seus repertórios expressivos à precisão da linguagem computacional. Nesse sentido, Zhang e Funk (2021) enfatizam que os processos de *creative coding* demandam mediações pedagógicas capazes de articular prática e teoria, favorecendo que os estudantes desenvolvam intuições conceituais ao mesmo tempo em que aprendem a operar a lógica da máquina:

Quando falamos sobre “codificação” como uma prática, tentamos combinar o processo criativo com o pensamento computacional. Ao longo dos anos, nossos estudantes de arte ou design, inevitavelmente, encontram problemas semelhantes. Eles frequentemente fazem perguntas como “por que precisamos aprender a codificar?”, (...) “eu poderia entender bem os exemplos (a partir das referências do *software* de programação), mas não posso fazer minha ideia apenas usando esses exemplos, como fazer isso?”. Estas perguntas apontam para a dificuldade de aprender a codificar e aprender uma nova linguagem. Parece que há uma grande desconexão da codificação “inteligente” da prática criativa. Há um entendimento comum de que a expressão criativa é alimentada pela inspiração e dirigida pela intuição. Em contraste, “codificar” ou trabalhar com tecnologia parece ser muito racional e bem pensado. (...) A codificação criativa é apenas um pouco “inteligente” no início. Logo depois, ela se transformará em algo intuitivamente criativo (Zhang; Funk, 2021, p. 5-6, t.n.)

A resolução de um desafio com essa dupla natureza (técnica e pedagógica), que entrelaça a prática da codificação, a expressão artística e a prática pedagógica, não poderia se dar por um caminho puramente técnico ou teórico. Exigiu-se uma abordagem em que o próprio ato de construir a biblioteca se tornasse o campo da investigação.

5.3 A pesquisa como prática e proposição situada

Esta abordagem encontra seu enquadramento metodológico na Pesquisa como Prática — Practice as Research (PaR). A justificativa para esta abordagem reside na premissa de que a investigação das qualidades de um fenômeno complexo e experiencial como o Domo Vivo não pode ser plenamente realizada por meios puramente teóricos ou observacionais. Conforme es-

tabelecem Candy, Edmonds e Vear (2022), a “centralidade da prática” é um pilar da PaR, significando que o ato de codificar não é uma etapa auxiliar, mas o próprio cerne da pesquisa (Candy; Edmonds; Vear, 2022). Nesse sentido, Lyle Skains (2018) argumenta que a prática criativa é concebida como um “experimento projetado para responder a uma questão de pesquisa” (Skains, 2018, p. 85, t.n), no qual a construção iterativa da biblioteca explora e aborda diretamente os problemas investigados.

Essa orientação corresponde ao que Robin Nelson (2022) define como “praxis multimodal”, conceito que articula a indissociabilidade entre teoria e prática na afirmação: “Praxis é ser-fazer-pensar, rejeitando a dicotomia entre teoria e prática” (Nelson, 2022, p. 19, t.n.). No desenvolvimento da *ziviDomeLive*, essa tríade se materializa de forma explícita: o pensar se manifesta na concepção de algoritmos, o fazer na escrita e depuração do código, e o ser na imersão do pesquisador no processo. Assim, a *ziviDomeLive* configura-se como artefato e experimento metodológico: cada linha de código traduz uma hipótese sobre como o Domo pode ser constituído como espaço de criação. O conhecimento emerge como saber incorporado, manifesto na experiência direta, na interação com o ambiente (Nelson, 2022).

A *ziviDomeLive* é, portanto, uma proposição situada, o que implica que o conhecimento gerado é intrinsecamente contextual, e não universal, partindo do princípio de que “todo saber é situado” (Nelson, 2022, p. 12). Para que o conhecimento tácito inerente a essa prática seja explicitado e validado, a reflexividade técnica e a documentação sistemática são cruciais. Abordagens como a auto-etnometodologia (Skains, 2018), através de logs de pesquisa, e o uso de sistemas de controle de versão (*Git*), transformam o “saber-fazer” em dados analisáveis. Essa documentação da reflexão é o que permite externalizar o saber em conhecimento comunicável e passível de avaliação pela comunidade acadêmica (Candy; Edmonds; Vear, 2022).

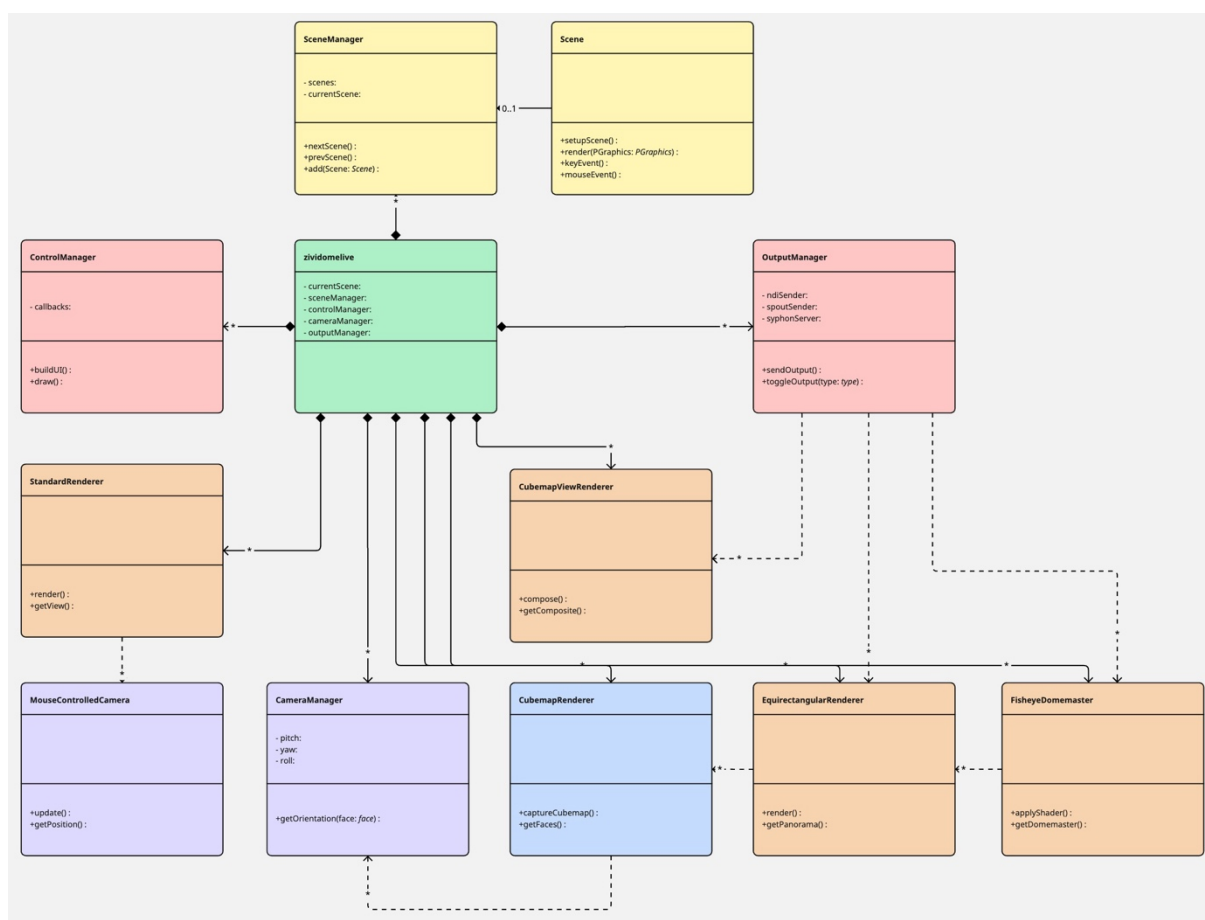
Com estas questões, *ziviDomeLive* atua como proposição em regime de atualização contínua, mantida em abertura pela prática. A biblioteca não resolve definitivamente as questões da criação imersiva em ambientes de codificação *open source*, mas organiza gestos de codificação e modos de transmissão do conhecimento, afirmando-se como operador metodológico. Desse posicionamento, avanço para a análise de sua arquitetura interna, observando como a organização do código, dos exemplos e das integrações compõem uma instância do ecossistema processual e relacional do *fulldome* em tempo real voltado à criação imersiva.

5.4 *ziviDomeLive* como operador metodológico no Domo Vivo

A partir da articulação entre pesquisa prática e arcabouço metodológico, estabeleci os princípios orientadores que estruturam *ziviDomeLive* como meio expressivo e, intrinsecamente, como operador metodológico desta pesquisa. Adotei como critério o equilíbrio entre a estabilidade técnica exigida por performances em tempo real e a abertura à dimensão poética da composição audiovisual. Esses princípios orientam a biblioteca como meio associado que permanece em processo de atualização e aperfeiçoamento contínuos.

Descrevo a arquitetura da biblioteca como instância operacional no contexto do Domo Vivo. O desenho modular não responde apenas a uma necessidade técnica de organização, mas também a um princípio pedagógico: tornar visível o percurso entre composição de cena, preparo e execução, e difusão. Assim, o sistema opera como infraestrutura que acompanha o gesto e mantém abertura para decisões criativas durante o uso.

Figura 47 - Diagrama de classes UML básico da Biblioteca *ziviDomeLive*



Fonte: Elaboração do autor em Miro

O diagrama de classes¹⁴² baseado em linguagem de modelagem unificada – *Unified Modeling Language* (UML) (Figura 47) representa por cores, em termos conceituais, a articulação entre os principais elementos do fluxo: cenas criadas pelo artista-programador, módulos de renderização (amarelo), controles de câmeras (roxo), saídas externas (vermelho) e interface de usuário (UI). No centro (verde), o núcleo de coordenação (classe principal *zividomelive*¹⁴³) administra a cena em execução, convoca os métodos previstos pelo modelo de integração e distribui o desdobramento para diferentes modos de visualização (laranja) e canais de saída. O foco do diagrama é evidenciar o encadeamento e as dependências entre partes, preservando a legibilidade geral do processo operativo.

Cada módulo representa uma camada criativa do processo, esta clareza arquitetural torna a biblioteca extensível e adaptável, apoiando tanto a pesquisa individual quanto a articulação pedagógica em contextos de ensino e oficinas. Estas camadas podem ser lidas do ponto de vista do processo e o arranjo procura equilibrar clareza operacional e espaço para experimentação:

1. A cena, onde se concentra lógica interna, interação e composição;
2. A organização espacial, responsável por estruturar a captura e a orientação do ponto de vista;
3. A transdução por *shaders*, que desloca o conteúdo para diferentes modos de projeções;
4. As saídas, que integram o trabalho a outros *softwares* e contextos de apresentação.

No nível mais elementar e pré-individual de sua operação (exemplo *EmptyProject*)¹⁴⁴, a biblioteca *ziviDomeLive* é instanciada no interior do ambiente PDE do *Processing*, assumindo desde o início o papel de centro operativo e renderização da aplicação imersiva (Figura 48). Essa instância estabelece a ponte entre o esboço (*sketch*) do artista-programador e o conjunto de serviços internos da biblioteca, de modo a orquestrar o fluxo de execução da cena: da preparação inicial à renderização em tempo real. Esta arquitetura favorece consistência pela regularidade do ciclo, separação de responsabilidades e reuso (pela modularidade), sem restringir a

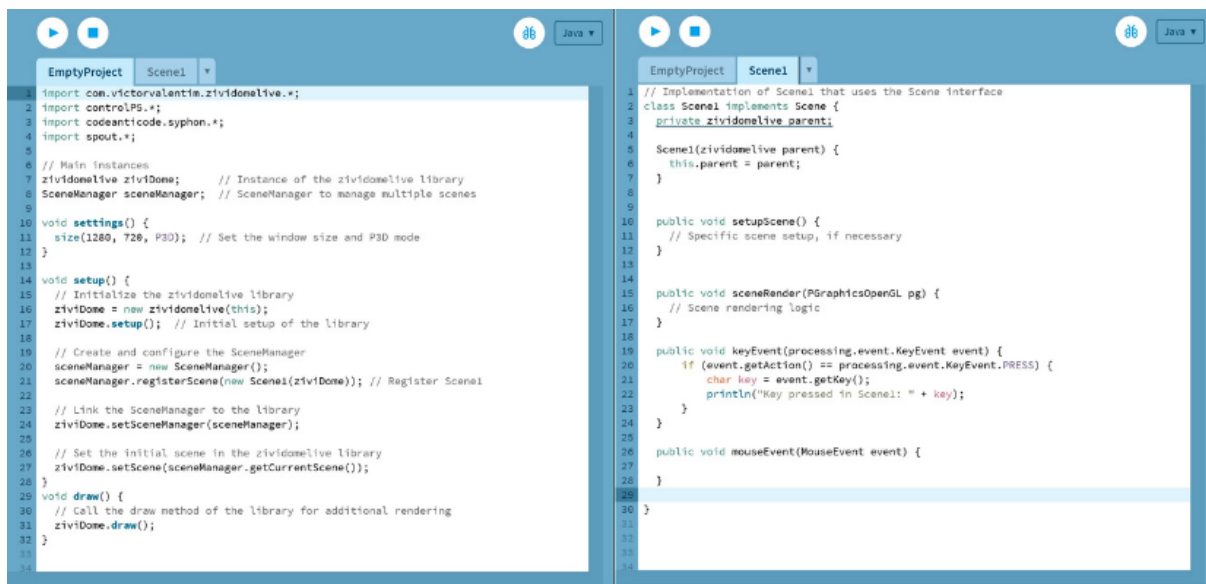
¹⁴² Em uma biblioteca de software, as classes constituem unidades fundamentais de organização e reutilização de código. Cada classe encapsula atributos (dados) e métodos (comportamentos) relacionados a uma determinada funcionalidade, servindo como modelo para a criação de objetos. Reunidas em pacotes, as classes de uma biblioteca oferecem um conjunto estruturado de recursos que podem ser importados e instanciados em diferentes programas, promovendo modularidade e abstração. Cf. Schildt; Coward, 2024, p. 119.

¹⁴³ Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive/blob/main/src/main/java/com/victorvalentim/zividomelive/zividomelive.java>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁴⁴ Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive/tree/main/examples/EmptyProject>. Acesso em: 08 Set. 2025.

elaboração estética da cena. Na prática, isso significa poder substituir, encadear ou ajustar módulos conforme a necessidade de criação e de apresentação, mantendo o percurso técnico inteligível para quem opera e para quem aprende

Figura 48 - *Processing* PDE com exemplo elementar de *ziviDomeLive*



Fonte: Elaboração do autor

A partir desse panorama, aprofundo o entendimento sobre a concretização da técnica de *ziviDomeLive* em três movimentos complementares: incitação (modelo de cena e UI), propagação (organização espacial, transdução e integrações) e iteração (desenvolvimento e documentação). Essa tríade organiza a análise que segue e fundamenta a leitura da biblioteca como operador metodológico desta pesquisa. O desenho modular favorece a experimentação pedagógica, ao tornar visível a estrutura do processo combinada à abertura para integrações externas, sustenta a prática performativa em tempo real. A biblioteca *ziviDomeLive*, nesse sentido, não opera como instância determinante, mas como infraestrutura que acompanha o gesto criativo e se deixa atualizar a cada uso.

5.4.1 Incitação: *Scene* e UI

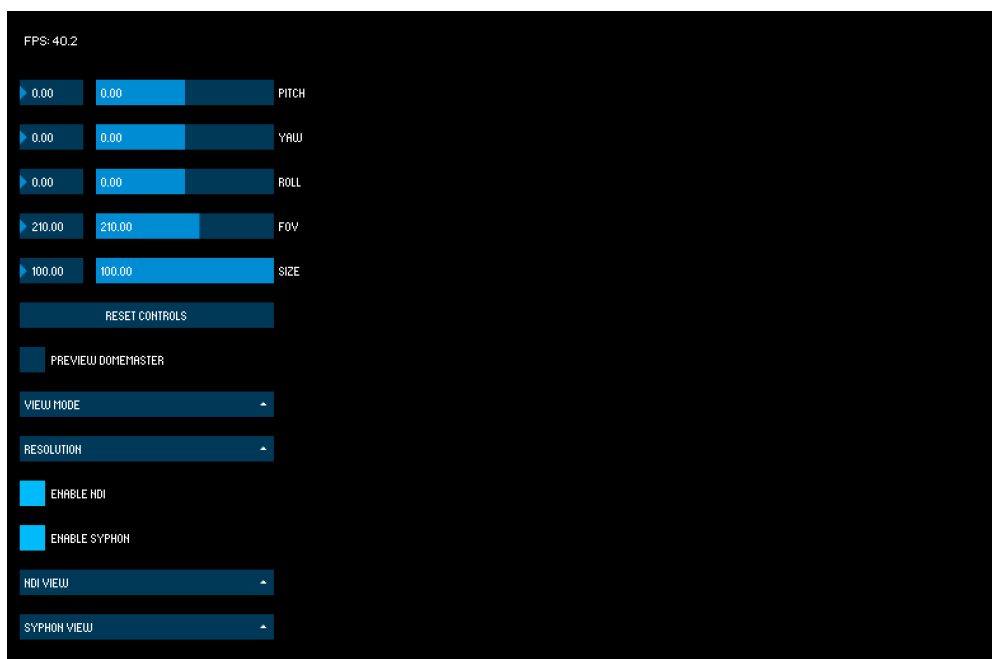
A incitação é o ponto de partida do processo: a cena é concebida pelo artista-programador no padrão da interface¹⁴⁵ de classe *Scene*. Cada cena é uma classe independente em que se

¹⁴⁵ Em Java, interface é um contrato que declara o que uma classe deve oferecer (assinaturas públicas e constantes), sem fixar como fazê-lo. A implementação cabe às classes: para implementar uma interface, a classe deve fornecer o conjunto completo de métodos exigidos, podendo definir livremente seus detalhes; várias classes podem implementar a mesma interface e uma classe pode implementar várias interfaces. Sem estado próprio, a interface pode

concentra lógica interna, interação e composição visual. Inscrita no *SceneManager*, ela passa a integrar um conjunto disponível para atuação; o núcleo do *Processing* apenas hospeda e articula a sua execução, sem antecipar as decisões que pertencem ao gesto criativo. No plano operativo, a cena assume um mínimo funcional: um método de inicialização (*setupScene()*) para preparar estados e recursos; um método de desenho (*sceneRender(pg)*) para materializar o quadro; e rotinas de interação que respondem a teclado, mouse e à mediação da interface. A referência ao núcleo serve para solicitar serviços quando necessários (por exemplo: alternar a vista ou encaminhar uma saída), preservando a distinção entre criação e infraestrutura. O andamento nasce do encontro entre o que a cena propõe e o que o ambiente devolve a cada iteração.

Ao construir o seu projeto, o artista-programador pode criar uma quantidade ilimitada de classes de cena no padrão de integração da interface *Scene*, registrá-las no construtor do *sketch* principal, alterná-las em sequência usando as setas laterais do teclado ($\leftarrow \rightarrow$), desenvolver a programação gráfica em 3D, incluir a lógica de operação necessária e utilizar outras bibliotecas (internas ou da comunidade) do ecossistema *Processing*, de acordo com suas escolhas estéticas e com o seu nível de aprofundamento técnico-criativo no contexto.

Figura 49 - Interface de usuário (UI) da biblioteca *ziviDomeLive*



Fonte: Elaboração do autor

incluir métodos *default*, *static* e *private* de apoio, viabilizando polimorfismo (“uma interface, múltiplos métodos”) e resolução dinâmica em tempo de execução, com baixo acoplamento e favorecendo composição. – Cf. Schildt; Coward, 2024, p. 210.

A interface de usuário – *User Interface* (UI) (Figura 49) são os controles interativos que estão disponíveis na tela principal do projeto (*sliders*, botões e listas). Construída com apoio da biblioteca *ControlP5*¹⁴⁶, atua como mediação no decorrer da sessão. Nela os parâmetros de atuação podem ser modificados em tempo real pelo artista-programador para ajustar a cena e monitorar a qualidade e a carga de processamento da máquina.

Os parâmetros que podem ser articulados são: monitor de fps, rotação da cena aplicando *quaternions*¹⁴⁷ nos eixos XYZ (*pitch*–X, *yaw*–Y e *roll*–Z), angulação de campo de visão – *field of view* (FOV) aplicado ao meridiano do *domemaster*. (0° a 360°), tamanho e preview, escolha de modo de visualização (*View Mode*), ajustes de resolução, encaminhamento de saídas (biblioteca *Syphon*¹⁴⁸ (MacOS) / biblioteca *Spout*¹⁴⁹ (Windows) / *Network Device Interface*¹⁵⁰ (NDI) (rede)). Elementos que permitem acompanhar o que a cena apresenta e afiná-la em curso. O desenho privilegia coerência de faixas, para que as decisões se façam em diálogo com aquilo que emerge na imagem e na interação.

Esse arranjo favorece a prática e o ensino. Como módulos recombináveis, as cenas podem ser trocadas, encadeadas ou reaproveitadas sem reescrever a base. A separação entre código de cena e articulação do sistema confere legibilidade ao processo e facilita a documentação e partilha em oficinas e ensaios: cada cena opera como estudo autônomo que pode ser observado, ajustado e transmitido. A partir dessa incitação, passo à propagação, em que o material produzido na cena se desdobra para os formatos imersivos e para as integrações externas.

5.4.2 Propagação: *Cubemap*, *Shaders* e Integrações

Se a interface *Scene* organiza a incitação da prática, a propagação expande o material visual para os múltiplos formatos imersivos: hemisféricos e panorâmicos. Esse movimento se apoia num regime de transdução: operações que transformam a imagem da cena em modos projetivos distintos sem desfazer sua coerência interna. A propagação não encerra a criação; ela a distribui no espaço técnico, mantendo abertura para ajustes em curso.

