

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”  
INSTITUTO DE ARTES  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ARTES

**Hosana Celeste Oliveira**

**ARTE DE BIOFEEDBACK: UMA PROPOSTA EPISTEMOLÓGICA PARA A  
COMPREENSÃO DA MENTE CORPORIFICADA**

SÃO PAULO

2019

Hosana Celeste Oliveira

**ARTE DE BIOFEEDBACK: UMA PROPOSTA EPISTEMOLÓGICA PARA A  
COMPREENSÃO DA MENTE CORPORIFICADA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, do Instituto de Artes - Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, campus de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Artes Visuais.

Orientadora: Profa. Dra. Rosângela da Silva Leote.

Coorientador: Dr. Antônio Pereira Jr.

SÃO PAULO

2019

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do Instituto de Artes da  
UNESP

O48a	<p>Oliveira, Hosana Celeste, 1971- Arte de biofeedback: uma proposta epistemológica para a compreensão da mente corporificada. / Hosana Celeste Oliveira. - São Paulo, 2019.</p> <p>211 f. : il. color.</p> <p>Orientadora: Profa. Dra. Rosangela da Silva Leote. Coorientador: Prof. Dr. Antonio Pereira Júnior. Tese (Doutorado em Artes) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Instituto de Artes.</p> <p>1. Tecnologia médica. 2. Corpo e mente. 3. Arte e tecnologia. I. Leote, Rosangela da Silva. II. Pereira Júnior, Antonio. III. Universidade Estadual Paulista, Instituto de Artes. IV. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDD 700.105</p>
------	--

HOSANA CELESTE OLIVEIRA

**ARTE DE BIOFEEDBACK: UMA PROPOSTA EPISTEMOLÓGICA PARA A  
COMPREENSÃO DA MENTE CORPORIFICADA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais, do Instituto de Artes -  
Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP, campus de São Paulo,  
como requisito para obtenção do título de Doutora em Artes Visuais.

Área de concentração: Artes Visuais.

Linha de pesquisa: Processos e Procedimentos Artísticos.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Rosangela da Silva Leote

Orientadora

UNESP - Instituto de Artes

---

Prof. Dr. Antônio Pereira Jr.

Coorientador

UFPA - Faculdade de Eng. Elétrica e Biomédica

---

Prof. Dr. Fernando Fogliano

SENAC – Design

---

Prof. Dr. Marco Antonio Corrêa Varella  
USP - Instituto de Psicologia

---

Profa. Dra. Rachel Zuanon Dias  
Universidade Anhembi Morumbi - PPGDesign

---

Prof. Dr. Osvaldo Pessoa Jr.  
USP - FFLCH

São Paulo, 04 de maio de 2018

Para meu filho Carlos Gabriel, meu melhor amigo.

Para minha mãe e meu pai que, desde criança, me incentivaram a ser artista.

Para minha irmã Keity, meu cunhado Luciano e meu sobrinho Felipe (*in memoriam*), com amor, carinho e muitas saudades.

## AGRADECIMENTOS

À minha orientadora, Profa. Dra. Rosangela da Silva Leote, por acreditar nesta pesquisa, pelo compartilhamento sempre generoso do saber, apoio incondicional e paciência em todos esses anos de trabalho.

Ao meu coorientador, o neurocientista Prof. Dr. Antônio Pereira Jr., que facilitou a aproximação com a neurociência, por sempre me encorajar a me tornar uma artista-neurocientista e a dar altos voos.

À Profa. Dra. Pia Tikka, que não mediu esforços para apoiar minha pesquisa durante os dois períodos em que estive na Finlândia, por suas valiosas observações teóricas que muito ajudaram na elaboração desta tese e pelo seu empenho ao me fazer integrar uma rede de trabalho internacional.

À neurocientista Profa. Dra. Riitta Hari, uma das maiores entusiastas da utilização da arte para fazer ciência, pela disposição em me atender sempre que necessário e pelas valiosas conversas sobre arte e neurociência.

À Capes, pela bolsa de doutorado concedida no Brasil e no exterior (Processo BEX 6971/ 15-6), que financiou esta tese e permitiu desenvolver parte da pesquisa na Universidade de Aalto, bem como visitar a Universidade de Barcelona.

Aos professores presentes nas bancas de qualificação e defesa, pelas valiosas contribuições e orientações.

A todos os membros do Grupo Internacional e Interinstitucional de Pesquisa em Convergências entre Arte, Ciência e Tecnologia (GIIP), pela troca de conhecimento acadêmico e pela amizade, em especial Carolina Peres, Danilo Baraúna, Nigel Anderson e Fernanda Duarte, pelo apoio e amizade nesses anos todos.