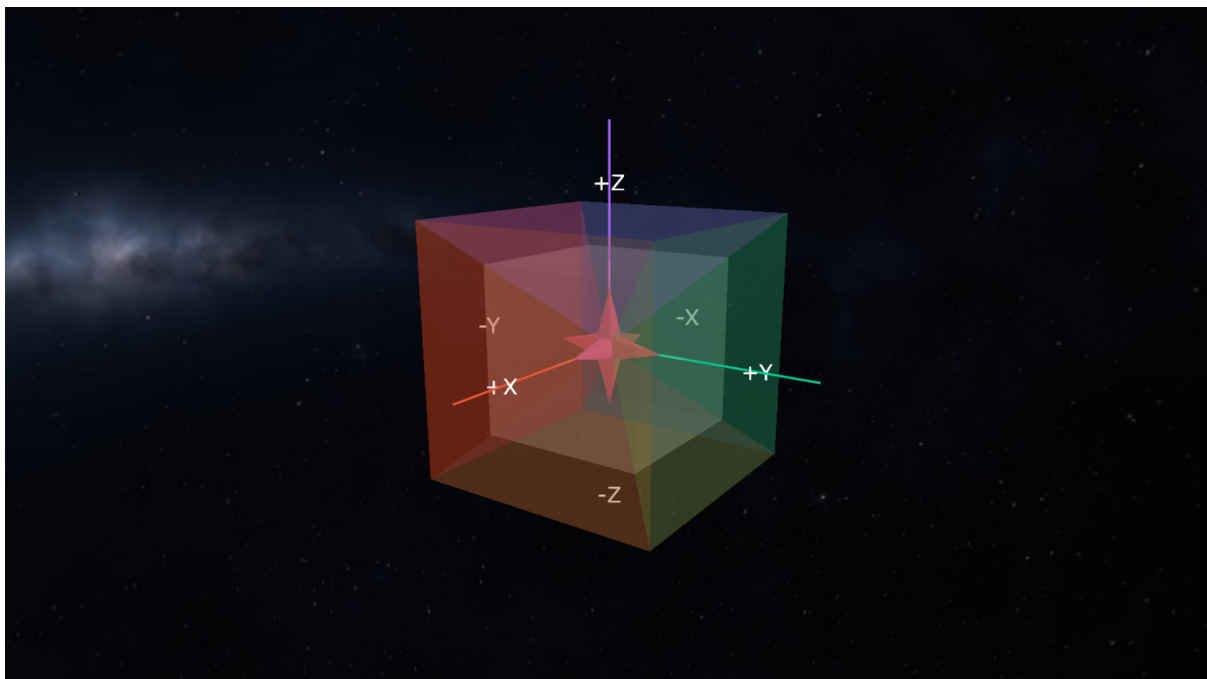
¹⁴⁶ Disponível em: <https://github.com/sojamo/controlp5>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁴⁷ Na computação gráfica, a rotação de uma cena pode ser representada por *quaternions* unitários, que codificam transformações nos três eixos fundamentais: *pitch* (X), *yaw* (Y) e *roll* (Z). Diferentemente da rotação por ângulos de Euler, os *quaternions* evitam o *gimbal lock*, permitem compor rotações por multiplicação e asseguram interpolações suaves entre orientações. Assim, a rotação da cena pelos eixos XYZ é descrita de forma estável e contínua por meio desse formalismo matemático. – Cf. Weisstein, 2004.

¹⁴⁸ Disponível em: <https://github.com/Syphon/Processing>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁴⁹ Disponível em: <https://github.com/leadedge/SpoutProcessing>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁵⁰ NDI foi Implementado no projeto com apoio da biblioteca *Delovay* (Java) por não haver biblioteca específica no ecossistema *Processing*. Disponível em: <https://github.com/WalkerKnapp/devolay>. Acesso em: 08 Set. 2025.

Figura 50 - Captura Cúbica da cena 3D (*Cubemap*)

Fonte: Elaboração do autor em *plotly.js*

No procedimento adotado na implementação da biblioteca, parto da captura cúbica (*cubemap*), que reúne a cena em 6 vistas ortogonais (Direita +X, Esquerda -X, Cima +Y, Baixo -Y, Frente +Z, Traseira -Z) como ilustrado na Figura 50, para formar uma matriz comum com 6 *framebuffers* (FBO)¹⁵¹ implementados por metodologia de acoplamento utilizando objetos nativos do Processing (PGraphics)¹⁵².

Em seguida, o sistema propaga a transdução das coordenadas cartesianas tridimensionais da cena para coordenadas polares nos modos de projeções cartográficas através de *shaders OpenGL Shading Language* (GLSL): a matriz cúbica é propagada para mapa *equirectangular*¹⁵³ (latitude-longitude, proporção 2:1) e para o padrão *domemaster*¹⁵⁴ (azimutal equidistante). O encadeamento que reconfigura a presença da cena nos suportes sem reescrever sua lógica.

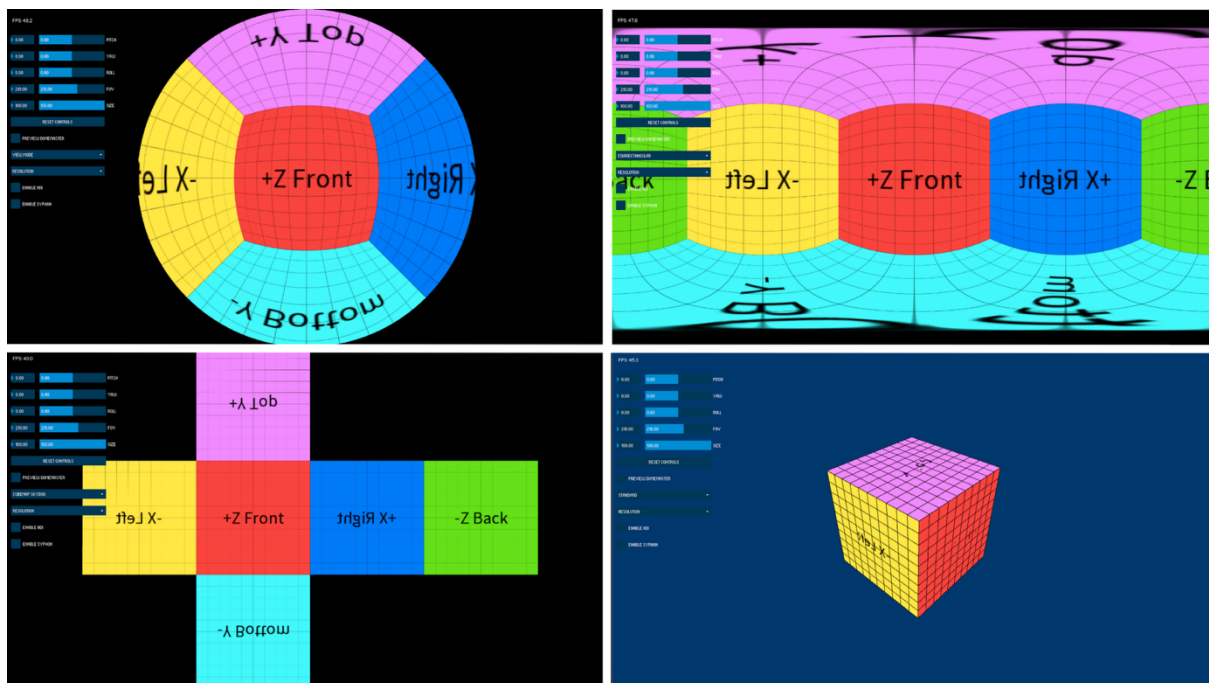
A propagação da cena para os modos de visualização tridimensional se caracterizam como principal contribuição operativa da biblioteca *ziviDomeLive* no contexto criativo para articulação da noção de Domo Vivo ao ensino e aprendizagem de codificação para as artes.

¹⁵¹ Disponível em: <https://learnopengl.com/Advanced-OpenGL/Framebuffers>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁵² Disponível em: <https://processing.org/reference/PGraphics.html>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁵³ Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive/blob/main/shaders/equirectangular.frag>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁵⁴ Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive/blob/main/shaders/domemaster.frag>. Acesso em: 08 Set. 2025.

Figura 51 - Calibração dos modos de visualização em *ziviDomeLive*

Fonte: Elaboração do autor em *ziviDomeLive* (Processing/Java)

A captura cúbica é obtida em quatro modos de visualização em tempo real. A vista ativa é escolhida conforme a situação de trabalho: (a) *domemaster*, (b) *equirectangular*, (c) *cubemap* *skybox* ou (d) padrão (perspectiva). Essa escolha opera como enquadramento de apresentação e análise. Em ensaio, posso permanecer na vista padrão para acompanhar detalhes; em performance, alternar para o *domemaster*; em documentação, registrar a *equirectangular*. A interface reúne esses modos e os parâmetros de transdução/projeção em um painel único (ver Figura 51).

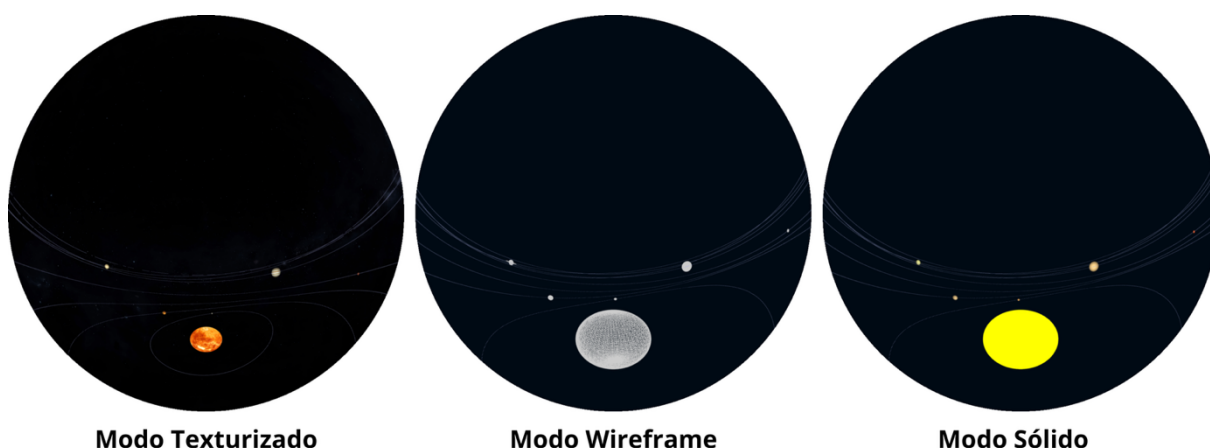
A propagação também inclui as integrações que conectam a biblioteca a outros *softwares*. Por meio delas, a imagem circula entre outros *softwares* e aplicações: ambientes de *VJing*, *engines* 3D e *softwares* para captura e gravação, possibilitando arranjos híbridos de criação. A janela local e as saídas externas podem divergir, por exemplo: trabalhar em *domemaster* na tela e enviar *equirectangular* para outra *engine*, ampliando as formas de acompanhamento e registro sem interromper a cena.

Deste modo, entendo a propagação neste contexto como mediação espacial e interoperável, em que o a captura cúbica oferece generalidade, a transdução provê modos de presença e as integrações abrem circuitos de colaboração. A propagação adquire consistência apenas quando sustentada por um regime constante de iteração: é no ciclo de uso, ajuste e registro que a biblioteca se estabiliza como prática sem perder sua abertura a novos arranjos.

5.4.3 Iteração: Ciclo de Exemplos, Cenas e Afinação da Biblioteca

No contexto da biblioteca, a iteração é o processo de afinação em uso. Através da criação de cenas, oficinas e na apresentação de performances que emergem as necessidades para ajustes, implementações futuras e fluxo de manutenção e desenvolvimento. A iteração atua em modo contínuo de trabalho que recolhe indícios, incorpora e desdobra critérios para decisões seguintes. Registro configurações, decisões e desdobramentos em exemplos, anotações e no repositório Github, de modo a tornar repetíveis os procedimentos e partilháveis os aprendizados. Esse registro retroalimenta o ensino: cada cena pode funcionar como estudo com objetivos e parâmetros claros, apto a ser retomado em contextos distintos.

Figura 52 - Quadro de capturas da cena do exemplo SolarSystem (2025)



Fonte: Elaboração do autor em *ziviDomeLive* (Processing/Java)

O exemplo SolarSystem¹⁵⁵ ocupa posição central na trajetória de desenvolvimento de *ziviDomeLive*. O sistema da cena articula a visualização científica e simulação do sistema solar — Sol, planetas e luas em movimento orbital, envoltos por esfera celeste estrelada — e estabelece um ambiente de experimentação sensível na biblioteca. O sistema emprega a classe *PhysicsEngine* que atua como motor de cálculo das posições e velocidades orbitais dos corpos celestes segundo dinâmica de orbitação elíptica baseada nas leis de Kepler (Weissman, 2007, p. 3), com dados articulados à época J2000 de proveniência do sistema de efemérides JPL Horizons¹⁵⁶ (NASA/JPL), assegurando coerência temporal entre parâmetros e trajetórias. Em termos dinâmicos, os planetas e luas estão em movimento orbital contínuo: a cada frame, suas

¹⁵⁵ Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive/tree/main/examples/SolarSystem>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁵⁶ Disponível em: <https://ssd.jpl.nasa.gov/horizons/>. Acesso em: 13 Set 2025.

posições são recalculadas de acordo com a passagem do tempo simulado. O usuário pode interagir para modificar a temporalidade (por exemplo, teclas + e - aceleram ou desaceleram o fluxo do tempo, mudando o fator de escala de tempo). Há também a possibilidade de pular para uma data específica: o sistema solicita uma data/hora no padrão de Tempo Universal Coordenado (UTC) e, se fornecida, recalcula a posição de todos os corpos celestes para correspondê-la, reposicionando segundo seus parâmetros orbitais, além da implementação do sistema de navegação de câmera completo (posição, rotação, direção) pelo espaço da cena controlado pelo *mouse*.

A complexidade desse desenvolvimento orientou correções e refinamentos no código-base da biblioteca, consolidados nas últimas versões publicadas no repositório oficial no Github, e guiou decisões sobre organização de funcionalidades e refinamento do pipeline de processamento gráfico. O valor da cena está na capacidade de evidenciar relações de escala, ritmo e visualização, criando condições claras para observar e intervir nos modos de composição imersiva.

Na prática, o SolarSystem torna legíveis aspectos da experiência imersiva em *fulldome*: a emergência de costuras quando corpos cruzam fronteiras de projeção; a resposta de texturas e luzes ao deslocamento orbital; e os efeitos de ajustes de escala na percepção de proporção e profundidade. As órbitas contínuas operam como estrutura de referência, permitindo identificar necessidades de afinação e abrir direções compositivas. A implementação demonstra a potência da integração entre dados astronômicos, texturas e controles interativos. Parâmetros orbitais foram salvos em um arquivo *JavaScript Object Notation* (JSON) são convertidos em movimento visível; texturas de alta resolução adensam a presença dos corpos; variáveis de escala reequilibram proporções e distâncias; camadas informativas (órbitas, legendas, nomes) e a própria temporalidade são ajustáveis em tempo real.

A cena constitui um campo de aprendizagem e invenção, no qual artistas e desenvolvedores podem acompanhar como pequenas variações repercutem na experiência. No contexto da biblioteca, o SolarSystem atua simultaneamente como campo de afinação e como referência de refinação, na medida em que cada alteração no núcleo é confrontada com a execução da cena para verificar a inteligibilidade das relações de movimento, escala e visualização. Assim, o exemplo participa ativamente da consistência metodológica do *ziviDomeLive*.

No horizonte da pesquisa-criação, a iteração aparece como convivência com as materialidades do código, e o SolarSystem materializa a gramática do Domo Vivo: um regime de variação contínua em que cada gesto técnico possui dimensão estética e pedagógica. O exemplo evidencia o entrelaçamento entre artes e ciências astronômicas: a modelagem orbital, oriunda

de práticas científicas, converte-se em matéria para experimentação artística; escalas manipuladas, camadas visuais, ritmos temporais oferecem modos de perceber fenômenos astronômicos e de orientar decisões de composição.

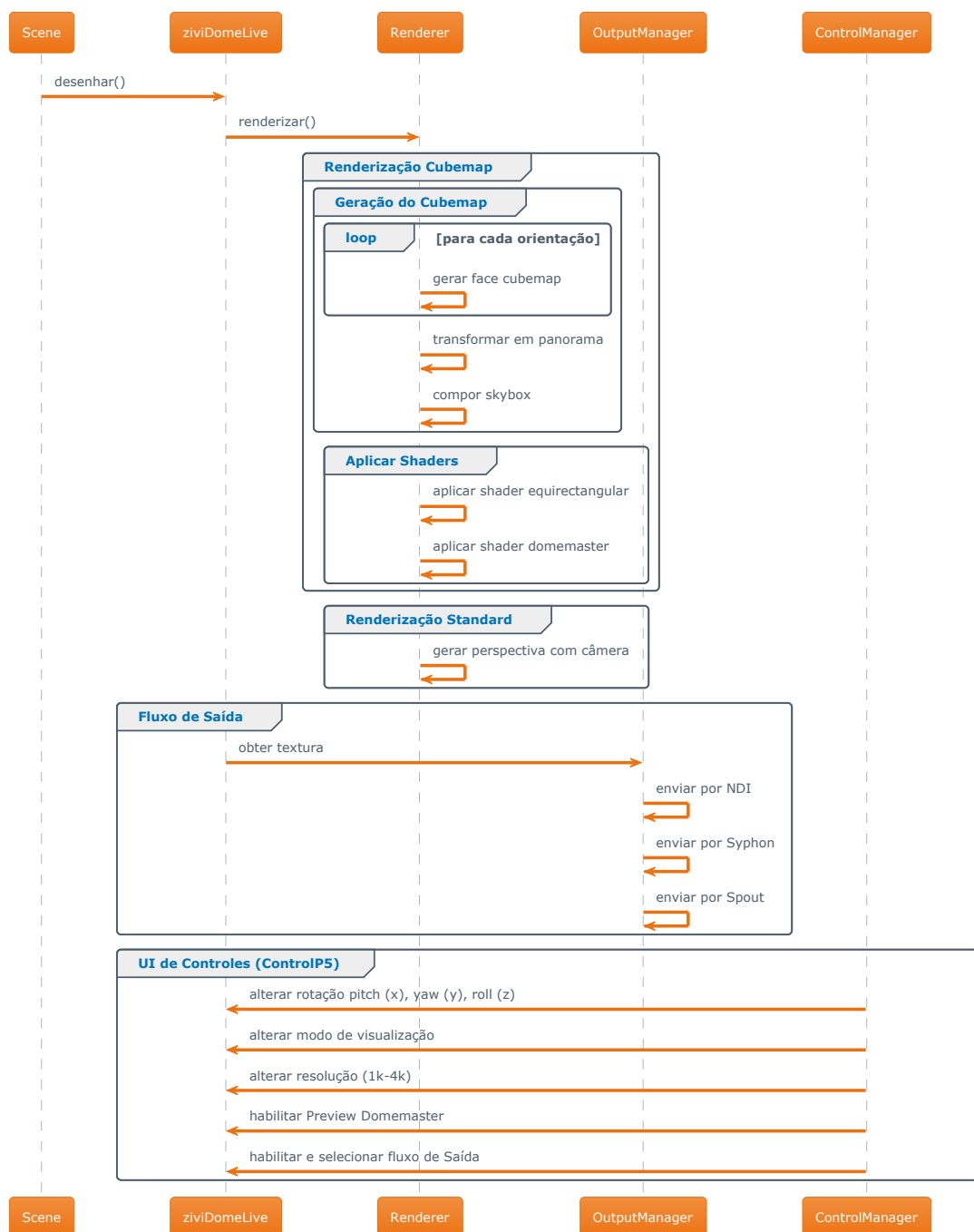
SolarSystem atua como operador de pensamento e dispositivo de criação, permitindo experimentar tempo, espaço e visualidade em chave artística, ao mesmo tempo em que mantém a biblioteca inteligível, responsiva e aberta. A conjunção entre clareza operatória, potencial estético e permeabilidade interdisciplinar, somada ao papel estruturante na orientação de correções e refinamentos recentes, confirma seu lugar como um dos exemplos mais significativos no ciclo iterativo do *ziviDomeLive*.

A prática de iteração descrita acima sustenta a tese de que o *ziviDomeLive* se mantém em regime metaestável enquanto arranjo técnico-sensível. Cada ciclo redistribui tensões entre código, interface, hardware e escuta perceptiva. A produção de cenas-experimento, apoiada em critérios explícitos de leitura compartilhável, favorece a coindividação do conjunto e do modo de atenção do pesquisador. Forma-se um hábito de observação fina: leitura de costuras, atenção a artefatos, percepção de latências e distinção entre variações intencionais e ruídos operacionais.

Essa disciplina de iteração produz efeitos pedagógicos e poéticos. No plano pedagógico, estabelece um método reexecutável e situado para transmitir saberes no contexto fulldome em tempo real, articulando decisões com documentação enxuta e exemplos reproduzíveis. No plano poético, adensa a legibilidade das variações relevantes para a composição imersiva, reduz interferências não intencionais e preserva a contingência como parte constitutiva da experiência. O arranjo permanece aberto à invenção, sustentado por coerência operativa construída em uso.

A iteração designa um ciclo explícito de proposição, observação e decisão, conduzido por cenas que instauram situações de escuta e comparação entre elementos do arranjo técnico-sensível. O procedimento orienta a variação confiável: capacidade de responder a gestos e configurações com previsibilidade suficiente para a prática ao vivo, preservando a potência transformadora do campo. Nesse horizonte, SolarSystem atua como referência de afinação e disparador de ajustes.

Em conjunto, incitação, propagação e iteração configuram a biblioteca como um ecossistema processual: a cena inicia a prática, a transdução a distribui em modos de presença e a afinação em uso mantém a biblioteca viva no tempo do acontecimento. A Figura 53 abaixo, detalha o resumo visual o ciclo de funcionamento da biblioteca em seus módulos principais, demonstrando o seu fluxo de iteração operatória:

Figura 53 - Fluxo de iteração operatória em *ziviDomeLive*

Fonte: Elaboração do autor em plantUML

A biblioteca avança quando se reconhece, por observação partilhada e registros comparáveis, que uma alteração amplia a inteligibilidade do fluxo de imagem, a responsividade da interface e a robustez das integrações. Onde persistem dúvidas, o ciclo se reabre. Esta é a economia de desenvolvimento adotada: curta distância entre proposição e observação, documentação e retorno rápido ao código. Esse arranjo mantém *ziviDomeLive* íntegro, responsivo e disponível a novas cenas, exemplos e encontros no Domo Vivo.

5.5 Horizontes Futuros para *ziviDomeLive*

Encerrando esta seção, retorno ao que a escrita procurou explicitar: a biblioteca *ziviDomeLive* como operador metodológico que acompanha o meu gesto criativo no contexto do Domo Vivo, formalizando um sistema relacional e processual no qual incitação, propagação e iteração compõem a gramática de trabalho. A cena inicia o percurso; a transdução desloca o material para modos de presença distintos (panorâmico, hemisférico, padrão); a afinação em uso recolhe indícios, ajusta procedimentos e devolve critérios para as decisões seguintes. Ao longo da seção, busquei evidenciar como essa infraestrutura contribui para tornar visível o caminho entre concepção, execução e difusão, oferecendo terreno para criação, documentação e ensino sem impor um modelo único de elaboração. Esse fechamento aprofunda três frentes que demandam atenção: o acoplamento da captura cúbica via *PGraphics*; a ausência de camada unificada para entradas multimodais; a documentação em processo de fortalecimento.

A adoção de *PGraphics* para a captura *cubemap* se mostrou funcional no início do projeto e suficiente para ensaios e oficinas. Do ponto de vista metodológico, a escolha favoreceu a legibilidade do percurso técnico: cada etapa é observável, e a passagem entre as seis vistas ortogonais e as projeções derivadas pode ser acompanhada sem opacidades. No entanto, esse mesmo desenho apresenta um custo de percurso quando a exigência de continuidade temporal se eleva, por exemplo: em apresentações com maior densidade visual ou em cenários de maior resolução. O ponto não é apenas desempenho como métrica isolada; trata-se do efeito que pequenas oscilações produzem na leitura espacial do domo e, por consequência, na condução da experiência.

Na prática, percebo que a captura mediada por *PGraphics* adiciona sobreposição de camadas que, em certos contextos, amplia o tráfego de memória e aumenta o tempo de passagem entre a cena e suas projeções. O desdobramento não é um impedimento, mas um limite operativo. No registro pedagógico, esse limite se converte em matéria de estudo: os estudantes observam como carga computacional e modos de projeção se implicam mutuamente, e como decisões composicionais (densidade de elementos, uso de transparências, estratégias de interação) pedem contrapartidas na organização do *pipeline* de processamento gráfico. A solução atual cumpre bem a função de tornar o processo ensinável e manuseável; quando a demanda cresce, explicita o ponto onde o sistema pede outra abordagem.

Para ampliar a consistência da biblioteca, o próximo passo será a mudança do método de captura cúbica por meio de amostragem direta em *array* de textura *samplerCube*¹⁵⁷, que opera na camada de abstração *OpenGL* do *Processing* (PGL)¹⁵⁸. A proposta é deslocar apenas a captura do *cubemap* para um nível mais próximo do hardware, reduzindo camadas intermediárias e, por consequência, o tempo de atravessamento entre cena e projeção. O objetivo não é suprimir a legibilidade conquistada por *PGraphics*, mas redistribuir responsabilidades: manter a clareza na cena e na UI, ao mesmo tempo em que a etapa mais onerosa do percurso ganha eficiência. Em termos metodológicos, essa escolha preserva o que considero central: a transdução, como operador conceitual, permanece idêntica do ponto de vista do usuário; apenas os meios de realização se adensam no interior da biblioteca.

A biblioteca foi desenhada para dialogar com entradas diversas (áudio, OSC, MIDI, sensores), mas essa integração se dá, até o momento, de modo situado: cada projeto acopla o que necessita, e a cena absorve a lógica de tratamento dos sinais. Essa opção reforça a abertura do sistema: nenhuma cena é obrigada a portar estruturas que não utiliza e permite que exemplos e oficinas avancem por incremento. Em contrapartida, a ausência de uma camada unificada para entradas multimodais desloca ao nível da cena parte do trabalho de “costura” que, idealmente, poderia habitar um módulo comum.

Do ponto de vista da prática, o efeito mais visível está na distribuição de responsabilidades: cenas que exploram entradas heterogêneas tendem a acumular lógicas de escuta e mapeamento, o que cresce a superfície de manutenção. No ensino, essa condição pode ser convertida em exercício didático (torna-se claro onde cada fluxo entra, como é transformado e em que parâmetros incide), mas o custo de reuso aumenta. Uma camada unificada permitiria declarar, em um só lugar, fontes, endereçamentos e modos de acoplamento, deixando para a cena apenas o que lhe é próprio: lógica interna, interação e composição. Ao explicitar este limite, delimito também um critério: reduzir o atrito entre múltiplas entradas e a escrita da cena, sem transformar a biblioteca em um agregador indiscriminado.

A proposta é introduzir um módulo de orquestração para entradas, com escopo mínimo e contratos claros. Em vez de prover um sistema totalizante, a camada declararia fontes (por exemplo, áudio, OSC, MIDI), mapeamentos elementares e endereçamentos para parâmetros

¹⁵⁷ Disponível em: https://www.khronos.org/opengl/wiki/Cubemap_Texture#Cubemap_array_textures. Acesso em: 15 Set. 2025.

¹⁵⁸ Disponível em: <https://processing.github.io/processing-javadocs/core/processing/opengl/PGL.html>. Acesso em: 15 Set. 2025.

expostos pela cena. O princípio é simples: retirar da cena o trabalho repetitivo de base e conservar nela a estrutura composicional. Com isso, a recombinação de entradas entre cenas distintas se tornaria mais direta, e a própria documentação ganharia simetria: um mesmo sinal pode ser observado em cenas diferentes sem mudança de infraestrutura.

A documentação é parte integrante do gesto metodológico. Ao registrar exemplos, parâmetros típicos, modos de operação e variações de uso, a biblioteca se converte em um meio de transmissão: o que funcionou pode ser repetido, adaptado, comentado e, sobretudo, aprendido por quem chega. Hoje, reconheço a documentação ainda em processo de fortalecimento. Há material suficiente para iniciar, mas a progressão entre exemplos simples e composições mais densas ainda deverá ser elaborado. O componente colaborativo na plataforma *Github* — *issues*, *pull requests*, relato de uso em oficinas — integra esse esforço, pois a biblioteca nasce e se mantém em abertura. Não busco fechar o conjunto, mas instalar práticas de escrita que apoiem o trânsito entre pesquisa, criação e ensino e partilha com a comunidade.

A leitura de conjunto permite afirmar que a força da *ziviDomeLive*, como operador metodológico, reside na articulação entre a infraestrutura e a autoria de cena. A biblioteca acompanha, não determina; explicita o processo sem convertê-lo em receita. Ao reconhecer limites (custo computacional elevado por conta da captura cubica via *PGraphics*, integração multimodal distribuída e documentação a expandir), não descrevo falhas, mas pontos de decisão que se abrem a novos arranjos. O encaminhamento para PGL, a camada mínima de entradas e o reforço documental não encerram a pesquisa; devolvem à prática meios para continuar ampliando a legibilidade da transdução e do gesto em tempo de obra. Cada ajuste que proponho nasce do uso, devolve-se ao uso e se deixa reavaliar no uso. O equilíbrio entre estabilidade e abertura continua sendo o critério: estabilidade para que a sessão se sustente, abertura para que a obra aconteça.

Com a infraestrutura situada e seus encaminhamentos delineados, avanço para ‘A Experiência Viva em Ato: Matizes em Extempore’. O foco desloca-se do operador para a obra: acompanho como decisões de cena, parâmetros de transdução e condições de apresentação se atualizam no tempo do acontecimento. Se a ênfase recai sobre como a biblioteca organiza a prática, o que emerge quando essa organização é levada ao ato de que modo o regime de operação ao vivo mobiliza a gramática aqui estabelecida e como gestos composicionais se tornam experiência compartilhada no domo. É nesse trânsito, do método ao acontecimento, que a noção de Domo Vivo encontra, efetivamente, o espaço de sua demonstração.

6 A EXPERIÊNCIA VIVA IMERSIVA EM ATO: MATIZES EM EXTEMPORE

Nesta seção, a investigação teórica converge para a sua articulação na práxis criativa, manifestada no estudo de caso da performance audiovisual imersiva concebida no contexto desta pesquisa: ‘Matizes em Extempore’ (2025). O sistema computacional generativo desenvolvido para a performance, que se apoia na biblioteca *ziviDomeLive*, evidencia como a sinergia dinâmica gerada pelo processo de transindividuação entre o gesto musical da performer humana (harpista) e o agente algorítmico (sistema computacional) engendra a experiência viva imersiva, demonstrando o entrelaçamento entre a prática autoral e a investigação conceitual.

Para tanto, a análise se dedica a dissecar como a construção deste sistema situado se torna o terreno onde os vetores de tensão — a sustentação processual da infraestrutura de código (Técnica), a variação do gesto improvisacional (Sensível) e o potencial inventivo das regras evolutivas (Poética) — são agenciados em composição intensiva no contexto do Domo Vivo. A obra opera de forma híbrida na confluência dos eixos Performativo, Interativo e Generativo, onde a ação em tempo real, a responsividade, modulação, variação e a autonomia algorítmica se entrelaçam.

O percurso analítico se inicia na seção 6.1 – Gênese e Poética da Obra, que perscruta as motivações e o referencial que fundamentam a performance. Esta seção estabelece o diálogo entre a prática da livre improvisação musical, a linhagem da música visual e a filosofia da individuação de Simondon (2020a [ILFI]), elucidando como estes campos informaram a concepção da obra. Em seguida, a seção 6.2 – A Arquitetura do Código avança da concepção para a sua materialização estrutural. A análise detalha a organização do sistema, evidenciando como a modularidade e as escolhas de implementação foram desenhadas para sustentar a metaestabilidade que constitui o cerne da experiência viva imersiva desta obra. A arquitetura é apresentada, assim, como a transdução entre a intenção poética a infraestrutura técnica.

A seção central da seção, 6.3 – A Gramática da Sinergia, dissecar o sistema em operação, mapeando explicitamente os operadores transdutivos da tese nas engrenagens do código. A análise demonstra como a incitação se materializa no gesto sonoro através da análise de áudio, como a propagação se distribui nos motores de variação — o Sistema de Colisões e o Algoritmo Genético (AG) — e como a iteração performática completa a gramática da sinergia, fechando o ciclo que possibilita a coindividuação. Finalmente, a seção 6.4 – Aprendizados e a Individuação Contínua da Pesquisa conclui a seção com uma reflexão sobre o processo. Nesta parte, sintetizam-se os conhecimentos gerados em seu estado atual e apontam-se futuros desdobramentos.

mentos, consolidando a performance como um processo aberto que reafirma a natureza da pesquisa-criação como um devir contínuo. Com o percurso da seção delineado, a análise avança para o seu ponto de partida: a investigação das premissas conceituais e artísticas que deram origem à obra.

6.1 Gênese e Poética da Obra

A criação de ‘Matizes em Extempore’¹⁵⁹ emergiu do interesse em investigar a convergência entre improvisação musical livre, eletrônica viva (*live electronics*) e *fulldome* em tempo real. Esta performance inédita, em processo de construção, encontrou seu contexto na colaboração com Arícia Ferigato¹⁶⁰ (Figura 54), harpista e compositora dedicada à música contemporânea e improvisação livre. Juntos, vislumbramos uma experiência viva imersiva onde o gesto musical na harpa e um sistema audiovisual algorítmico se influenciam mutuamente, fazendo emergir algo único a cada ativação performativa.

Figura 54 - Arícia Ferigato - Harpista e Compositora



Fonte: Arícia Ferigato - Acervo Pessoal (Foto: Elcio Paraíso)

O título ‘Matizes em Extempore’ realça a correlação entre Matiz (nuance de cor e, metaforicamente, timbre sonoro) e *Extempore* (aquilo que é improvisado, no calor do instante).

¹⁵⁹ Assista ao vídeo de demonstração: Disponível em: <https://youtu.be/VwrUQHAIOTw>. Acesso em 19 Set. 2025.

¹⁶⁰ Arícia Ferigato é natural de Brasília e doutora em Performance Musical pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Com uma carreira consolidada, atua como recitalista, camerista e integrante de orquestras.

Buscamos traduzir as matizes sonoras da harpa (suas nuances de timbre, gesto sonoro, intensidade e ritmo) em matizes visuais, no sentido de cores, formas e dinâmicas geradas computacionalmente na cena.

Desde o princípio, estabelecemos um contexto colaborativo de experimentação. Arícia trazia referências de suas aplicações na improvisação livre e de técnicas estendidas para harpa, e a maneira como articula efeitos com pedais de guitarra entre outras práticas. Sua influência principal neste contexto é a harpista Zeena Parkins¹⁶¹, pioneira na redefinição da harpa contemporânea por meio de técnicas estendidas, preparo com objetos e processamento eletroacústico, além de criadora de versões originais de harpa elétrica que demonstram diferentes potencialidades performativas do instrumento (Parkins, 2019).

Figura 55 - Setup de preparação da harpa para improvisação livre



Fonte: Arícia Ferigato - Acervo Pessoal (Fotos: Arícia Feigato)

Em seus processos criativos, Arícia explora uma gama de possibilidades entre as técnicas tradicionais e contemporâneas no seu instrumento: articula glissandos, harmônicos, pontilhismo, toques percussivos no tampo, fricção de unhas nas cordas; preparação do instrumento com grampos de cabelo (Figura 55), pregadores e outros diversos elementos; percussão nas cordas com uso de chave de fenda e baquetas de vime, portamentos de notas com chave de afinação; explora alternâncias entre passagens ruidosas e toques sutis; aplica pedais de síntese (*delay*, *loop station*, *space echo*, etc.) entre uma série de variações que usa em seu extenso vocabulário performativo.

¹⁶¹ Disponível em: <https://zeenaparkins.com/> Acesso em: 08 Set. 2025.

Conceitualmente, nos apoiamos no conceito de transindividuação para articulação criativa neste contexto: performer e sistema computacional não apenas coexistem na experiência viva imersiva, mas coindivduam-se a partir de um fundo pré-individual comum e relacional no ato performático. Assim, nossa obra busca uma coevolução: a harpista adapta sua improvisação ao retorno visual, enquanto o algoritmo visual se transforma em resposta aos estímulos da harpista, instaurando um ciclo transdutivo de composição intensiva e transformação mútua.

Para Rogério Costa (2013), a livre improvisação deve ser entendida como prática processual, definida por “uma sucessão de estados provisórios” (p. 34) que se constituem no próprio fluxo da performance. O autor insiste que seu único critério de consistência é “a conservação do ser pelo devir” (p. 37), o que significa que não há estabilização definitiva, mas permanentes equilíbrios metaestáveis:

a livre improvisação só é enquanto processo. Nela existe um ser potencial inicial (o ambiente da improvisação pré-individuado, sistema de potências constituído pelas disposições dos músicos participantes) e a improvisação enquanto processo de individuação que só existe (só se conserva enquanto ser) se há um devir, realizado através de trocas entre estruturas (estados provisórios do fluxo) e operação (devir propriamente dito). (Costa, 2013, p. 44).

Ao aproximar a performance improvisada da individuação, Costa a interpreta como um sistema tenso e supersaturado, “rico em potências e incompatibilidades” (p. 43), cuja consistência emerge precisamente na medida em que os músicos transduzem diferenças e instauram mediações. Assim, a livre improvisação configura-se como um modo singular de individuação coletiva, em que o músico-improvisador “é sistema dentro de um sistema” (p. 35), simultaneamente singular e atravessado pelo transindividual (Costa, 2013).

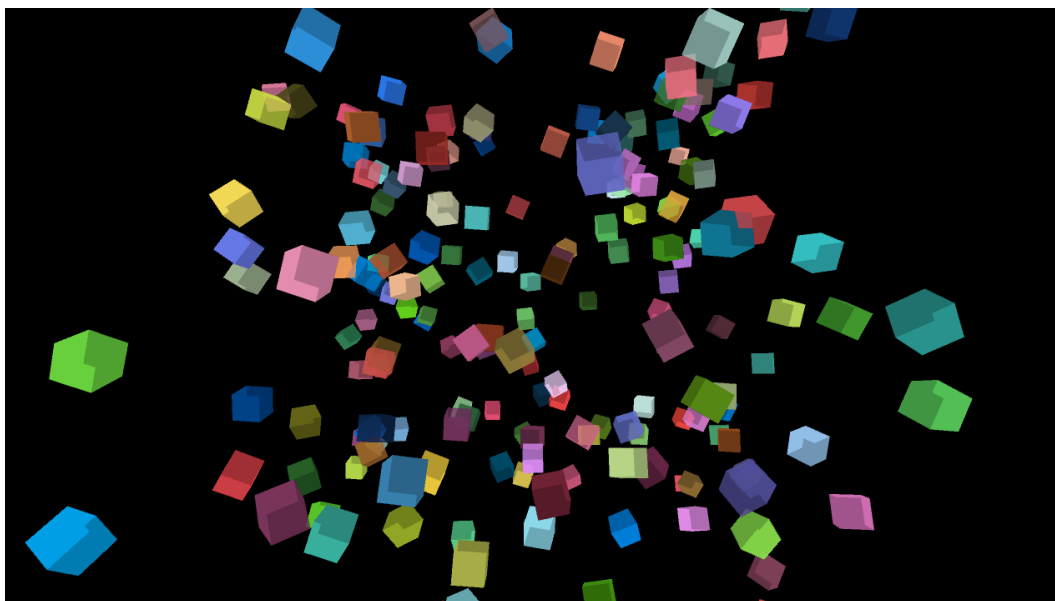
Essa compreensão da improvisação como processo contínuo de individuação coletiva nos ofereceu um modelo para pensar também o desenvolvimento da cena da performance. Se, no plano musical, a improvisação emerge da interação de forças heterogêneas que se modulam em tempo real, no plano criativo visual da obra, buscamos uma lógica semelhante: organizar um campo capaz de se atualizar cada incitação performática entre instrumento e sistema.

No vetor técnico, o desafio reside em implementar uma cena robusta e responsiva. No vetor sensível, garantir que a experiência viva imersiva seja instigante aos sentidos, mantendo uma coerência entre som e imagem. E no vetor poético, buscamos significados emergentes: cubos que se multiplicam e colidem no espaço da projeção poderiam metaforicamente representar ideias musicais se transformando no ato improvisacional livre.

Antes de escrever qualquer linha de código do sistema computacional da obra, dediquei tempo a esquematizar a sua gênese conceitual. Me fiz duas perguntas fundamentais: “o que

desejava ver/experimentar visualmente?” e “como essa escolha dialogaria com a improvisação de Arícia?”. A imagem mental inicial foi a de cubos flutuando em um espaço escuro, colidindo sob forças físicas modeladas computacionalmente e incitados pelo som, elementos geométricos simples que geram complexidade emergente quando se aglomeram (Figura 56).

Figura 56 - Primeira imagem conceitual para o desenho do sistema generativo



Fonte: Elaboração do autor em *ziviDomeLive* (Processing/Java)

A ideia matriz para a obra então nasce da hipótese de que cor, forma e ritmo constituem um campo audiovisual com funções análogas às funções timbrísticas, melódicas e rítmicas do som, desde que haja um princípio mediador de temporalidade. Em 1914, o pintor francês Léopold Survage propõe precisamente essa transposição, ao conceber uma arte de “ritmo colorido e de cor rítmica” (Russett; Starr, 1988, p. 36, t.n.), na qual a cor deixa de ser atributo estático para tornar-se evento no tempo. Para o artista, a pintura de seu tempo, após ter se libertado da representação mimética precisava romper seu “último e principal grilhão — a imobilidade” (p. 36, t.n.). O Artista argumentava que uma forma abstrata, quando estática, produz apenas uma “sensação extremamente confusa” (p. 37, t.n.). Seria somente através do movimento, do ritmo que a transforma no tempo e no espaço que ela se tornaria capaz de despertar um sentimento profundo, tornando-se um veículo para o “dynamismo interior” do criador (Russett; Starr, 1988, p. 37, t.n.).

No livro ‘O futuro da pintura’, Willard Huntington-Wright (1923) antecipa a mesma ambição por uma arte da cor autônoma e expressiva que opera no tempo através um “instrumento de cor” capaz de registrar “humores, desejos e emoções do artista” e de tornar a arte da

cor dissociada da arte da pintura, não apenas em termos de impulso e concepção, mas também na atitude do mundo em relação a ela. (1923, p. 51, *apud* Collopy, 2009, p. 66, t.n.). Lida em consonância com as premissas de Surville (1914), essa formulação intensifica foco na agência: interessa menos a forma isolada que a capacidade do instrumento de modular estados, condição que, no nosso caso, se traduz em um sistema audiovisual sensível a incitações mínimas e com latitude suficiente para variação significativa.

Na mesma direção, Collopy, Fuhrer e Jameson (1999) sistematizam três fatores que descrevem o espaço de correlações dinâmicas no contexto computacional para produção de música visual: “forma, cor e ritmo”. Ao incluir o ritmo como terceiro termo, os autores estabelecem o elo que permite pensar composição e improvisação neste contexto como campos homologáveis: não se trata de “colorir” a música, mas de “modular estruturas temporais análogas, onde o visual pode funcionar como contraparte rítmica e textural do áudio” (Collopy; Fuhrer; Jameson, 1999, p. 112, t.n.).

Os autores descrevem as premissas iniciais implementadas no desenvolvimento do *software* ‘*Imager by Rhythmic Light*’¹⁶² como modo operativo para improvisação audiovisual em conjunto com o sistema: dois eixos complementares: modulação contínua de parâmetros visuais (cor, escala, densidade, posição e velocidade) e acionamento de ritmos visuais (pulsos, padrões de surgimento e desaparecimento, recorrências). A interação entre esses eixos depende de sincronização com os ritmos musicais como acoplamento temporal que permite tanto consonâncias quanto defasagens expressivas (Collopy; Fuhrer; Jameson, 1999, p. 116). O gesto sonoro é tratado ora como controle paramétrico do campo visual, ora como gatilho rítmico de eventos, o que estabelece um terreno comum de atuação. Essa leitura contribui para a poética da obra, pois sustenta o mapeamento de gestos sonoros (intensidade, densidade, ataque/decay, recorrência) em operações visuais (variações de cromaticidade, escala, velocidade, aglomeração e dispersão).