Aos professores e colegas do MediaLab da Escola de Artes, Design e Arquitetura, da Universidade de Aalto, pelas valiosas trocas.

Aos queridos amigos Nicolau Centola e Bia Scorzafave, meus eternos conselheiros, pelo apoio, companheirismo, carinho e sábias palavras sempre. À pequena Luiza, amiguinha querida, pela sua generosidade.

Ao menino mais querido do mundo, meu genro Alex.

À minha madrinha, Tata.

Aos funcionários do Instituto de Artes da Unesp.



## RESUMO

OLIVEIRA, Hosana Celeste. **Arte de biofeedback: uma proposta epistemológica para a compreensão da mente corporificada. 2019.** 211 f. Tese (Doutorado em Artes Visuais). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2018.

Esta tese parte do pressuposto de que a arte de *biofeedback* manifesta a mente corporificada de diferentes formas. Considerando essa premissa, propomos a construção de uma epistemologia, sobretudo a partir de abordagens neurocientíficas, com vistas a produzir aportes que permitam avaliar a hipótese de que a arte de *biofeedback* apresenta modelos de organização e experiência, fora dos quadros naturais, que complementam a investigação científica sobre a mente corporificada. A epistemologia apresentada é alicerçada na fenomenologia, nas teorias tradicionais da mente e da mente corporificada da neurociência e nos fundamentos biológicos e técnicos dos dispositivos de *biofeedback*. Além disso, a tese conta com uma contextualização histórica que assume que a arte de *biofeedback* descende de uma tradição imaginativa sobre a interioridade corporal e a localização da mente que se desenvolveu na cultura ocidental. A convergência das abordagens apresentadas na tese originou uma metodologia que confirma a nossa hipótese, a qual é evidenciada por meio da descrição e análise de uma série de implementações poéticas de *biofeedback* que abrange desde obras de artistas pioneiros criadas nos anos 60 até trabalhos produzidos recentemente.

**Palavras-chave:** Arte de biofeedback. Arte generativa. Arte e tecnologia médica. Arte e neurociência. Corporificação.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Hosana Celeste. **Biofeedback Art: An Epistemological Proposal for Understanding the Embodied Mind**. 2019. 211 f. Thesis (PhD in Visual Arts). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2018.

This thesis bases itself on the assumption that biofeedback art manifests the embodied mind in different ways. In considering this idea, we propose an epistemology based especially on neuroscientific approaches aimed toward at producing evidence to evaluate the hypothesis that the biofeedback art encompassess models of organization and experience outside of the natural frames that complement the study of the embodied mind. The epistemology presented here is grounded on phenomenology, traditional theories of the mind and embodied mind, and the biological and technical foundations of biofeedback devices. Additionally, the epistemology relies on a historical context that assumes that biofeedback art originated from an imaginative tradition about body interiority and the location of the mind that has developed in Western culture. The convergence of the approaches presented here generated a methodology that confirms our hypothesis, which is evidenced by the description and analysis of a series of poetic biofeedback implementations that cover works by pioneer artists from the 60s to present day.

**Keywords:** Biofeedback art. Generative art. Art and medical technology. Art and neuroscience. Embodiment.

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1

Tabela 1.1.	- Níveis das emoções .....	53
-------------	----------------------------	----

### Capítulo 2

Tabela 2.1.	- Biosinais úteis ao campo da interação humano-computador .....	59
Tabela 2.2.	- Proposta de Kaniusas para uma classificação básica dos biosinais do corpo humano segundo a origem dos mesmos.....	61

### Capítulo 4

Tabela 4.1.	- Correlação modelada em <i>Music for Solo Performer</i> (1965), de Alvin Lucier .....	134
-------------	--	-----

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo 1

Figura 1	- Mapas corporais das emoções .....	55
----------	-------------------------------------	----

### Capítulo 2

Figura 1	- Representação de um biosinal permanente sob a forma de circuito .....	62
Figura 2	- Representação de um biosinal induzido sob a forma de circuito .....	62
Figura 3	- Esquema ilustrativo de um sistema auditivo de <i>biofeedback</i> baseado em sonificação.....	64
Figura 4	- Esquema de um sistema de <i>biofeedback</i> .....	66
Figura 5	- Localização da medição da atividade eletrodermal .....	68
Figura 6	- Áreas de detecção da atividade cardíaca.....	69
Figura 7	- Aplicação dos eletrodos de EMG .....	70
Figura 8	- Exemplo de frequências de ondas cerebrais obtidas via EEG .....	72
Figura 9	- Registros eletroencefalográficos obtidos em paciente normal, durante excitação, relaxamento e vários estágios do sono .....	73