Contudo, estabelecer esse terreno comum não garante, por si só, uma interação artisticamente relevante para o nosso contexto. Como observa Makela (2008), a improvisação livre audiovisual não se reduz à reatividade do visual ao já-sonoro, ela pode instaurar um diálogo efetivo, além da questão do *liveness* para tornar perceptível ao público também “a comunicação entre os artistas que se torna literalmente audível e visível”, abrindo espaço para decisões interdependentes e não meramente representacionais (Makela, 2008). Essa advertência condiciona

¹⁶² Disponível em: <https://rhythmiclight.com/about/>. Acesso em: 08 Set. 2025.

nosso desenho de interação: evitar o simples *following* rítmico e cultivar escuta/visão recíprocas, nas quais escolhas visuais (padrões, densidades, cadências) também provoquem decisões musicais.

6.1.1 Da Reatividade ao Mecanismo de Variação

Esta proposição prepara o passo seguinte: para que o sistema computacional não se limite a reagir, mas também explore o espaço de possibilidades visuais de maneira vasta e meta-estável, é necessário um mecanismo de variação que opere no tempo e sob restrições performativas, uma espécie de improvisação visual autônoma ocorrendo em paralelo à improvisação da harpista. Emergiu a ideia de implementar, por metodologia de computação evolutiva aplicada a codificação para as artes, o Algoritmo Genético (AG) como motor de variação.

“Por que um AG?” A escolha parte das definições articuladas no capítulo 9 (*Evolutionary Computing*)¹⁶³ do livro *The nature of code: simulating natural systems with JavaScript* de Daniel Shiffman (2024), que propõe “deixar que um processo da natureza — a evolução — decida os valores” e conceber as variáveis como “o DNA do objeto” (Shiffman, 2024, p. 438, t.n.). Nessa chave, os AGs configuram “o meio principal para desenvolver sistemas de código que evoluem” (Shiffman, 2024, p. 439, t.n.), isto é, populações de soluções que se transformam ao longo de gerações orientadas por aptidão (*fitness*).

Para a obra, essa abordagem oferece variação sob restrições: adaptação contínua dos parâmetros ao fluxo performativo com novidade controlada (recombinação e mutação), sem pretensão de mimese biológica, mas “aplicando estratégias evolutivas em *software*” (Shiffman, 2024, p. 439, t.n.). Realizou-se um estudo preliminar com o AG tradicional, que consolidou o encadeamento básico de avaliação e variação adotado na implementação. Isso adiciona um grau de propagação espontânea: pequenas alterações genéticas poderiam se amplificar em mudanças notáveis na cena, análogo a como pequenas variações de gesto musical do improvisador propagam-se em novos caminhos expressivos.

Desejei criar uma cena visual que incitasse a imaginação tanto quanto fosse incitada pelo som. A colaboração com Arícia foi central, desde o início combinamos que o sistema reagiria ao mínimo gesto musical dela e em troca, ela ajustaria seu improviso conforme as pistas visuais que o sistema devolvesse. Esta ideia de iteração definiu todo o processo. Conceitualmente, posicionei as fases do desenvolvimento mapeando-as aos operadores teóricos discutidos na tese: Incitação (o som gerando estímulos iniciais no sistema), Propagação (as dinâmicas

¹⁶³ Disponível em: <https://natureofcode.com/genetic-algorithms/> Acesso em: 08 Set. 2025.

para incitação do sistema através da improvisação livre de Arícia; e a implementação do AG que ajusta parâmetros globais de comportamento.

A classe *CubeCollision* funciona como nó de integração entre todos os módulos. O método *SceneManager*, da biblioteca *ziviDomeLive*, instancia a cena principal. O loop *draw()* do *Processing* delega a renderização à biblioteca, que chama os métodos implementados. Embora a interface *Scene* suporte múltiplas cenas e alternância conforme necessário, neste projeto mantive apenas *CubeCollision* ativa para a performance, concentrando nela todos os componentes lógicos:

- Referências de Áudio: Variáveis globais para amplitude sonora e leitura espectral por *Fast Fourier Transform* (FFT)¹⁶⁴ são acessadas pelo sistema. Utilizei como apoio a biblioteca nativa *processing.sound*¹⁶⁵. Assim, *CubeCollision* consegue ler, a cada frame, tanto o volume global quanto a distribuição espectral do som da harpa de Arícia.
- Coleção de Cubos (*Shape3D*): Implementei a representação de cada cubo como uma instância de uma classe interna chamada *Shape3D*. Essa classe contém propriedades físicas básicas (posição, velocidade, tamanho, massa) e visuais (*colorMode()* em HSB¹⁶⁶, alpha/transparência, ângulos de rotação) de um cubo individual, além de método para atualizar essas propriedades frame a frame (*Shape3D.update()*). Todos os cubos ativos no ambiente são mantidos em uma lista ‘*shapes*’ (*list<Shape3D>*). A escolha por uma lista se deu pela necessidade frequente de inserções e remoções (nascimento e morte de cubos) durante a performance. Para evitar sobrecarga na cena e consequente queda drástica de frames por segundo (fps), foi definido um teto máximo de 200 cubos, valor que é adaptativo pelas subdivisões das colisões (veremos em detalhe em 6.3.2.1 Sistema de Colisões).
- Algoritmo Genético (AG): A classe *CubeCollision* implementa um AG simples. Este AG mantém uma população de parâmetros (*ParameterSet*) – outra classe interna que representa os “genes” que se definem por características globais de todos os cubos. A intenção é que, ao longo da performance, novas gerações de parâmetros surjam, adaptando o comportamento coletivo dos cubos. Em termos de código, a implementação

¹⁶⁴ *Fast Fourier Transform* (FFT) conjunto de algoritmos que calcula de forma eficiente a transformada discreta de Fourier, permitindo decompor um sinal digital em componentes de frequência. Converte uma sequência temporal de áudio em um espectro que indica a energia em cada faixa de frequência, viabilizando análise em tempo real.

¹⁶⁵ Disponível em: <https://processing.org/reference/libraries/sound/index.html> Acesso em: 05 Set. 2025.

¹⁶⁶ Disponível em: https://processing.org/reference/colorMode_.html. Acesso em: 08 Set. 2025.

segue o padrão de um AG clássico: inicialização aleatória dos indivíduos, avaliação para cada um e seleção dos melhores para cruzamento e mutação, formando as próximas gerações de parâmetros (veremos em detalhe em 6.3.2.2 Algoritmo Genético)

A arquitetura do código foi concebida de forma modular, embora as partes se mantenham fortemente acopladas pelo estado compartilhado da cena. Priorizou-se a clareza nas conexões e a documentação em detrimento de abstrações excessivas, visando facilitar futuras modificações. A implementação seguiu um processo iterativo e estratificado, cujas decisões foram continuamente informadas a partir de testes com a gravação que realizamos de improvisação livre executada por Arícia. Este desenvolvimento pode ser segmentado em quatro estágios conceituais:

1. Inicialmente, foi estabelecida a cena base e a reatividade sonora primária. Nesta fase, a estrutura fundamental da cena foi criada com a captura de áudio e a geração de cubos que respondiam à amplitude sonora.
2. A segunda etapa introduziu a variação evolutiva com o AG. Para conferir autonomia e complexidade ao sistema, parâmetros chave da simulação, como a física dos cubos, passaram a ser otimizados dinamicamente, permitindo que o comportamento visual evoluísse ao longo da performance.
3. Em um terceiro momento, o desenvolvimento concentrou-se no refinamento das dinâmicas de colisão. Buscando uma modelagem física mais expressiva, as interações entre os cubos foram aprimoradas para gerar comportamentos emergentes e visualmente mais dramáticos, como a subdivisão de elementos maiores em múltiplos menores.
4. A quarta etapa consolidou um aprofundamento da modulação sonora. A relação audiovisual transcendeu a lógica de um simples gatilho de incitação, passando a um modelo em que as qualidades do espectro sonoro passaram a modular continuamente múltiplos parâmetros da cena, como a gravidade e a rotação, estabelecendo um acoplamento mais íntimo e complexo entre som e imagem.

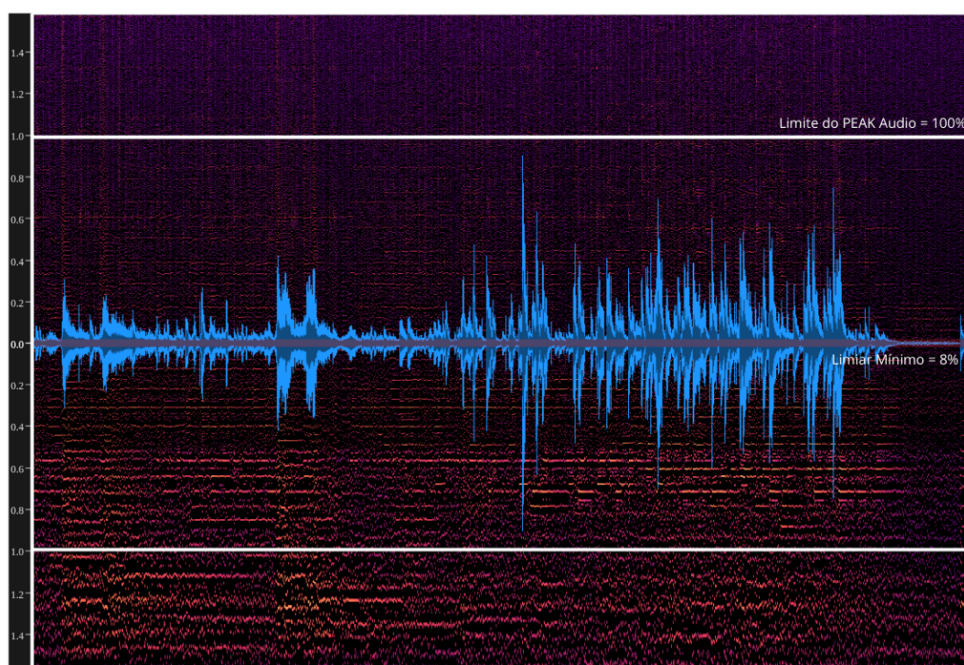
Esse percurso de desenvolvimento partiu de um modelo de reatividade direta (som dis-para imagem) para uma arquitetura onde o componente visual adquire agência, tornando-se capaz de modular seu comportamento e evoluir autonomamente. A abordagem iterativa foi crucial para garantir que cada etapa de implementação não apenas adicionasse complexidade funcional, mas principalmente, refinasse o potencial dialógico do sistema, alinhando o código às premissas de uma coevolução performativa que almejávamos na concepção da obra.

6.3 A Gramática da Sinergia: Operadores Transdutivos em Matizes em Extempore

6.3.1 Incitação: Gesto Sonoro e Análise de Áudio

Voltemo-nos para a análise de áudio, o componente que serve para a incitação de todas as propriedades da cena. A entrada do som da harpa é feita via captador de contato piezoelétrico em sinal de linha para a interface de áudio. Desse objeto, extraio dois tipos de informação a cada frame. A Figura 58 demonstra o espectrograma do som puro da harpa (Amplitude PEAK e FFT) e como ele é processado quando enviado para o sistema:

Figura 58 - Análise Espectral do Som da Harpa Puro



Fonte: Elaboração do autor

- Amplitude global (RMS): Através do método de análise de amplitude (`Amplitude.analyze()`)¹⁶⁷, obtenho valores normalizados entre 0.0 e 1.0 representando o volume instantâneo dos transientes do som. Esse valor é a fonte de controle mais direta pois indica se a harpista está tocando ou não e quão intenso. No código, defini um limiar de som (8% do volume normalizado). Esse limiar foi ajustado experimentalmente para distinguir silêncio/ruído de fundo. Assim, quando o volume excede este limiar, o sistema interpreta que há som presente.

¹⁶⁷Disponível em: https://processing.org/reference/libraries/sound/Amplitude_analyze_.html. Acesso em: 08 Set. 2025.

- Espectro de frequências (FFT): Através do método de análise de espectro (FFT.analyze())¹⁶⁸, implementei um array spectrum[] com 512 bandas, distribuídas ao longo do espectro audível (~20 Hz a 20 kHz). Embora 512 bandas tenha um alto nível de detalhamento, criei agrupamentos em sub-bandas entre graves, médios e agudos para obter medidas de energia sonora por regiões, que servem para controlar parâmetros visuais específicos.

Com essas informações sonoras coletadas em tempo real, estabeleci mapeamentos entre som → visual que incitam e modulam o sistema:

- Geração de cubos (*Spawn*): O evento mais evidente é a criação de novos cubos em resposta ao som. Implementei a função de gerenciamento que itera a cada frame e verifica o nível de som normalizado. Se o som corrente ultrapassa o limiar mínimo do silêncio definido (8%), o sistema interpreta como início de um gesto sonoro e imediatamente zera o método contador de silêncio e calcula quantos cubos adicionar: a lógica atual gera de 1 até 4 cubos proporcionais ao volume. Ou seja, um som pouco intenso (logo acima do limiar) gera 1 cubo, enquanto um pico de volume pode gerar 3 ou 4 cubos simultaneamente. Esses cubos são instanciados em posições aleatórias, com tamanhos e cores também aleatorizados dentro de faixas de paletas de cor. Na prática, esse mecanismo significa que a harpa “semeia” cubos no espaço visual: cada incitação (ataque ou entrada sonora) que Arícia produz, incita existência visual.
- Desaparecimento gradual no silêncio: Complementarmente, quando o volume cai abaixo do limiar (quando a harpa silencia), o sistema inicia a contagem de frames de silêncio. Se muitos frames se passam sem som (defini 600 frames $\approx$ 10 segundos como referência) e ainda há cubos na cena, entra em ação uma rotina de remoção gradual: a cada intervalo de alguns frames, um cubo é removido da lista. Isso faz com que se houver longas pausas na performance, a população de cubos decresça lentamente, evitando um sumiço abrupto de todos. Os cubos sobrevivem por um tempo, ecoando os últimos sons, mas depois de certo tempo de silêncio, eles começam a desaparecer um a um. Esse aspecto foi importante poeticamente: ele assegura que a imagem reflete a memória do som por instantes, em vez de simplesmente desligar. Também evita sobrecarga caso haja um longo silêncio: sem essa remoção, os cubos existentes ficariam eternamente até

¹⁶⁸ Disponível em: https://processing.org/reference/libraries/sound/FFT_analyze_.html. Acesso em: 08 Set. 2025.

que o som voltasse, mas queríamos um reset natural para que novas incitações de som criassem mais cubos.

- **Modulação de Parâmetros via Volume:** Além de disparar criação/remoção, a leitura iterativa do volume modula propriedades dos cubos existentes. No método de atualização da classe dos cubos (*Shape3D.update()*), utilizo o mesmo parâmetro de volume normalizado para várias operações: primeiramente, cor e brilho e transparência (*alpha*) dos cubos: Defini perfis de paletas de cores e, dependendo do perfil ativo, os cubos assumem tonalidades cujo brilho é escalonado pelo volume. Em momentos silenciosos ou pouco intensos, ficam quase transparentes e escuros; em momentos com muita energia sonora, tornam-se visíveis e brilhantes. Esse mapeamento direto volume → brilho provê uma ligação sensorial: a intensidade sonora reflete-se imediatamente em intensidade luminosa na cena.
- **Tamanho dos cubos:** Da mesma forma, o sistema interpola o tamanho de cada cubo de acordo com o volume atual. Se o som aumenta gradualmente, os cubos crescem (até um limite, e vice-versa diminuem no silêncio). Tecnicamente, implementei interpolação linear (LERP)¹⁶⁹ para fazer com que cada cubo aproxime o seu tamanho em um valor alvo entre 30 e 90 pixels, mapeado pelo volume. Assim, um acorde ou nota acentuada faz todos os cubos pulsarem ligeiramente maiores momentaneamente. Essa foi outra decisão de implementação baseada na experiência sensível: vincular dinâmica sonora a escala visual reforça a percepção de sinergia entre a incitação do áudio na construção visual, como se os cubos “respirassem” com a música.
- **Gravidade dinâmica pelo espectro:** A gravidade do sistema responde ao som. Quando a leitura do espectro contém mais energia (passagens da improvisação com muitas notas sendo executadas), o sistema aplica a intensidade na gravidade no eixo -Z (puxando os cubos mais para baixo na cena). Se o espectro está fraco (passagens mais silenciosas), a gravidade tende a zero. Em momentos de música intensa os cubos “caem” mais rápido, e em momentos calmos eles ficam mais suspensos.
- **Rotação dos cubos pelo espectro:** O som não incita apenas parâmetros lineares; também mapeei componentes do espectro de frequências FFT para comportamentos qualitativos, como a rotação dos cubos. Na implementação, defino velocidades angulares alvo

¹⁶⁹Disponível em: https://processing.org/reference/lerp_.html. Acesso em: 05 Set. 2025.

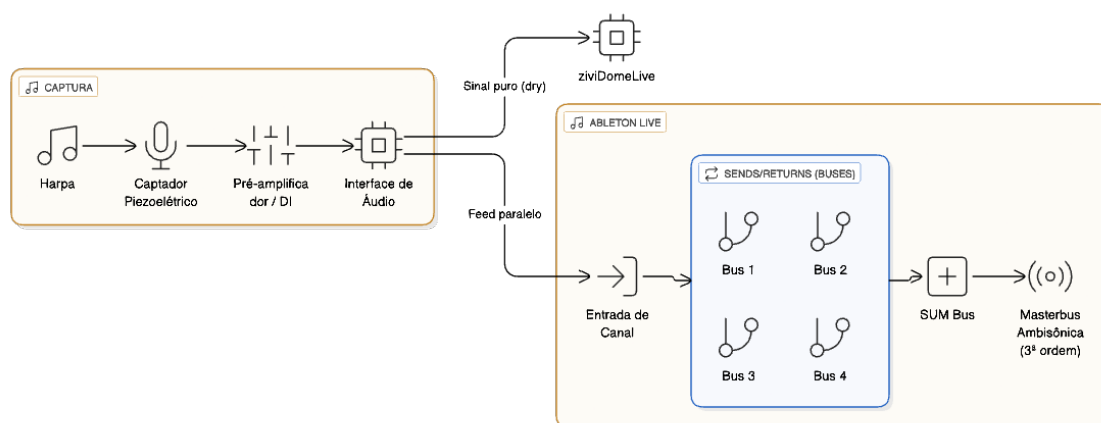
(em radianos por frame) proporcionalmente a essas energias normalizadas das sub-bandas agrupadas para acelerar/retardar gradativo da rotação. procurei dar às diferentes faixas sonoras assinaturas visuais distintas.

O áudio em ‘Matizes em Extempore’ atua como o grande motor de arranque e modulação: nada se move ou nasce sem som, e cada nuance sonora encontra um canal de expressão visual.

6.3.1.1 *Live Electronics* e Espacialização Ambisônica

Perseguindo a mesma lógica de incitação, integro o gesto improvisacional de Arícia ao processamento de síntese sonora *live electronics*, que estende o alcance expressivo do som da harpa através da eletroacústica e, simultaneamente, prepara a sua espacialização ambisônica via *Ableton Live* com a biblioteca E4L (*Envelop for Live*)¹⁷⁰. O sinal puro do instrumento que alimenta os descritores para o sistema visual propaga em duplicação para dois campos de ação complementares: (a) o rack para síntese e tratamento do som em tempo real e (b) o *mixer* para codificação HOA, no qual o material é imediatamente reescrito como campo volumétrico tridimensional baseado em cena (*scene-based*) e manipulável. A operação prolonga a incitação ao nível do espaço, de forma que cada micro variação profira também uma variação de posição, abertura e densidade sonora no domo.

Figura 59 - Diagrama do fluxo - síntese *live electronics* e ambisônica



Fonte: Elaboração do autor em eraser.io¹⁷¹

¹⁷⁰ Disponível em: <https://envelop.us/page/software>. Acesso em: 08 Set. 2025.

¹⁷¹ Disponível em: <https://www.eraser.io/>. Acesso em: 08 Set. 2025.

O ambisônico recebe esse fluxo já articulado e o codifica em HOA, separando com nitidez os domínios de produção (codificação) e reprodução (decodificação). No *Ableton Live*, essa camada é organizada em três estágios encadeados: *encoder* (entrada estéreo da harpa reescrita em componentes ambisônicos), transformadores espaciais (operações de rotação, *tilt* e *spread* que curvam o campo de acordo com a dramaturgia do gesto) e decodificação contingente (selecionada conforme o contexto da apresentação: binaural de referência durante ensaio e matriz multicanal/hemisférica no domo). As mesmas grandezas que aparecem no léxico da análise (energia, distribuição espectral, incidência de ataques) são aqui reutilizadas como drivers discretos: picos de energia podem abrir o spread angular e promover uma leve elevação; densidades em médios-agudos tendem a acelerar rotações; longas zonas de silêncio recolhem a fonte para um ponto central antes de reemergir com nova orientação.

A interação ao vivo para que a performer permaneça focada no instrumento: dois *encoders* rotativos (postura e trajetória) e um *fader* (abertura) respondem por 80% das mutações de espaço, enquanto o restante decorre dos próprios descritores já em uso na análise. A sobreposição dessas duas camadas engendra a metaestabilidade que venho perseguindo: não se trata de ceder controle ao algoritmo, mas de modular a agência de modo que o sistema reforce tendências e proponha variações. Essa arquitetura serve também a uma exigência prática do contexto hemisférico: como a plateia ocupa grande área e não há “ponto ideal” único, a escolha pela HOA e pelo controle de abertura garante equidade perceptiva. O público assiste a um campo que se reconfigura organicamente, permitindo que a leitura de proximidade/longe e foco/halo se mantenha consistente desde o centro até as bordas da cúpula. Do ponto de vista composicional, isso devolve à espacialização o estatuto de operador (no sentido que articulei nesta gramática), não de acabamento: o espaço é forma e tempo, é meio de variação.

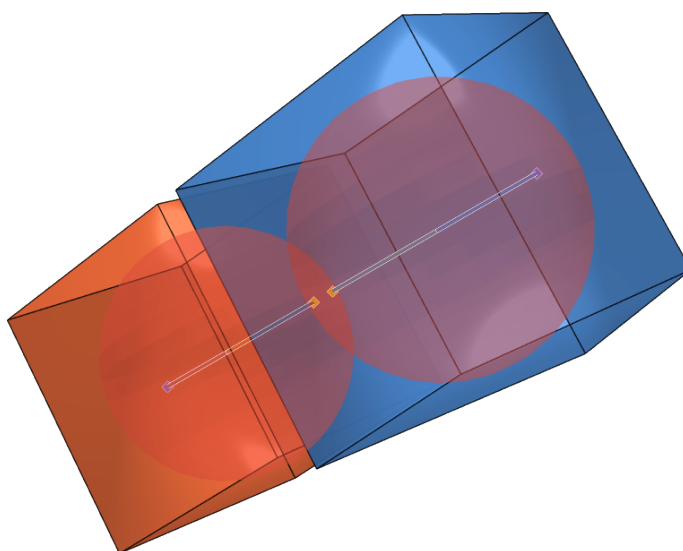
O *live electronics* não institui uma segunda “voz” sobreposta à harpa; ele acentua a voz já presente, convertendo nuance em trajetória espacial. Ao manter a codificação separada da decodificação e ao distribuir as decisões sensíveis em macros de baixa fricção, consigo sustentar o fluxo, a incitação do som se desdobra na propagação no plano espacial, e o que o ouvido reconhece como gesto encontra, na cúpula, um percurso legível. Essa passagem prepara, enfim, o terreno para os motores de propagação examinados a seguir, onde as relações entre deslocamento, colisão e deriva consolidam a dramaturgia do campo como matéria viva.

6.3.2 Propagação: Motores de Variação

6.3.2.1 Sistema de Colisões

Um dos elementos que conferem dinâmica, metaestabilidade e imprevisibilidade à cena são as colisões entre os cubos incitados pelo som. Desde o início, planejei que os cubos não passassem um através do outro como fantasmas, mas que interagissem materialmente, gerando eventos visuais (tremores, aglomerações, dispersões) analogamente aos eventos dos gestos musicais (ataques, fricções nas cordas, silêncios). A implementação das colisões evoluiu ao longo do desenvolvimento e carrega tanto escolhas técnicas quanto consequências estéticas e poéticas.

Figura 60 - Aproximação por esferas envolventes na detecção de colisões entre cubos.



Fonte: Elaboração do Autor em plotly.js

O método de verificação de colisões (*checkCollision()*) é chamado para cada par de cubos a cada frame, o que implica complexidade de pior caso: $O(n^2)$ (200 cubos $\rightarrow$ 19.900 pares) (Ericson, 2005; Akenine-Möller; Haines; Hoffman, 2018). Trata-se de um custo de processamento considerável, porém administrável em *Processing* a 60 fps, dado que todos os cubos não colidem simultaneamente e acionam a lógica interna em todos os frames. Nesta implementação a detecção ocorre diretamente em *narrow phase*¹⁷² por verificação par-a-par, adotando o

¹⁷² *Narrow Phase*: Etapa da detecção de colisões que, após (ou independentemente de) uma *broad phase*, aplica testes geométricos mais precisos apenas aos pares candidatos, podendo estimar interseção, pontos/normais de contato e profundidade de penetração; é computacionalmente mais custosa e dependente das primitivas empregadas — Cf. Ericson, 2005, p. 14.

teste básico *sphere-to-sphere*: considera-se que dois cubos colidem quando a distância entre seus centros é menor ou igual ao diâmetro da esfera envolvente (*bounding sphere*)¹⁷³ (Ericson, 2005, p. 82). Na Figura 60, apresento os cubos sem rotação para tornar mais clara a operação de colisão por esfera. Essa abordagem trata os cubos como esferas de diâmetro igual à aresta do cubo; não é uma modelagem exata (a colisão realista entre cubos exigiria testes por face), mas foi uma escolha deliberada em favor do desempenho e porque a aproximação esférica já produz o efeito visual desejado — isto é, os cubos reagem quando estão muito próximos. Uma vez detectada a colisão, o método (*resolveCollision()*) executa a resposta física. Em seguida, aplicam-se dois passos:

1. Reposicionamento de separação: O sistema calcula o vetor de penetração (o quanto um cubo invadiu o espaço do outro) e empurra cada um para lados opostos nessa metade da distância, para que fiquem tangentes. Isso evita que cubos fiquem sobrepostos visualmente por muito tempo. Em termos computacionais, essa correção é pequena na maioria dos casos, pois o sistema força de repulsão preventiva que normalmente impedem interpenetração profunda; tratando-se somente de um ajuste fino.
2. Reflexão de Velocidade: Inverte-se a direção das velocidades de ambos os cubos, multiplicando-as pelo fator de elasticidade (*elasticity*). Isso simula uma colisão parcialmente elástica. Visualmente, optei pelo exagero em vez da fidelidade física, justamente para que cada colisão seja como uma pequena explosão de energia cinética.

Além disso, o sistema marca ambos os cubos com um estado que colidiram (*isColliding* = *true*) naquele frame. Esse *flag* serve para outras funções: por exemplo, na hora de desenhar, *isColliding* é usado para tornar o cubo momentaneamente mais brilhante (*alpha 1.0*) e emissivo no momento da colisão. Isso significa que no exato frame da colisão o cubo pisca com intensidade total, destacando o evento de choque. Depois, na próxima atualização, *isColliding* é resetado e o cubo volta ao brilho normal decaindo para o nível de volume do som. Esse detalhe confere uma resposta visual imediata de colisão.

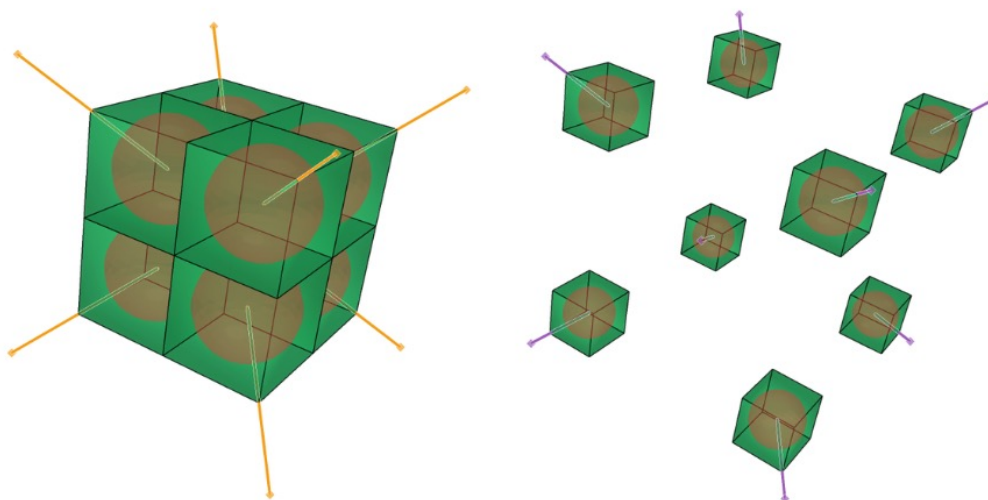
Para evitar que cubos fiquem grudados ou interpenetrados por longos períodos, o que causaria múltiplas detecções de colisão e instabilidades, implementei também o método de repulsão (*applyRepulsion()*), que roda em cada cubo todo frame antes da verificação formal de colisão. Esse método aplica uma pequena força de repulsão entre qualquer par de cubos que

¹⁷³ *Bounding Sphere*: Volume delimitador esférico que envolve um objeto e permite um teste de interseção barato e rotacionalmente invariante (sphere–sphere); é uma aproximação conservadora para formas não esféricas, adequada para cálculo de colisão rápido ou detecção simples — Cf. Ericson, 2005, p. 82.

estejam muito próximos. A força decai com o quadrado da distância e é calibrada pelo parâmetro global de repulsão (*repulsionStrength*).

Em efeito, isso se comporta como se cada cubo tivesse um campo de força ao seu redor evitando que outro o atravessasse. Essa dupla camada (repulsão contínua + colisão discreta) surgiu após testes: apenas colisão discreta resultava muitas sobreposições e ocasionalmente interpenetrações; já a repulsão contínua sozinha fazia os cubos agirem como moléculas se repelindo, mas sem nunca colidirem de fato. Combinando as duas, obtive um balanço: normalmente os cubos se desviam suavemente, mas quando chocam e rebatem.

Figura 61 - Diagrama simplificado da subdivisão por explosão dos cubos



Fonte: Elaboração do autor em plotly.js

Uma adição que foi implementada, visando ampliar a complexidade visual, foi o comportamento de explosão. Como demonstrado na Figura 61, quando ocorre uma colisão, os cubos envolvidos podem se subdividir: se ele for grande o bastante ($\text{tamanho} > 20$) e ainda não tiver se subdividido muitas vezes (limitei na implementação 2 gerações de subdivisão), então esse cubo “explode” em 4 cubos menores. O método de explosão (*Shape3D.explode()*) cria quatro cubos posicionados próximos ao ponto da colisão, cada um com tamanho aproximadamente metade do original e herdando a cor e parte da velocidade do “cubo mãe”. O cubo original é reduzido a tamanho 0 e será removido logo depois da lista de shapes.

Uma colisão intensa pode de repente encher o domo de estilhaços, se transformando de poucos elementos grandes em muitos pequenos. Isso adiciona ao sistema uma qualidade de propagação emergente: um único evento pode amplificar o número de cubos e a complexidade da cena inesperadamente. E novamente há repercussões sonoras: notamos que momentos musicais

explosivos geram visualmente essas explosões de cubos – criando uma equivalência imagética para a energia liberada no som.

6.3.2.2 Algoritmo Genético

O AG implementado opera nos bastidores, ajustando os parâmetros globais de comportamento dos cubos. Cada indivíduo (da classe *ParameterSet*) carrega três genes principais: *maxSpeed* (velocidade máxima), *elasticity* (coeficiente de restituição nas colisões) e *repulsionStrength* (intensidade da força de repulsão). O centro operativo do AG é a função de avaliação de aptidão (*fitness*), que busca um equilíbrio dinâmico na cena, avaliando múltiplos critérios. Na Tabela 5 abaixo descrevo os 3 parâmetros globais da cena que são afetados diretamente pelo AG:

Tabela 5 - Variáveis globais articuladas como genes pelo AG

Parâmetro Global	Descrição
Velocidade Máxima (<i>maxSpeed</i>)	Velocidade máxima permitida para os cubos (em unidades por frame). Controla o quão rápido um cubo pode se deslocar no espaço; genes com valores maiores permitem movimentos mais rápidos e potencialmente colisões mais enérgicas.
Elasticidade (<i>elasticity</i>)	Coeficiente de restituição nas colisões. Valores altos significam colisões mais elásticas (cubos “quicam” com grande impulso após se chocarem), enquanto valores baixos resultam em colisões mais amortecidas.
Força de repulsão (<i>repulsionStrength</i>)	Intensidade da força de repulsão preventiva aplicada entre cubos muito próximos. Esse parâmetro influencia o espaçamento médio entre cubos: se alto, cubos se empurram mutuamente ao menor sinal de proximidade, tendendo a mantê-los mais dispersos; se baixo, permite aglomeração maior e mais colisões efetivas.

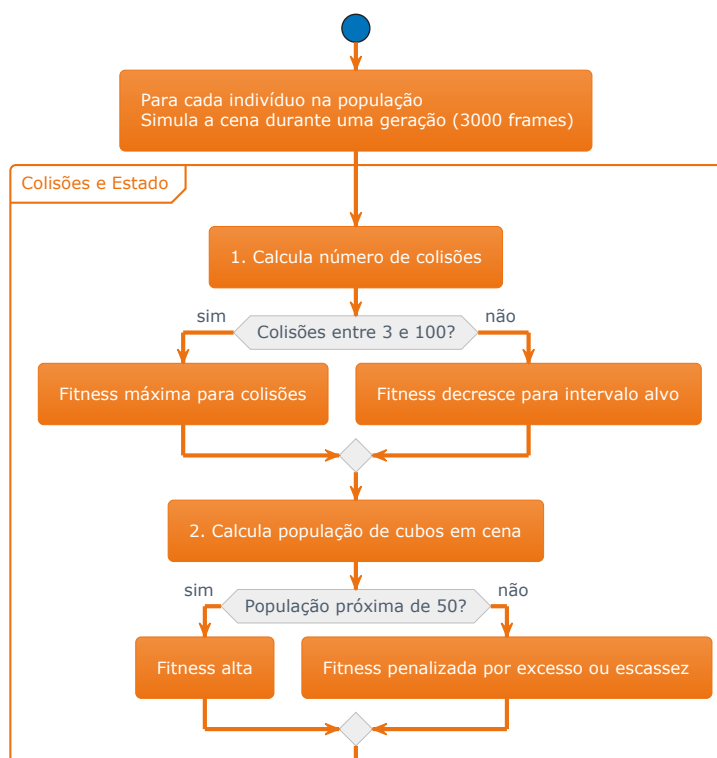
Fonte: Elaboração do Autor

Cada gene é inicializado aleatoriamente dentro de intervalos razoáveis (ex.: *maxSpeed* entre 0.5 e 3.0, *elasticity* entre 0.5 e 15.0, *repulsionStrength* entre 10 e 30). Escolhi esses intervalos explorando manualmente comportamentos extremos: abaixo de 0.5 de velocidade, os cubos quase não se movem; acima de 3.0, tinham alta velocidade, o que ficava difícil de acompanhar e geravam colisões demasiadamente imprevisíveis. Para elasticidade, um range até 15 nos

testes já produzia ricochetes bastante violentos – acima disso, a simulação poderia ficar instável, então foi o teto. E *repulsionStrength* mínimo de 10 garante alguma separação entre cubos, evitando que fiquem totalmente sobrepostos, enquanto no valor máximo de 30 os espalha consideravelmente no espaço da cena.

O centro operativo do AG é a função de aptidão (*fitness*) de cada indivíduo. Neste contexto ela é customizada para a busca de equilíbrio metaestável e dinâmico na cena. A cada geração, o sistema está apto a calcular vários indicadores do estado corrente da cena de cubos e comparar com metas desejadas, que são heurísticas determinadas no próprio código.

Figura 62 - Avaliação de aptidão (*fitness*) - Colisões e Estados

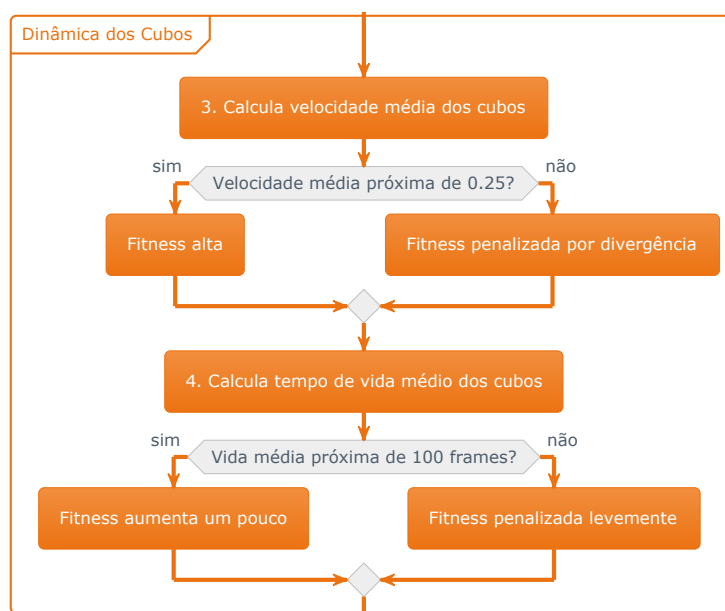


Fonte: Elaboração do autor em PlantUML

Quero evitar tanto a estagnação (poucas colisões) quanto o caos completo (colisões demais ao mesmo tempo). Como descrito na Figura 62, defini um intervalo alvo: mínimo 3 colisões e máximo 100 colisões por geração, onde “geração” aqui corresponde a um intervalo de tempo de 3000 frames (aproximadamente 50 segundos em 60 fps), já que evoluímos a população nessa cadência. O *fitness* ganha pontuação máxima se o número de colisões observado estiver dentro do intervalo [3, 100]; caso contrário, a pontuação decai conforme a distância até esse intervalo seguro (usando uma função recíproca). Desse modo, um indivíduo de AG cuja parametrização gere colisões em excesso ou escassez será menos apto.

Há também um número alvo de cubos ativos – estipulei aproximadamente 50 cubos como um ponto ideal durante a maior parte do tempo, o suficiente para encher o espaço visual sem poluir demais. O AG avalia a diferença entre o número atual de cubos e o alvo, dando pontuação alta se estiver próximo e penalizando se houver muito mais ou muito menos cubos que o ideal. Esse critério se relaciona também ao áudio: som intenso gera mais, então se o AG perceber consistentemente que a cena tem cubos de sobra (digamos 150-200), ele tende a evoluir parâmetros que contrabalançam – por exemplo, aumentando *repulsionStrength* para dispersá-los e causar remoções mais rápidas, ou ajustando *maxSpeed* para que escapem e sejam removidos pelas bordas.

Figura 63 - Avaliação de aptidão (fitness) - Dinâmica dos Cubos



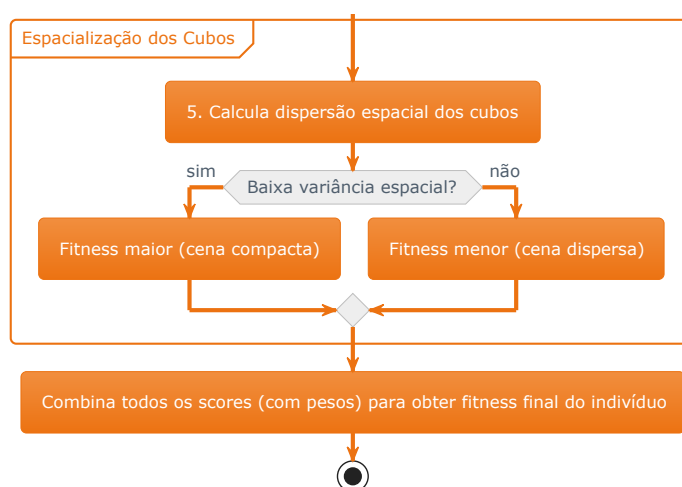
Fonte: Elaboração do autor em PlantUML

Outro componente do *fitness* é a avaliação da velocidade média dos cubos (Figura 63), comparada a um alvo (por exemplo, 0.25 em unidades/frame). Eu intuía que uma velocidade média moderada seria visualmente agradável: muito baixa fica tedioso, muito alta e tudo vira um borrão. Então, durante a avaliação, somo a magnitude de velocidade de todos os cubos e calculo a média; a pontuação é alta se essa média se aproxima de 0.25 e cai se diverge muito. Assim, indivíduos cujos parâmetros gerem cubos muito rápidos ou muito lentos perdem pontos.

Embora cada cubo tenha um tempo de vida pré-definido aleatoriamente entre 10 e 15 segundos, o comportamento do sistema pode encurtar isso (por exemplo, colisões resultando em sequências de explosões que removem cubos prematuramente, ou remoção acelerada no silêncio). Então o algoritmo calcula também a vida média restante dos cubos na cena, se os

cubos estão morrendo rápido demais, talvez o sistema esteja muito agitado; se todos vivem até o limite máximo, talvez esteja pouco responsivo. Defini uma vida média alvo (100 frames, ou aproximadamente 1.6 s, apenas como referência) e o sistema computa um score proporcional (quanto mais próximo da vida alvo, maior a pontuação). Esse fator tem peso menor na fitness (cerca de 10%) porque não queria dar muita importância a um número um tanto arbitrário, mas ainda assim incorporá-lo evita extremos indesejados.

Figura 64 - Avaliação de aptidão (fitness) - Espacialização dos Cubos



Fonte: Elaboração do autor em PlantUML

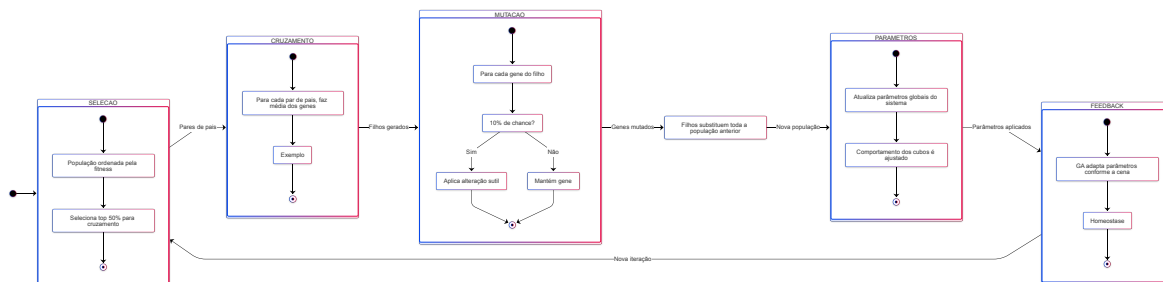
Por fim, acrescentei um critério de dispersão vs. aglomeração medido pela variância espacial dos cubos (Figura 64). O AG calcula o centro de massa de todos os cubos e a variância das distâncias em relação a esse centro. Se os cubos estão extremamente espalhados (variância alta), provavelmente a cena fica desconjugada; se estão muito aglomerados num canto, fica desequilibrado. Então usei mais uma função recíproca para dar pontuação maior a configurações mais compactas (baixa variância) – privilegiando indivíduos cujos parâmetros mantêm os cubos relativamente próximos uns dos outros (o que indiretamente favorece colisões moderadas também).

Com todos esses componentes normalizados entre 0 e 1 e ponderados por pesos (no código, dei pesos 0.3 para colisões, 0.2 população, 0.3 velocidade, 0.1 vida, 0.1 distribuição na fórmula de fitness), obtenho um valor de aptidão para cada parâmetro. Esse AG não busca maximizar um único objetivo simples, mas equilibrar tensões: colisões vs. estabilidade, densidade vs. dispersão, dinamismo vs. controle – o que reflete exatamente as preocupações estéticas que tínhamos na concepção da obra. Esses vetores refletem de novo os vetores de tensão técnica/sensível: tecnicamente, queríamos evitar estados que quebrassem o sistema (excesso de

cubos travando o render, p.ex.), e sensorialmente buscávamos evitar tanto monotonia quanto excesso de estímulo visual. O AG formaliza essas metas de forma numérica.

A cada iteração evolutiva, que foi configurado para acontecer periodicamente durante a performance, aplico operadores genéticos clássicos (Figura 65)

Figura 65 - Diagrama de ciclo iterativo por fases do AG clássico



Fonte: Elaboração do autor

- **Seleção:** A população de *ParameterSet* é ordenada pela *fitness* calculada (do mais apto ao menos apto). O sistema seleciona os melhores indivíduos para serem pais. No nosso caso, optei por uma estratégia simples: tomo a metade superior da população como candidatos a pai/mãe.
- **Cruzamento (*Crossover*):** Para gerar novos indivíduos, o sistema designa pares consecutivos de pais na lista ordenada e realiza um cruzamento do tipo média aritmética: os genes do filho são a média dos genes dos dois pais. Optei por implementar pela média (em vez de, digamos, escolher gene de um ou de outro) porque faz sentido nos parâmetros contínuos – produz um resultado intermediário estável, aproveitando características de ambos os pais. Por exemplo, se um pai tinha *maxSpeed* alto e outro baixo, o filho terá mediano; isso tende a conservar comportamentos moderados, que geralmente eram os mais aptos.
- **Mutação:** Após criar o filho, o sistema aplica mutações aleatórias com probabilidade definida (taxa de mutação de 10%). Cada gene do filho tem uma chance de sofrer um pequeno incremento ou decremento aleatório. Mantive a implementação para as mutações serem relativamente sutis (ex.: *maxSpeed* ± 0.5) para que a evolução fosse gradual, evitando mudanças abruptas que pudessem desestabilizar a performance de uma hora para outra. No entanto, pequenas mutações são cruciais para explorar o espaço de parâmetros e eventualmente escapar de ótimos locais – por exemplo, se todos os indivíduos

convergissem para *repulsionStrength* = 30 (máximo) mas isso ainda não gerasse colisões suficientes, uma mutação para 28 ou 25 poderia reintroduzir um pouco mais de caos e melhorar a aptidão.

- Reprodução: Os filhos gerados substituem a população anterior. O sistema reduz a população pela metade a cada geração (5 pares de pais de um total de 10, gerando 5 filhos). Reconheço que isso eventualmente decresceria muito o número de indivíduos se repetido indefinidamente¹⁷⁴.
- Aplicação dos Parâmetros Evoluídos: A influência dos parâmetros selecionados pelo AG sobre a cena dá-se por atualização direta do estado global. Em cada iteração, o indivíduo de maior fitness da nova geração tem seus genes copiados para os parâmetros globais da cena, atualizando *maxSpeed*, *elasticity* e *repulsionStrength* da classe *CubeCollision*. Como consequência, o comportamento de todos os cubos se ajusta no frame subsequente: as velocidades passam a respeitar o novo parâmetro e as colisões adotam a elasticidade correspondente. Essa operação encerra o ciclo AG → simulação. Trata-se do mecanismo conceitual pelo qual o AG controla a cena.

Com isso, obtivemos um AG adaptativo ao vivo. Por exemplo, se Arícia toca de forma extremamente percussiva e ruidosa por um período, gerando centenas de colisões e cubos, o AG tem a probabilidade de identificar aquele estado como subótimo (colisões acima do target, shapes acima do target) e possivelmente evoluiria indivíduos com *repulsionStrength* menor ou *maxSpeed* menor, que tenderiam a acalmar a cena (cubos mais lentos e mais aglomerados colidem menos). Inversamente, se a música ficasse muito minimalista e o sistema quase parando (poucos cubos se movendo), o AG poderia aumentar *maxSpeed* ou baixar *repulsionStrength*, encorajando mais movimento e encontros. Em outras palavras, o AG forneceu um mecanismo de homeostase visual: sem intervenção humana direta, o próprio sistema tenta se manter interessante e equilibrado dentro dos parâmetros que definimos como desejáveis.

Uma reflexão poética aqui é que esse AG introduz uma camada de temporalidade expandida na improvisação: além do improviso imediato (som → imagem instantânea), há um improviso de longo prazo, evolutivo, em que o sistema aprende tendências da música e responde modificando seu próprio “caráter” visual gradualmente. Isso cria na performance uma segunda escala de variação – um tipo de narrativa lenta que se desenrola por trás das micro

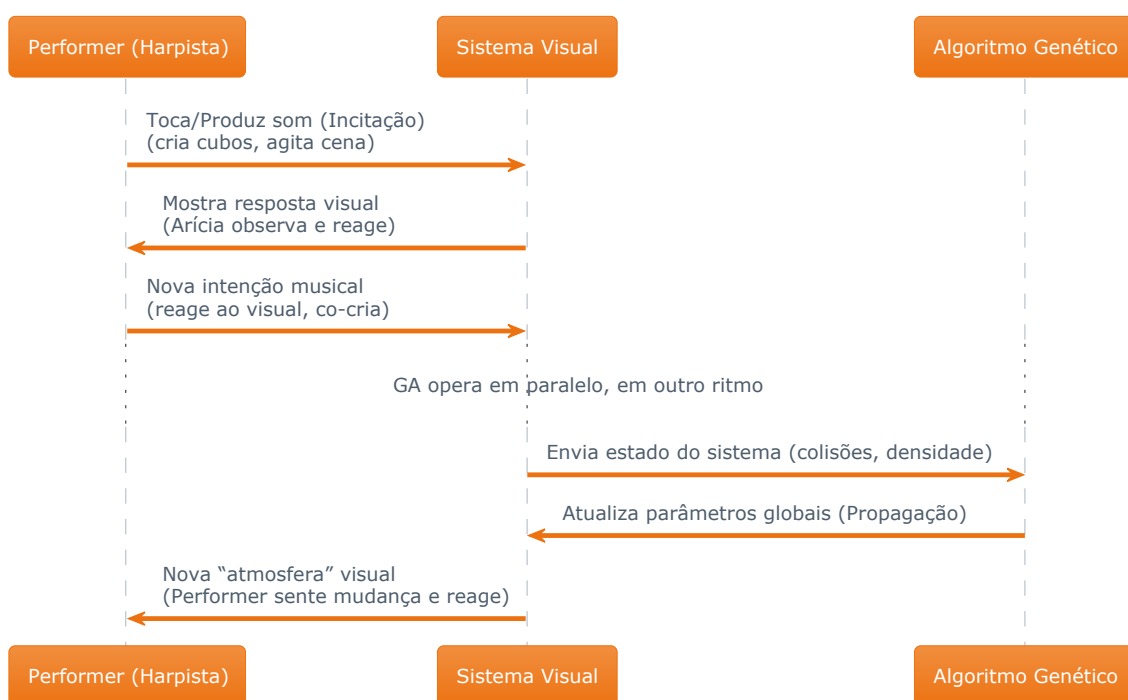
¹⁷⁴ Nota: em uma revisão futura, ajustarei para manter o tamanho constante – por exemplo, clonando os top 5 diretamente para a próxima geração junto com 5 filhos, ou algo assim, para preservar diversidade.

interações. O AG forneceu um mecanismo de homeostase visual: sem intervenção humana direta, o próprio sistema mantém seu equilíbrio metaestável em diálogo com as incitações da harpa.

6.3.3 Iteração Performática

Com todos os componentes delineados, é importante compreender como isso se realiza no loop de performance ao vivo. Em cena, temos três agentes interconectados: a harpista (som), o sistema visual (imagem) e o algoritmo genético (processo adaptativo). O fluxo básico é descrito na Figura 66:

Figura 66 - Diagrama de ciclo de iteração performática: Performer - Sistema - AG



Fonte: Elaboração do Autor em PlantUML

- Som → Visão: O gesto musical de Arícia é captado e imediatamente transforma a cena visual. O gesto musical da improvisação gera cubos novos, um crescendo faz o ambiente se iluminar e se agitar, um padrão rítmico imprime oscilações periódicas nas rotações dos cubos. Assim, cada intenção musical obtém uma resposta visual tangível. Esse é o aspecto de feedback positivo inicial: a performer influencia o visual.
- Visão → Performer: Em seguida, a harpista percebe o que aparece no domo e pode reagir artisticamente a isso. Como cocriadora e improvisadora, Arícia não toca de olhos fechados alheia à projeção, ao contrário, ela observa e incorpora as mudanças visuais

em suas decisões musicais. Se ela vê os cubos ficarem muito vermelhos e turbulentos, talvez sinta que é hora de contrastar tocando algo suave para provocar uma mudança; ou se presencia uma explosão visual particularmente bonita, pode querer sustentá-la prolongando o som ou repetindo a ação sonora que a causou. Esse feedback visual-sonoro fecha o laço de transindividuação: agora o sistema não é apenas reativo, mas ambos (humano e algoritmo) se adaptam mutuamente.

- AG em ação prolongada: Durante esse intercâmbio, o AG opera em ciclos mais lentos, ajustando gradualmente o regime do sistema. Podemos pensar nele como um terceiro participante, um mediador que não age em cada nota, mas observa a macroestrutura e sugere mudanças de cenário de tempos em tempos. Se por vários minutos a música esteve muito densa e o visual saturado de cubos colidindo (o AG detecta excesso de colisões), quando chega a hora da próxima evolução genética, o sistema possivelmente reduzirá *repulsionStrength* e *maxSpeed* conforme discutido, tornando os cubos mais lentos e agrupados. Assim, sutilmente o visual pode entrar em um novo estado – talvez mais organizado, com cubos movendo-se mais lentamente. Arícia percebe essa mudança de “comportamento visual geral” e isso impacta nas suas decisões interpretativas na improvisação livre seguinte. O AG fornece a variação seccional: a performance não é monótona porque o próprio sistema muda de caráter ao longo do tempo, como se tivesse humores.

O ciclo iterativo ganha aqui duplo sentido. Primeiro: a iteração computacional: a cada frame, o programa recalcula física e analisa o som. Segundo: a iteração criativa: cada ciclo de som → imagem → som é uma iteração performática onde ideias musicais vão sendo refinadas pela improvisadora. A responsividade aqui vai além de resposta técnica rápida; trata-se de um diálogo poético emergente. No nosso caso, isso se deu em múltiplos níveis: Arícia dialoga com sua própria extensão visual (os cubos são, de certo modo, uma manifestação do som dela), e o AG + física age como outro agente improvisador, aportando elementos que nem ela nem eu controlamos inteiramente. Isso realiza a transindividuação: nenhum dos agentes (humano, imagem, algoritmo) permanece idêntico a si mesmo – todos se transformam através da interação. Em nenhum momento há sincronismo rígido ou pré-determinado, tudo acontece em *extempore*, no tempo presente, contingente às vontades dos agentes envolvidos.

Para manter esse loop saudável durante a apresentação, defini alguns ajustes práticos: calibrei o volume de entrada para evitar ruído indevido. Também combinamos sinais entre nós: se por acaso a cena visual fique aquém do desejado (por exemplo, nenhum cubo na tela por

muito tempo), eu poderia indicar para Arícia intensificar o som; e se ficasse sobrecarregada, ela sabia que um silêncio ou notas esparsas ajudariam a “limpar” a cena. Contudo, na maioria das vezes, o próprio sistema AG resolvia esses extremos naturalmente.

O loop performático de ‘Matizes em Extempore’ se estabeleceu como um circuito de influência mútua onde gesto humano e processo algorítmico formam uma unidade. Cada iteração do loop reforça a ideia de que não há “acompanhamento visual” subordinado nem “música de fundo” – há uma só performance onde imagem e som são vozes equivalentes. Essa realização prática da transindividuação em tempo real desvela a principal contribuição poética-teórica desta obra em processo.

6.4 Aprendizados e a Individação Contínua da Pesquisa

Relatar e dissecar o processo criativo da performance audiovisual ‘Matizes em Extempore’ permitiu-me evidenciar como a obra entrelaça o fazer técnico e o pensar poético em cada etapa de seu desenvolvimento. Ao longo deste texto, narrei as motivações, escolhas e evoluções do processo, buscando sempre conectar com os conceitos teóricos operativos da tese (incitação, propagação, iteração) e com os vetores de tensão (técnica, sensível, poética). Concluo agora destacando os principais aprendizados e apontando os próximos passos, enquanto reflito sobre como essa performance se coloca como exemplo de transindividuação artístico-tecnológica em tempo real.

Um primeiro aprendizado fundamental foi sobre equilíbrio entre controle e autonomia. Desenvolver um sistema audiovisual generativo para improvisação é, em essência, exercer um controle indireto: ao invés de especificar cada saída visual, definimos regras e deixamos o sistema manifestar comportamentos. Isso exige confiança na estrutura criada e disposição para surpresas. Esta premissa ensinou que, com parametrização cuidadosa e iterativa, é possível atingir um ponto onde o sistema é suficientemente estável para não colapsar, mas suficientemente instável para sempre trazer novidade. Esse é um princípio que levo adiante: ao projetar futuros cenários interativos, buscarei deliberadamente esse ponto metaestável de agenciamento criativo.

Outro ponto foi aprofundar o entendimento prático de transindividuação. Antes, isso era para mim um constructo teórico. Pude observar como a presença de um sistema reativo-evolutivo muda a postura do performer humano. Reciprocamente, o sistema incorporou traços da personalidade musical de Arícia nos parâmetros evoluídos, de forma que se outra pessoa tocasse talvez o comportamento resultante fosse bem diverso. Assim, cada performance é um indivíduo único, resultante da interação daqueles agentes naquele contexto, não repetível. Isso concretiza

a noção de que não há separação clara “obra vs. intérprete” neste contexto, mas sim um processo único que engloba ambos – uma obra-em-ação.

Tecnicamente, consolidei diversas habilidades: programação de áudio em *Processing*, física básica de colisões dos cubos, AGs aplicados de forma não convencional, e integração de múltiplas bibliotecas (*sound*, *Syphon*, etc.). Foi crucial manter o código organizado e comentado, pois só assim pude iterar melhorias rapidamente e testar hipóteses. Além disso, aprendi a valorizar os *debug* visuais: imprimir logs de número de cubos, volume, gravidade, me ajudou a correlacionar exatamente momentos sonoros com reações. Esse pragmatismo de engenharia apoiou a realização poética sem sufocá-la.

Naturalmente, também reconheci limitações da versão atual. O AG, embora conceitualmente rico, ainda pode ser expandido, incluindo mais genes (cor ou tamanho médio, novos parâmetro de resposta sonora). Há igualmente um aspecto de escalabilidade: testamos com 200 cubos máx. pois além disso o desempenho caía; para domos maiores ou projeções com múltiplos pontos, talvez seja necessário otimizar ou simplificar. Essas são considerações técnicas futuras para tornar a obra mais robusta.

‘Matizes em Extempore’ exemplifica uma obra em que técnica, sensibilidade e poética estão tão imbricadas que é impossível dissociá-las sem desfigurar a obra. Cada constante de código tem um porquê sensível; cada decisão sensível foi possibilitada por uma técnica; e juntas elas servem a um propósito poético maior: investigar novos modos de relação entre humano e máquina na criação artística.

Encerrando esta análise, reforço a noção de individuação contínua: assim como os cubos nunca param de se mexer e evoluir enquanto há som, e o AG nunca cessa de procurar adaptação, eu vejo a própria obra como um ser em tomada e forma e evolução. A versão apresentada aqui é uma instância inicial do trabalho, aberta a transformações futuras – seja com outros instrumentos musicais, seja recontextualizada em outras instalações. O importante é que o *modus operandi* (incitar, propagar, iterar) permanece, guiando cada atualização. Dessa forma, ‘Matizes em Extempore’ não se encerra em si; ela se coloca como ponto de partida para experimentações subsequentes, carregando em seu cerne a filosofia de que a arte tecnológica é um processo vivo, onde criador e criação se desenvolvem juntos em tempo real.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta tese partiu da hipótese de que o campo do *fulldome* digital em tempo real, como ecossistema processual e relacional, opera como meio associado no qual técnica, sensível e poética se coproduzem através da sinergia dinâmica em regime metaestável. Para sustentar tal hipótese, o trabalho propôs o Domo Vivo como operador conceitual e metodológico, descrevendo a Experiência Viva Imersiva ($\mathcal{E}_V$) por uma gramática transdutiva: Incitação ($\mathcal{I}$), Propagação ($\mathcal{P}$) e iteração ($\mathcal{I}_T$) modulada pela composição intensiva ($\odot$).

O percurso acompanhou a passagem das tensões do campo aos operadores que o tornam tratável e, destes, à demonstração em ato: da formulação do Domo Vivo, à sua transferência para as materialidades na Infraestrutura Viva, à cartografia e leitura de poéticas no domo e, por fim, à pesquisa-criação com a biblioteca *ziviDomeLive* e a performance e o sistema audiovisual generativo de ‘Matizes em Extempore’. Essa arquitetura do texto consolidou um fluxo integral que permanece aberto à iteração, em consonância com o próprio objeto de estudo.

A formalização do Domo Vivo respondeu a duas urgências: (i) qualificar teoricamente a criação em tempo real no *fulldome*, frequentemente reduzida a variações de exibição; (ii) enfrentar os condicionantes infraestruturais, sobretudo a predominância de sistemas proprietários e a invisibilização da infraestrutura como suporte. *Ao reposicionar a cúpula como meio ativamente operante e a infraestrutura como ecologia viva, a tese deslocou o foco da representação para o vir-a-ser da experiência*, articulando operadores capazes de distinguir o contingente do estrutural nos eventos imersivos.

A análise material das arquiteturas (espacial, sonora e visual) demonstrou que o áudio espacial e a luz, tomados como campos volumétricos e operativos, condicionam e são condicionados pelas práticas, convertendo aparatos em agências que participam do devir da obra. Esse diagnóstico pautou o tratamento técnico-poético dos regimes projetivos (espelho esférico, *fish-eye*, multicanal, LED) e dos critérios de qualidade que tornaram observáveis limites e potencialidades expressivas.

A partir de uma taxonomia híbrida (Composicional, Performativo, Interativo, Generativo, Relacional), as obras foram lidas como sistemas operatórios nos quais os polos Gesto Ao vivo ($\mathcal{A}_{(\mathcal{I}+\mathcal{S})}$), Limite Técnico ($\mathcal{L}_T$) e Sensível ($\mathcal{S}$) acoplam-se em Composição Intensiva ($\odot$). Nessa chave, a tese mostrou que todas compartilham o mesmo princípio de *liveness* e composição intensiva, ainda que com densidades operatórias singulares.

Por fim, a pesquisa-criação apresentou a biblioteca *ziviDomeLive* como método situado e laboratório de desenvolvimento, documentação e compartilhamento no próprio meio, e a performance ‘Matizes em Extempore’ e o seu sistema audiovisual generativo como demonstração de conceitos: a interconexão entre análise de áudio, sistema de colisões e AG articularam-se como incitadores e mecanismos de propagação/iteração, sustentando a coemergência entre artista, público e aparato. O retorno analítico sobre essa demonstração retroalimentou a gramática proposta e reafirmou a técnica como coagente, não como suporte neutro.

Desta maneira, posso destacar as principais contribuições desta pesquisa para o campo:

1. Consolidação do Domo Vivo como operador analítico e composicional: A tese formalizou o Domo Vivo como meio associado no qual técnica, sensível e poética coproduzem a experiência — não como instâncias estanques, mas como vetores em sinergia que, ao acoplarem-se, mantêm a cena em metaestabilidade. Tal formalização permite reconhecer condições de existência do *liveness* e estabelecer critérios de leitura diferenciando operação e estrutura nos eventos *fulldome*.
2. Validação de uma gramática transdutiva para criação e análise: Ao descrever incitação, propagação e iteração como operadores das dinâmicas em tempo real, a tese forneceu uma gramática transversal aplicável tanto à leitura de obras quanto ao projeto de experiências. A aplicação dessa gramática à taxonomia híbrida de poéticas e ao estudo de caso demonstrou sua utilidade heurística e sua capilaridade operatória.
3. Reconfiguração da infraestrutura como ecologia técnico-estética: A noção de Infraestrutura Viva reconcebeu arquiteturas (cúpula, áudio, visual) como agências em coemergência, deslocando a visão instrumental e evidenciando a maneira como condicionam e são condicionadas pela prática. Esse deslocamento inclui consequências materiais (por exemplo, adotar critérios objetiváveis de calibração e qualidade) e poéticas (tomar *warp-blend*, luminescência e esferização como operadores expressivos).
4. Disponibilização da *ziviDomeLive* como artefato metodológico aberto. A biblioteca foi concebida como infraestrutura de pesquisa-criação, documentando decisões e expondo o funcionamento dos operadores na prática. Sua arquitetura modulável torna observável e reutilizável os procedimentos desenvolvidos.
5. Demonstração de conceito por pesquisa-criação. Em ‘Matizes em Extempore’, a gramática foi performada: a incitação sonora da harpa, processada a cada frame, acionou motores de variação (colisões, evolução genética) e sustentou a iteração performer-sistema-ambiente, com metaestabilidade como critério de condução. O estudo explicitou

ganhos e limites técnicos (escalabilidade, latências, robustez do AG), constituindo base para desdobramentos criativos.

Reposicionar o domo como meio associado reabre a discussão sobre a ontogênese da experiência viva em ambientes imersivos: ela se individua na copresença de agentes humanos, algorítmicos e materiais. Esse ponto exigiu reavaliar oposições herdadas (sujeito/objeto; forma/conteúdo) e adotar a alagmática para pensar o operar que dá consistência à forma sem estabilizá-la. A noção de transdução, como aparecimento correlativo de dimensões e estruturas a partir de centros dinâmicos, deu precisão ao modo de funcionamento do Domo Vivo.

A gramática transdutiva mostrou-se transportável entre análise e criação: as leituras de obras aplicaram os operadores transdutivos como operação analítica, enquanto a biblioteca tornou tais operadores parametrizáveis em código. Esse duplo movimento favoreceu comparações sem homogeneização no corpus de obras analisadas e deu visibilidade a decisões que usualmente permanecem tácitas em processos artísticos.

Em lugar da captura, o Domo Vivo propõe sintonização e coreografia coletiva, reposicionando o desenho técnico como criação de condições para partilha e presença. No plano visual, a discussão dos regimes projetivos (*fisheye*, multicanal, LED) e das práticas de *warp-blend*, máscara e autoajuste por visão computacional recolocou a calibragem e aferição como ato poético — e não apenas “serviço técnico”.

O estado atual deriva tanto das condições do campo quanto das opções de pesquisa. No campo, predomina a tecnologia proprietária com documentação fragmentada, o que dificulta a sistematização pública de saberes. O desenvolvimento de *ziviDomeLive* respondeu a esse cenário, mas também evidenciou desafios de escalabilidade, otimização e latências nas rotas de áudio-vídeo e na evolução paramétrica. Essas questões impactam diretamente o tempo de propagação e a legibilidade da metaestabilidade em cena.

No plano metodológico, o protocolo de leitura foi explicitado e aplicado a análise das obras para fulldome em tempo real; contudo, a própria dinâmica do campo — heterogênea e em constante mutação — impõe abertura na seleção de casos e contingência em acessos e registros. A estratégia adotada foi privilegiar obras que explicitam o acoplamento entre gesto, limite técnico e sensível, de modo a examinar como convertem operação em estrutura no domo. Assim, a singularidade de cada caso não foi um obstáculo, mas a condição para verificar o alcance do operador Domo Vivo.

Do ponto de vista da pesquisa-criação, o sistema audiovisual generativo desenvolvido para a obra ‘Matizes em Extempore’ demonstrou a articulação poética em acoplar análise espectral e evolução paramétrica para sustentar variação contínua; ao mesmo tempo, tornou nítidas as necessidades de refinar o AG, aprimorar estratégias de *debug* visual e otimizar o gerenciamento de estados para evitar quedas de desempenho em cenas densas. Essas observações são convertidas em requisitos para versões futuras da biblioteca.

A proposição de que a cúpula “age, compõe e ressoa” recoloca a formação artística e técnica no *fulldome* digital em tempo real: exige que artistas, designers de som e programadores pensem-fazendo com as materialidades do meio, desenvolvendo alfabetização em áudio espacial, geometria de projeção e esferização visual como conteúdo expressivo — não mera logística de exibição. Do ponto de vista das instituições, a adoção de práticas de calibração transparente e de bibliotecas abertas cria um circuito virtuoso de documentação e partilha, estreitando a distância entre pesquisa, criação e difusão.

A infraestrutura, tomada como ecologia da atenção, orienta a curadoria e a mediação pública: em lugar da saturação, a construção de formas de escuta coletiva, de ritmos de atenção e de participação que convertam a copresença em coagência. Esse deslocamento é decisivo para a vitalidade do campo, pois impede que a imersão seja capturada por modelos espetaculares da indústria do entretenimento, recolocando o domo como lugar de invenção.

Nessa direção, o aperfeiçoamento do AG e a expansão de módulos da *ziviDomeLive* podem incrementar a propagação controlada e a iteratividade performativa, mantendo a obra em metaestabilidade. A noção de individuação contínua permanece como princípio: não se busca forma final, mas a capacidade de continuar produzindo diferenças significativas sem colapso, de modo que cada performance seja um indivíduo único na ecologia do Domo Vivo.

Do ponto de vista institucional, há campo para consolidar laboratórios em cúpulas com práticas abertas e replicáveis (documentação, versionamento, catálogos técnicos), ampliando a rede de residências e parcerias entre planetários e centros de artes digitais. Isso se alinha ao espírito da biblioteca e ao gesto epistemológico de tratar a codificação como materialização da investigação, uma forma de “pensar-fazendo” que documenta, compartilha e tensiona as materialidades do meio.

O Domo Vivo não é apenas um nome: é um operador conceitual que reorganiza a experiência imersiva a partir de sua condição processual. Ao tratar técnica, sensível e poética como vetores em sinergia, a tese propôs e demonstrou uma gramática das operações capaz de dar forma pensável ao que, no evento vivo, frequentemente se dilui em contingência. Ao reinscrever a infraestrutura como ecologia viva, deslocou-se o lugar do aparato: de suporte invisível a

coagente da obra. Ao disponibilizar a *ziviDomeLive* e performar a gramática na concepção e implantação do sistema computacional generativo em ‘Matizes em Extempore’, a pesquisa demonstrou como operar esse meio. Com isso, consolidou-se um repertório de critérios para ler, projetar e avaliar experiências no domo em tempo real, reconhecendo limites e indicando horizontes.

Há, neste percurso, um posicionamento ético-estético: recusar a imersão como captura da atenção e cultivá-la como sintonização; rejeitar o aparato como retaguarda inerte e fazê-lo agenciar a obra; abandonar a promessa de estabilidade final e trabalhar pela continuidade criativa. Se a cúpula “age, compõe e ressoa”, a vitalidade do campo dependerá da manutenção dessa metaestabilidade que acolhe diferenças, experimenta métodos e devolve legibilidade à experiência. Nesse sentido, o Domo Vivo é menos um conceito a se fechar e mais um modo de pesquisa: uma gramática em uso que convida a comunidade a iterar, propagar e incitar novas composições intensivas no hemisfério da arte e da ciência em um campo entrelaçado.

REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, Nicola. **Dicionário de filosofia**. trad. Ivone Castilho Benedetti. 5. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2007.
- AKENINE-MÖLLER, Tomas; HAINES, Eric; HOFFMAN, Naty. **Real-Time Rendering, Fourth Edition**. 4th ed. Milton: Chapman and Hall/CRC, 2018. Disponível em: <https://public.ebookcentral.proquest.com/choice/publicfullrecord.aspx?p=5474527>.
- AUSLANDER, Philip. Digital Liveness. **PAJ: A Journal of Performance and Art**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 3–11, 2012. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/26206427>. Acesso em: 16 jul. 2025.
- AUSLANDER, Philip. **Liveness: performance in a mediatised culture**. Third edition. Abingdon, Oxon: Routledge, 2023. DOI 10.4324/9781003031314. Disponível em: <https://www.taylorfrancis.com/books/9781003031314>.
- BARRETTO, Francisco. **Botânica**. 2023. **Francisco Barretto**. [Portfólio]. Disponível em: <https://barretto.info/portfolio/botanica/>. Acesso em: 5 set. 2025.
- BARRETTO, Francisco; LAGES, Micaele. SPELL: Sphere for Projection with Artificial Real-time Interaction. 2024. **Francisco Barretto**. [Portfólio]. Disponível em: <https://barretto.info/portfolio/spell/>. Acesso em: 26 ago. 2025.
- BARTHÉLÉMY, Jean-Hugues. Glossário Simondon. trad. Cezar Helehna Prado; Gabriel Pereira Gioppo; Matheus Scartezini Pedrini. **Cadernos PET-Filosofia**, [s. l.], v. 23, n. 1, seq. Traduções, 2 dez. 2023. DOI 10.5380/petfilo.v23i1.90691. Disponível em: <https://revistas.ufpr.br/petfilo/article/view/90691>.
- BASTOS, Marcus; MORAN, Patricia. **Audiovisual ao vivo – tendências e conceitos**. São Paulo, Brasil: Intermeios, 2020. Disponível em: <https://www.intermeioscultural.com.br/audiovisualaovivo>.
- BERGAMO, Marília Lyra; SILVA, Andre Luiz; VALENTIM, Victor Hugo Soares. Graphic Design with Creative Coding: Using Abstract Art as Bidimensional Logic in Project Development. **DAT Journal**, [s. l.], v. 9, n. 3, seq. Articles, p. 108–124, 21 nov. 2024. DOI 10.29147/datjournal.v9i3.852. Disponível em: <https://datjournal.anhembi.br/dat/article/view/852>. Acesso em: 26 ago. 2025.
- BERKHOUT, A. J.; DE VRIES, D.; VOGEL, P. Acoustic control by wave field synthesis. **The Journal of the Acoustical Society of America**, [s. l.], v. 93, n. 5, p. 2764–2778, 1 maio 1993. DOI 10.1121/1.405852. Disponível em: <https://doi.org/10.1121/1.405852>. Acesso em: 7 mar. 2025.
- BLACKWELL, Alan F.; COCKER, Emma; COX, Geoff; MCLEAN, Alex; MAGNUSSON, Thor. **Live Coding: A User's Manual**. [S. l.]: The MIT Press, 2022. DOI 10.7551/mitpress/13770.001.0001. Disponível em: <https://doi.org/10.7551/mitpress/13770.001.0001>. Acesso em: 26 jun. 2025.
- BÖHME, Gernot. Atmosphere as the Fundamental Concept of a New Aesthetics. **Thesis Eleven**, [s. l.], v. 36, n. 1, p. 113–126, 1 ago. 1993. DOI 10.1177/072551369303600107. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/072551369303600107>. Acesso em: 8 jun. 2025.

BOLLES, Monica. Special Topic: Audio Production for Fulldome. 2019. **Monica Bolles - Website**. [Blog]. Disponível em: <https://monicabolles.com/blog/20190227-immersiveaudio/>. Acesso em: 29 jun. 2025.

BOUILLOT, Nicolas; SETTEL, Zack; SETA, Michal. SATIE: a live and scalable 3D audio scene rendering environment for large multi-channel loudspeaker configurations. jun. 2017. **Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression** [...]. [S. l.]: Zenodo, jun. 2017. p. 404–409. DOI 10.5281/zenodo.1176298. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.1176298>.

BOURKE, Paul. Digital fulldome test pattern. 2022. **Paul Bourke Website**. Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/testpattern/>. Acesso em: 1 jul. 2025.

BOURKE, Paul. Distortion, incorrect and correct usage of the word. 2020a. **Paul Bourke Website**. [Website]. Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/distortion/>. Acesso em: 7 set. 2025.

BOURKE, Paul. Dome Projection and Calibration for Offaxis Fisheye Lenses. 2020b. **Paul Bourke Website**. [Website]. Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/offaxisfisheyeprojection/>. Acesso em: 9 set. 2025.

BOURKE, Paul. Dome projection on a budget (MirrorDome). 2003. **Paul Bourke Website**. [Website]. Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/mirrordome/>. Acesso em: 9 set. 2025.

BOURKE, Paul. Spherical mirror: a new approach to hemispherical dome projection. **Planetary; Journal of the International Planetarium Society**, Melbourne, v. 34, n. 4, p. 6–9, 1 dez. 2005a. <https://doi.org/10.1145/1101389.1101445>. Acesso em: 19 abr. 2025.

BOURKE, Paul. Three projector dome simulation. 2005b. **Paul Bourke Website**. [Website]. Disponível em: <https://paulbourke.net/dome/3projdome/>. Acesso em: 8 set. 2025.

BOWKER, Geoffrey C.; STAR, Susan Leigh. **Sorting Things Out: Classification and Its Consequences**. [S. l.]: The MIT Press, 1999. DOI 10.7551/mitpress/6352.001.0001. Disponível em: <https://doi.org/10.7551/mitpress/6352.001.0001>.

BUCZEK, Isabella. **The aesthetic of immersion in the immersive dome environment (IDE): Stepping between the real and the virtual worlds for further self-constitution? Technoetic Arts**. [S. l.]: Intellect, 2012a. DOI https://doi.org/10.1386/tear.10.1.3_1. Disponível em: https://intellectdiscover.com/content/journals/10.1386/tear.10.1.3_1.

BUCZEK, Isabella. The immersive dome environment (IDE): Old concept in a new light or a new hybrid medium to enhance human cognitive faculty? **Technoetic Arts**, Bristol, UK, v. 12, n. 2–3, p. 247–254, 2012b. https://doi.org/10.1386/tear.10.2-3.247_1.

CANDY, Linda; EDMONDS, Ernest; VEAR, Craig. **The Routledge International Handbook of Practice-Based Research**. New York, NY: Routledge, 2022. <https://doi.org/10.4324/9780429324154>.

CHARTRAND, Mark R. A Fifty Year Anniversary of a Two Thousand Year Dream - The History of the Planetarium. **The Planetarian**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 95–101, 1973. Disponível em: https://www.ips-planetarium.org/page/a_chartrand1973.

CHEPESIUK, Ron. Missing the dark: health effects of light pollution. **Environmental health perspectives**, United States, v. 117, n. 1, p. A20-27, jan. 2009. <https://doi.org/10.1289/ehp.117-a20>.

CITTON, Yves. **The ecology of attention**. trad. Barnaby Norman. English edition 2nd. reimp. Cambridge, UK: Polity, 2017.

COLLOPY, Fred. Playing (with) Color. **Glimpse Journal**, [s. l.], v. 2, n. 3, p. 62–67, 2009. .

COLLOPY, Fred; FUHRER, Robert M; JAMESON, David. Visual Music in a Visual Programming Language. **1999 IEEE Symposium on Visual Languages**, Tokyo, Japan, v. 1947, p. 111–118, 1999. DOI 10.1109/VL.1999.795882. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/document/795882>.

COMBES, Muriel. **Gilbert Simondon and the philosophy of the transindividual**. trad. Thomas LaMarre. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2013.

COSTA, Rogério Luiz Moraes. A livre improvisação musical enquanto operação de individuação. **Artefilosofia**, [s. l.], v. 8, n. 15, p. 34–45, 2013. Disponível em: <https://periodicos.ufop.br/raf/article/view/533>.

DELEUZE, Gilles. **Diferença e Repetição**. trad. Roberto Machado; Luiz Orlandi. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2018a.

DELEUZE, Gilles. Gilbert Simondon, o indivíduo e sua gênese físico-biológica. trad. Luiz B. L. Orlandi. **Cadernos de Subjetividade**, [s. l.], v. 0, n. 11, seq. Artigos, p. 119–124, 7 ago. 2018b. DOI 10.2354/cs.v0i11.38770. Disponível em: <https://revistas.pucsp.br/index.php/cadernossubjetividade/article/view/38770>. Acesso em: 9 jul. 2025.

DIXON, Steve. **Digital performance: a history of new media in theatre, dance, performance art and installation**. Cambridge: The MIT Press, 2007(Leonardo). Disponível em: <https://doi.org/10.7551/mitpress/2429.001.0001>.

ERICSON, Christer. **Real-time collision detection**. Amsterdam: Morgan Kaufmann, 2005. Disponível em: <https://realtimecollisiondetection.net/>.

ERNST, Wolfgang; PARIKKA, Jussi. **Digital Memory and the Archive**. [S. l.]: University of Minnesota Press, 2012. DOI 10.5749/minnesota/9780816677665.001.0001. Disponível em: <https://doi.org/10.5749/minnesota/9780816677665.001.0001>. Acesso em: 14 jul. 2025.

ESSL, Marian. **Entrevue 360 @ iX 2019 - MONOCOLOR (VR)**. [S. l.: s. n.], 2 jul. 2019a. Disponível em: <https://vimeo.com/345745415>. Acesso em: 5 set. 2025.

ESSL, Marian. **Interview with MONOCOLOR | Société des arts technologiques [SAT]**. [S. l.: s. n.], 2022a. Disponível em: <https://sat.qc.ca/en/news/interview-with-monocolor>. Acesso em: 5 set. 2025.

ESSL, Marian. MONOCOLOR - Entangled Structures. 2022b. **MONOCOLOR**. [Portfólio]. Disponível em: <https://mnclr.com/entangled-structures>. Acesso em: 5 set. 2025.

ESSL, Marian. MONOCOLOR - Latent Space. 2019b. **MONOCOLOR**. [Portfólio]. Disponível em: <https://mnclr.com/latent-space-live>. Acesso em: 5 set. 2025.

EVANS & SUTHERLAND. **8K Systems Demystified**. 5 jul. 2016. **Evans & Sutherland - A Cosm Company**. Disponível em: <https://www.es.com/news/featured/true8k/>. Acesso em: 10 set. 2025.

FAROCKI, Harun. Phantom Images. **Public**, [s. l.], v. 0, n. 29, 1 jan. 2004. Disponível em: <https://public.journals.yorku.ca/index.php/public/article/view/30354>. Acesso em: 10 set. 2025.

FERNÁNDEZ-SERRANO, Martino Peña; LÓPEZ, José Calvo. Projecting Stars, Triangles and Concrete. **The Early History of Geodesics Domes, from Walter Bauersfeld to Richard Buckminster Fuller**, *Architectura*, [s. l.], v. 47, n. 1–2, p. 92–114, 2016. DOI 10.1515/ATC-2017-0006. Disponível em: <https://doi.org/10.1515/ATC-2017-0006>. Acesso em: 18 jun. 2025.

FLUSSER, Vilém. **Filosofia da Caixa Preta: Ensaios para uma futura filosofia da fotografia**. São Paulo, Brasil: Hucitec Editora, 1985.

FLUSSER, Vilém. **O universo das imagens técnicas: Elogio da superficialidade**. 1. ed. São Paulo: Annablume, 2008.

FOUCAULT, Michel. De espaços outros. trad. Ana Cristina Arantes Nasser. **Estudos Avançados**, [s. l.], v. 27, n. 79, seç. O Espaço na Vida Social, p. 113–122, 1 jan. 2013. DOI 10.1590/S0103-40142013000300008. Disponível em: <https://revistas.usp.br/eav/article/view/68705>. Acesso em: 29 maio 2025.

FOUCAULT, Michel. **Vigiar e punir : nascimento da prisão**. 39. ed. Petropolis: Vozes Petropolis, 2011(, WorldCat).

FULLER, Matthew. **Software studies: a lexicon**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2008(Leonardo (Series)). Disponível em: <https://cornell-library.skillport.com/skillportfe/main.action?assetid=26536>.

FULLER, R. Buckminster. Geodesic Structures, from The Dymaxion World of Buckminster Fuller. In: ZUNG, Thomas T. K. (org.). **Buckminster Fuller: Anthology for the New Millennium**. New York: St. Martin's Griffin Press, 2002. p. 29–42.

FULLER, R. Buckminster. **Synergetics 2: Further Explorations in the Geometry of Thinking**. 2ª Ed. New York, N.Y.: Macmillan Publishing Co., 1983(The Estate of R. Buckminster Fuller). Disponível em: <https://books.google.com.jm/books?id=Op4qDwAAQBAJ>.

GÁSPÁR, Orsolya. Bauersfelds concept for the subdivision of the first built geodesic dome structure. **Proceedings of IASS Annual Symposia**, [s. l.], v. 2020, n. 7, p. 1–11, 2020. Disponível em: <https://www.ingentaconnect.com/content/iass/piaass/2020/00002020/00000007/art00011>.

GÁSPÁR, Orsolya; AND KIS, Alexandra É. The Invisible Beauty of the Zeiss-Dywidag Domes: Topology Optimization of the Triangulated Rebar Grids. **International Journal of Architectural Heritage**, [s. l.], v. 18, n. 8, p. 1204–1225, 2 ago. 2024. DOI 10.1080/15583058.2023.2217659. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/15583058.2023.2217659>.

GASTON, L; DOUGALL, P; CONNELLY, C; MERKLE, J; THOMPSON, E. Methods for sharing audio among planetariums. **2008 Fulldome Summit**, [s. l.], 2008. .

GERZON, Michael A. Periphony: With-height sound reproduction. **Journal of the audio engineering society**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 2–10, 1973. .

GROSS, Carol. Driven to Abstraction. 1998. **Improvart**. [Website]. Disponível em: <https://improvart.com/goss/abstract.htm>. Acesso em: 9 jul. 2025.

HOUZÉ, Vincent. Vincent Houzé and Dave & Gabe – Créatures – Vincent Houze. 2018. **Vincent Houzé**. [Portfólio]. Disponível em: <https://vincenthouze.com/portfolio/creatures/>. Acesso em: 2 jul. 2025.

HUI, Yuk. **Art and Cosmotronics**. [S. l.]: University of Minnesota Press, 2021(, JSTOR). DOI 10.5749/j.ctv1qgnq42. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/10.5749/j.ctv1qgnq42>. Acesso em: 22 set. 2023.

HUI, Yuk. **On the existence of digital objects**. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 2016(Electronic mediations, 48, JSTOR). Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/10.5749/j.ctt1bh49tt>. Acesso em: 17 ago. 2025.

HUI, Yuk. **Tecnodiversidade**. trad. Humberto do Amaral. São Paulo, Brasil: Ubu Editora, 2020.

KELTY, Christopher M. **Two Bits: The Cultural Significance of Free Software**. Durham, NC: Duke University Press, 2008. DOI 10.1215/9780822389002. Disponível em: <https://doi.org/10.1215/9780822389002>. Acesso em: 9 mar. 2025.

LACERDA, Vitor Amaro. **Filmes na tela hemisférica: Fulldome, animação e experimentação**. 2022. 283 f. Tese de Doutorado – UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Brasil, 2022. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1843/44130>.

LAMBERT, Nick. Domes and creativity: a historical exploration. **Digital Creativity**, Abingdon, UK, v. 23, n. 1, p. 5–29, 1 mar. 2012. DOI 10.1080/14626268.2012.664821. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14626268.2012.664821>.

LANTZ, Ed. Immersion Domes: Next-Generation Arts and Entertainment Venues. In: MORIE, Jacquelyn Ford; MCCALLUM, Kate (org.). **Handbook of Research on the Global Impacts and Roles of Immersive Media**. New York, NY: IGI Global Scientific Publishing, 2020. p. 314–346. DOI 10.4018/978-1-7998-2433-6.ch016. Disponível em: <https://www.igi-global.com/chapter/immersion-domes/248226>.

LANTZ, Ed. Planetarium of the Future. **Curator: The Museum Journal**, [s. l.], v. 54, n. 3, p. 293–312, 1 jul. 2011. DOI 10.1111/j.2151-6952.2011.00093.x. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.2151-6952.2011.00093.x>. Acesso em: 25 ago. 2025.

LANZEL, Charlene. About Sand Animation. 2019. **Sand Artist | Charlene Lanzel**. [Portfólio]. Disponível em: <https://www.sand-artist.com/about-sand-animation>. Acesso em: 16 ago. 2025.

LEVIN, Golan; BRAIN, Tega. **Code as Creative Medium: A Handbook for Computational Art and Design**. Cambridge, MA: MIT Press, 2021.

LINDBERG, Susanna. Being with Technique—Technique as being-with: The technological communities of Gilbert Simondon. **Continental Philosophy Review**, [s. l.], v. 52, n. 3, p.

299–310, set. 2019. DOI 10.1007/s11007-019-09466-9. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s11007-019-09466-9>. Acesso em: 14 set. 2025.

MAKELA, Mia. **LIVE CINEMA: Language and Elements**. 2006. 70 f. MA in New Media – Media Lab, Helsinki University of Art and Design, Helsinki, Finland, 2006.

MAKELA, Mia. The Practice of Live Cinema. In: ARTECH 2008, 1., 2008. **Proceedings of the 4th International Conference on Digital Arts** [...]. Porto, Portugal: Álvaro Barbosa, 2008. v. 1, p. 83–91. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10400.14/40186>.

MANNING, Erin. PROPOSIÇÕES PARA UM MOVIMENTO MENOR. trad. André Arias. **MORINGA - Artes do Espetáculo**, [s. l.], v. 10, n. 2, seq. EPISTEMOLOGIA DA CENA, 15 dez. 2019. DOI 10.22478/ufpb.2177-8841.2019v10n2.49811. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/moringa/article/view/49811>. Acesso em: 20 jul. 2025.

MANNING, Erin. **The Minor Gesture**. [S. l.]: Duke University Press, 2013(, JSTOR). DOI 10.2307/j.ctv111jhg1. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/j.ctv111jhg1>. Acesso em: 10 ago. 2025.

MANOR, Justin. **Cinema Fabriqué : A Gestural Environment for Realtime Video Performance**. 2003. 104 f. Master of Science in Media Arts and Sciences – MIT - Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts, 2003. Disponível em: <https://acg.media.mit.edu/people/manor/thesis/thesis.pdf>.

MANOVICH, Lev. **Software Takes Command**. New York, NY: Bloomsbury Publishing, 2013.

MCCONVILLE, David. Domesticating the Universe. **Digital Creativity**, [s. l.], v. 23, n. 1, p. 30–47, 1 mar. 2012. DOI 10.1080/14626268.2012.664822. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14626268.2012.664822>.

MELLO, Christine. **Extremidades do vídeo**. São Paulo: Ed. SENAC, 2008.

MITCHELL, Melanie. Abstraction and analogy-making in artificial intelligence. **Annals of the New York Academy of Sciences**, [s. l.], v. 1505, n. 1, p. 79–101, 1 dez. 2021. DOI 10.1111/nyas.14619. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/nyas.14619>. Acesso em: 13 set. 2025.

MORROW, Charlie; AMMERMAN, Tom; BOLLES, Monica; BRAND, Pierre; KRAUPE, Thomas. Sound Experience Survey Report: Fulldome and Planetariums. In: ZEISS-PLANETARIUM JENA AND STIFTUNG PLANETARIUM BERLIN, 2024. **Proceedings of the 27th International Planetarium Society Conference 2024** [...]. Berlin, Germany: Scott Mitchell, 2024. p. 205–227. Disponível em: <https://www.ips-planetarium.org/page/proceedings>.

NAGEL, Thomas. **The view from nowhere**. First Oxford University Press. New York: Oxford University Press, 1986.

NELSON, Robin. **Practice as Research in the Arts (and Beyond): Principles, Processes, Contexts, Achievements**. 2ª ed. Cham, Cham: Springer International Publishing Palgrave Macmillan, 2022. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-90542-2>.

OTT, Johannes; TUTESCU, Anca-Stefania; WIENBÖKER, Niklas; ROSENBAUER, Jan; GOERNE, Thomas. Spatial audio production for immersive fulldome projections. 1 set. 2019. **Audio for Virtual, Augmented and Mixed Realities: Proceedings of ICSA 2019 - 5th International Conference on Spatial Audio** [...]. Ilmenau, Germany: Ilmenau Media Services, 1 set. 2019. p. 179–186. DOI 10.22032/dbt.39974. Disponível em: https://www.db-thuer-ingen.de/receive/dbt_mods_00039974.

PARIKKA, Jussi. **Operational images: from the visual to the invisible**. Minneapolis, MN: University of Minnesota Press, 2023.

PARKINS, Zeena. Bio — Zeena Parkins. 2019. **Zeena Parkins**. [Portfólio]. Disponível em: <https://zeenaparkins.com/Bio>. Acesso em: 18 ago. 2025.

PHELAN, Peggy. **Unmarked: The Politics of Performance**. London, UK: Routledge, 1993.

PROCESSING FOUNDATION. **A Modern Prometheus**. 8 jun. 2018. **Processing Foundation**. [Medium]. Disponível em: <https://medium.com/processing-foundation/a-modern-prometheus-59aed94abe85>. Acesso em: 8 set. 2025.

REAS, Casey. **Processing and FLOSS**. 24 nov. 2017. **Processing Foundation**. Disponível em: <https://medium.com/processing-foundation/processing-and-floss-d35aa4607f4c>. Acesso em: 8 set. 2025.

REAS, Casey; FRY, Ben. Overview: A short introduction to the Processing software and projects from the community. 2022. **Processing**. [Website]. Disponível em: <https://processing.org/overview>. Acesso em: 8 set. 2025.

REAS, Casey; FRY, Ben. **Processing: a programming handbook for visual designers and artists**. Second edition. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press, 2014 (MIT Press series in computer science).

RODIGAST, René; GASTON, Leslie M. The Sound of Space: A Look at the History and Future of Audio in Planetariums. *In*: 20TH INTERNATIONAL PLANETARIUM SOCIETY CONFERENCE (IPS 2010), 2010. **Proceedings of the 20th International Planetarium Society Conference (IPS 2010)** [...]. Alexandria, Egypt: Dale W. Smith, 2010. p. 73–77.

ROUSSET, Isabelle. Vincent Houzé and Dave & Gabe Bring Wondrous Créatures to Life in the Dome. 17 jul. 2018. **Derivative**. Disponível em: <https://derivative.ca/community-post/vincent-houze-and-dave-gabe-bring-wondrous-creatures-life-dome/60680>. Acesso em: 14 jun. 2025.

RUSSETT, Robert; STARR, Cecile. **Experimental animation: origins of a new art**. New York, N.Y.: Da Capo Press, 1988.

SADAO, Shoji. A Brief History of Geodesic Domes. *In*: ZUNG, Thomas T. K. (org.). **Buckminster Fuller: Anthology for the New Millennium**. New York: St. Martin's Griffin Press, 2002. p. 19–28.

SALTER, Chris. **Entangled: technology and the transformation of performance**. Cambridge, Mass.: MIT Press, 2010.

SAUVAGNARGUES, Anne. **ARTMACHINES: Deleuze, Guattari, Simondon**. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2016.

SCHILDT, Herbert; COWARD, Danny. **Java: the complete reference**. Thirteenth edition. New York: McGraw Hill, 2024. Disponível em: <https://www.oreilly.com/library/view/-/9781265062705/>.

SCHOLZ, Michael; KÖNIG, Sebastian; KLEIN, Julia; GIERINGER, Judith. KINETARIUM: Interactive Multiplayer Games for Fulldome Projections. **International Journal of Computing**, [s. l.], v. 21, n. 2, p. 177–187, 30 jun. 2022. DOI 10.47839/ijc.21.2.2586. Disponível em: <https://www.computingonline.net/computing/article/view/2586>. Acesso em: 2 set. 2025.

SCREENBERRY. Screenberry Calibration Process - A Detailed Step-by-Step Overview – Screenberry User Guide. 2024. **Screenberry User Guide**. [Website]. Disponível em: <https://help.screenberry.com/automatic-calibration/calibration-process>. Acesso em: 10 set. 2025.

SHA, Xin Wei. Minor architecture: poetic and speculative architectures in public space. **AI & SOCIETY**, [s. l.], v. 26, n. 2, p. 113–122, 1 maio 2011. DOI 10.1007/s00146-010-0290-6. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00146-010-0290-6>.

SHIFFMAN, Daniel. **The nature of code: simulating natural systems with JavaScript**. San Francisco: No Starch Press, 2024. Disponível em: <https://www.oreilly.com/library/view/-/9781098182212/>.

SIMONDON, Gilbert. **A individuação à luz das noções de forma e de informação**. trad. Luís Eduardo Ponciano Aragon; Guilherme Figueiredo dos Santos Ivo. São Paulo: Editora 34, 2020a.

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

SIMONDON, Gilbert. **Imagination and Invention**. trad. Joe Hughes; Christophe Wall-Romana. Minneapolis: A Univocal Book - University of Minnesota Press, 2022.

SKAINS, R. Lyle. Creative Practice as Research: Discourse on Methodology. **Media Practice and Education**, [s. l.], v. 19, n. 1, p. 82–97, 2 jan. 2018. DOI 10.1080/14682753.2017.1362175. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/14682753.2017.1362175>.

SNYDER, John P. **Map projections - a working manual**. Washington: USGPO, 1987. v. 1395, (Professional paper US Geological Survey).

SPUYBROEK, Lars. Shining and automation: the phenotechnology of ornament. **Architectural Research Quarterly**, [s. l.], v. 27, n. 3 ed. 2024/03/12, p. 223–236, 2023. DOI 10.1017/S1359135523000283. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/176B39550CE453B7A064902C09313084>.

STAR, Susan Leigh; RUHLER, Karen. Steps Toward an Ecology of Infrastructure: Design and Access for Large Information Spaces. **Information Systems Research**, [s. l.], v. 7, n. 1, p. 111–134, mar. 1996. DOI 10.1287/isre.7.1.111. Disponível em: <https://ideas.repec.org/a/inm/orisre/v7y1996i1p111-134.html>.

STEPHANI, Alec; TRÉTOU, Fred; LAURIER, Frédéric. Expérience immersive | Électro-Acrylique. 2017. **Électro-Acrylique**. [Portfólio]. Disponível em: <https://www.electro-acrylique.ca/experience>. Acesso em: 16 set. 2025.

STIEGLER, Bernard. Anamnésia e hipomnésia: Platão, primeiro pensador do proletariado. trad. Maria Beatriz de Medeiros. **ARS (São Paulo)**, [s. l.], v. 7, n. 13, p. 22–41, 1 jun. 2009. <https://doi.org/10.1590/S1678-53202009000100002>. Acesso em: 3 jun. 2025.

STIEGLER, Bernard. **La técnica y el tiempo 1: El pecado de Epimeteo**. Hondarribia, España: Hiru editorial, 1994.

STIEGLER, Bernard. Manifesto 2010 Pt | Ars Industrialis. 2010. **Ars Industrialis**. Disponível em: <https://arsindustrialis.org/manifesto-2010-pt>. Acesso em: 27 jun. 2025.

TANIMOTO, Steven. A perspective on the evolution of live programming. *In*: 2013 1ST INTERNATIONAL WORKSHOP ON LIVE PROGRAMMING (LIVE), 19 maio 2013. **2013 1st International Workshop on Live Programming (LIVE)** [...]. San Francisco, CA: IEEE, 19 maio 2013. p. 31–34. <https://doi.org/10.1109/LIVE.2013.6617346>.

VALENTIM, Victor. Criação para cinema fulldome e tecnologias computacionais de código aberto. 8 out. 2019. **Anales del VI Simpósio Internacional de Innovación en Medios Interactivos. Mutaciones**. [...]. Buenos Aires, Argentina: Media Lab / Universidad de Buenos Aires, 8 out. 2019. p. 66–74. DOI 10.6084/m9.figshare.9956573.v1. Disponível em: shorturl.at/dgwAG.

VALENTIM, Victor. Poetic dimension for the fulldome cinema in Demarcar, Resistir! **17.ART • 17º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia**, Brasília, Brasil, , p. 417–424, 2018. Disponível em: <https://art.medialab.ufg.br/p/27428-17-art-2018>.

VALENTIM, Victor. ziviDomeLive - Documentação da Biblioteca Processing. 2024. **ziviDomeLive - Documentação da Biblioteca Processing**. [Website]. Disponível em: <https://vicvalentim.github.io/ziviDomeLive/pt/index.html>. Acesso em: 12 set. 2025.

VALENTIM, Victor. **ziviDomeLive: Processing library for immersive fulldome visuals**. Brasil: Zenodo, jun. 2025. DOI 10.5281/zenodo.15671506. Disponível em: <https://github.com/vicvalentim/ziviDomeLive>.

VIRILIO, Paul. **Velocidade e política**. trad. Celso Mauro Paciornik. 1ª ed. São Paulo: Estação Liberdade, 1996.

WEISSMAN, Paul R. CHAPTER 1 - The Solar System and Its Place in the Galaxy. *In*: MCFADDEN, Lucy-Ann; WEISSMAN, Paul R.; JOHNSON, Torrence V. (org.). **Encyclopedia of the Solar System (Second Edition)**. San Diego: Academic Press, 2007. p. 1–28. DOI 10.1016/B978-012088589-3/50005-0. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780120885893500050>.

WEISSTEIN, Eric W. Quaternion. *In*: MathWorld - A Wolfram Resource. [S. l.]: Wolfram Research, Inc, 2004. Disponível em: <https://mathworld.wolfram.com/Quaternion.html>.

WRIGHT, Oliver. Gallery of whispers. **Physics World**, [s. l.], v. 25, n. 02, p. 31–36, 1 fev. 2012. DOI 10.1088/2058-7058/25/02/36. Disponível em: <https://dx.doi.org/10.1088/2058-7058/25/02/36>.

WYATT, Ryan. Science visualization within a planetarium setting. 2007. **Communicating Astronomy with the Public 2007: Proceedings From the IAU/National Observatory of Athens/ESA/ESO** [...]. Athens, Greece: Eugenides Foundation / Planetarium, 2007. p. 96–102.

WYATT, Ryan. Thoughts from a Planetarian: Planetariums for Research. 2019. **California Academy of Sciences**. [Website]. Disponível em: <https://www.calacademy.org/explore-science/thoughts-from-a-planetarian-planetariums-for-research>. Acesso em: 25 ago. 2025.

YOUNGBLOOD, Gene. **Expanded cinema**. New York, NY: E.P. Dutton, 1970.

YU, Ka Chun. Digital Full-Domes: The Future of Virtual Astronomy Education. **Planetarian; Journal of the International Planetarium Society**, Bowling Green, Ohio, v. 34, n. 3, p. 6–11, 2005. .

ZHANG, Yu; FUNK, Mathias. **Coding Art: The four steps to creative programming with the processing language**. New York, NY: Apress Media, 2021.

ZOTTER, Franz; FRANK, Matthias. **Ambisonics: a practical 3D audio theory for recording, studio production, sound reinforcement, and virtual reality**. Cham, Switzerland: Springer, 2019. v. 19, . DOI 10.1007/978-3-030-17207-7. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-17207-7>.

GLOSSÁRIO

Conceito central

Domo Vivo: Conceito estruturante da tese. Define o *fulldome* digital em tempo real como meio vivo, relacional e metaestável. É processo em fluxo, não estrutura fixa: acontece quando técnica, sensível e poética se entrelaçam em sinergia, instaurando experiência imersiva partilhada. O “vivo” ressoa em quatro dimensões — vivo, ao vivo, vivido e vívido —, destacando o caráter processual e relacional da experiência.

Vetores do Domo Vivo

Técnica: Vetor que institui condições materiais e processuais da experiência. Inclui projetores, *softwares*, sensores, algoritmos e arquiteturas espaciais, entendidos não como suportes neutros, mas como agentes que reorganizam a percepção e coemergem com o sensível e a poética.

Sensível: Vetor perceptivo do Domo Vivo. Engloba visão, escuta, propriocepção, tato e atenção. Não é passivo: está em variação contínua, sendo constantemente reorganizado pelas transformações técnicas e pela ação poética.

Poética: Vetor inventivo da experiência. Não se refere a ornamento ou estilo, mas ao gesto criativo situado, emergente da negociação entre técnica e sensível. Instaura atmosferas, reorganiza a experiência coletiva e dá forma ao acontecimento.

Condições estruturantes

Ecossistema Processual: Condição em que o Domo Vivo se constitui como meio vivo e relacional, em regime metaestável. Não é estrutura fixa, mas processo em fluxo, atualizado por operadores transdutivos (incitação, propagação, iteração). Pode se materializar em instâncias como a biblioteca *ziviDomeLive* ou como perspectiva metodológica da pesquisa-criação.

Infraestrutura Viva: Conjunto técnico e material que sustenta o Domo Vivo. Diferente de suporte estático, atua como ecologia em coemergência com artistas, público e processos criativos. Inclui arquiteturas físicas, sistemas de áudio e vídeo, códigos, sensores e todo o aparato que participa do acontecimento.

Instâncias operacionais

Biblioteca *ziviDomeLive*: Conjunto de códigos e módulos em *Processing/Java* criado nesta pesquisa. Mais que ferramenta, é operador metodológico: organiza experimentação, formalização e transmissão de processos criativos em tempo real. Articula os operadores transdutivos como gramática prática do ecossistema processual.

Operador Metodológico: Categoria que designa dispositivos que, além de viabilizar a criação, organizam a própria investigação. Estruturam observação, documentação e transmissão de processos criativos. A biblioteca *ziviDomeLive* é exemplo central.

Gramática da criação

Transdução / Operadores Transdutivos: Processo em que informação, energia e gesto circulam transformando o meio. No Domo Vivo, manifesta-se em três operadores:

Incitação – disparo inicial do processo (um som, gesto ou estímulo).

Propagação – expansão do estímulo pelo sistema.

Iteração – retorno transformado, que pode gerar nova incitação.

Essa tríade compõe a gramática do ecossistema processual e sustenta a vitalidade do acontecimento.

Metaestabilidade: Condição em que o Domo Vivo se mantém em tensão criativa, sem se fixar em equilíbrio estável. Permite que pequenas variações técnicas, sensíveis ou poéticas desencadeiem transformações significativas, tornando a improvisação contínua.

Modos da experiência

Liveness: Qualidade de acontecimento vivo no Domo Vivo, caracterizada pela copresença de artista, público e técnica em tempo real. Mais do que transmissão ao vivo, é condição processual em que todos os elementos se afetam mutuamente no presente.

Criação Coletiva: Processo em que artista, público e aparatos técnicos compartilham corresponsabilidade pela experiência. Não é soma de indivíduos, mas forma de transindividuação, em que todos participam de um mesmo campo processual em variação contínua.

Arquiteturas

Arquitetura Ressonante: Dimensão espacial da cúpula como meio associado. A arquitetura não é neutra: ressoa sons, luzes e movimentos, participando ativamente do acontecimento.

Arquitetura Sonora: Configuração espacial do áudio no domo, realizada por técnicas como a ambisônica. Organiza o campo acústico como atmosfera imersiva.

Arquitetura Visual: Dimensão da imagem no domo. Projeções e luminosidades não são apenas representações, mas presenças sensíveis que compõem a experiência.

Recursos técnicos

Shader: Trecho de código que define transformações gráficas no processo de renderização. Em *ziviDomeLive*, sustenta variações visuais projetadas no espaço hemisférico.

Cubemap: Técnica de renderização que captura a cena em seis faces cúbicas, recompondo a visão esférica para projeção imersiva.

Algoritmo Genético (AG): Método computacional inspirado em evolução. Na tese, funciona como motor criativo, modulando variações visuais e sonoras em tempo real.

Espacialização Ambisônica: Técnica de áudio que distribui o som em arquitetura esférica, instaurando espacialidade imersiva.

Live Electronics: Procedimento de síntese sonora eletrônica em que sons são processados e modulados em tempo real durante a performance.

Conceitos filosóficos

Meio Associado (Simondon): Conjunto de condições técnicas, energéticas e materiais que tornam possível a individuação dos objetos técnicos.

Ser-com-a-Técnica (Lindberg): Formulação que reconhece que não há humano separado da técnica. Toda experiência é constituída nesse convívio.

Memória Coletiva Técnica (Stiegler): A técnica como vetor de transmissão e exteriorização da memória coletiva.

Imaginação Técnica (Flusser): Capacidade de inventar a partir das possibilidades abertas pela técnica, em vez de apenas executar intenções prévias.

Cosmotécnica (Yuk Hui): Afirmção de que não há progresso técnico universal, mas pluralidade de técnicas enraizadas em cosmologias e culturas específicas.

Heterotopia do Tempo (Foucault, retomado por Buczek): Espaço que acumula e sobrepõe tempos, como planetários, museus e bibliotecas.

Nova Estética (Atmosfera) (Böhme): Concepção da estética como percepção corporal de atmosferas. No domo, traduz-se em experiência imersiva como vivência atmosférica.

Política do Visível (Foucault): Categoria usada para analisar como o planetário disciplina a percepção coletiva sob a cúpula.

Gesto Menor (Manning): Micro variação discreta que reorienta o curso do acontecimento.

Movimento Menor (Manning): Processo que cria condições para variação contínua, deslocando o foco de resultados fixos.

Artisticidade (Manning): Tempo da obra enquanto devir: dimensão estética que se abre no ainda não atualizado.

Horizontes da pesquisa

Individuação Contínua: Processo em que artista, público, técnica e espaço se constituem mutuamente a cada acontecimento.

Transindividuação Técnico-Estética: Processo em que subjetividades e coletividades se formam em relação às materialidades técnicas e estéticas do *fulldome*.

Horizontes Futuros: Projeções de desdobramentos da pesquisa, incluindo hibridizações com inteligências artificiais generativas e novos modos de criação coletiva.