### Capítulo 3

Figura 1	- A arte anatômica de Gunther von Hagens.....	77
Figura 2	- <i>Hipócrates</i> (1959), Pintura de Robert Thom.....	82
Figura 3	- Correlação da frequência cardíaca com notas musicais .....	83
Figura 4	- Síntese explicativa da teoria ventricular .....	86
Figura 5	- Anatomia do cérebro com destaque para os ventrículos cerebrais .....	87
Figura 6	- Desenho diagramático feito por anatomista de Bolonha em 1503 .....	90
Figura 7	- Desenho de Alberto Magno em <i>Philosophia naturalis</i> (1506) ..	91
Figura 8a e Figura 8b	- <i>Os órgãos da alma sensível</i> de G. Reisch, em <i>Margarita Philosophica</i> (1503), e desenho de <i>Reisch-Brunschwig</i> (1525).....	92

Figura 9	- Desenho segundo a teoria ventricular com cinco células, 1310.....	93
Figura 10	- <i>Anatomia da cabeça para médicos</i> , c. 1347.....	94
Figura 11	- Desenho de Peter von Dresden para o texto <i>Parvulus philosophiae naturalis</i> , c. 1420.....	96
Figura 12	- Ilustração do século XV para a edição de 1491 do livro <i>De Anima</i> , de Aristóteles.....	98
Figura 13	- Proteções do cérebro.....	100
Figura 14	- Desenho diagramático geométrico das funções cerebrais, século XII.....	102
Figura 15	- Desenho de Johann Eichmann (1537).....	104
Figura 16	- Desenho de 1441.....	105
Figura 17	- Desenho do crânio e membranas cerebrais subjacentes, de 1410.....	106
Figura 18	- <i>Disease Man</i> para o livro organizado por Johannes de Ketham.....	108
Figura 19	- Desenho dos ventrículos tripartidos de Leonardo da Vinci (c. 1490-1494).....	111
Figura 20	- Desenho em épora dos ventrículos de Leonardo da Vinci (c.1490-1494).....	112
Figura 21	- Desenho de Andreas Vesalius.....	113
Figura 22	- <i>O cérebro espiritual do homem</i> , em <i>Medicina Catholica</i> (1629-1631), de Robert Fludd.....	116
Figura 23	- Desenho criado por von Gutschoven inspirado no tratado <i>L'Homme</i> (1648), de René Descartes (1632-1662).....	118
Figura 24	- Detalhe do funcionamento da glândula pineal.....	118
Figura 25	- Desenho para o livro <i>L'Homme</i> (1630-1633), de René Descartes.....	119
Figura 26	- Numeração e definição dos “órgãos” cerebrais em uma de suas primeiras versões, segundo a frenologia de Franz Josef Gall.....	121
Figura 27	- Descrição do órgão 2 do cérebro, segundo a classificação da tabela da figura 27.....	122
Figura 28	- Orientações para classificar o caráter com base em comparações entre o homem e animais.....	123
Figura 29	- Figura humana com alguns órgãos internos, os sentidos e seções do cérebro.....	126
<b>Capítulo 4</b>		
Figura 1	- <i>Lazybrains</i> .....	129
Figura 2	- Edmond Dewan e o sistema de controle de ondas cerebrais desenvolvido em 1964.....	132
Figura 3	- <i>Music for Solo Performer</i> (versão 1965), de Alvin Lucier.....	132
Figura 4	- Detalhes de <i>Music for Solo Performer</i> (1965), de Alvin Lucier.....	133
Figura 5	- David Rosenboom e colegas. Preparação para a performance <i>Ecology of the Skin</i> (1970).....	136
Figura 6	- <i>Ecology of the Skin</i> (1970), de David Rosenboom.....	137
Figura 7	- <i>Heart beating recording and light</i> (1970), obra de Teresa Burga.....	139

## Capítulo 5

Figura 1	- Desenho esquemático de <i>Ping Body</i> com detalhe da <i>Third Hand</i> à esquerda.....	144
Figura 2	- Sistema de estimulação muscular remota via tela de toque da performance <i>Ping Body</i> .....	145
Figura 3	- Coreografia involuntária, automatizada e improvisada da performance <i>Ping Body</i> .....	146
Figura 4	- Performance <i>Ping Body</i> .....	147
Figura 5	- <i>Lungs: [the breather]</i> , instalação responsiva para quatro participantes.....	149
Figuras 6, 7 e 8	- <i>Lungs: [the breather]</i> , detalhes dos vídeos responsivos.....	150
Figura 9	- Projeto da instalação de <i>Lungs: [the breather]</i> em cenário 3D.....	151
Figuras 10 e 11	- <i>Caracolomobile</i> , sob diferentes ângulos, da artista brasileira Tânia Fraga.....	152
Figura 12	- Interface visual associada a <i>Caracolomobile</i> .....	153
Figura 13	- Estudo da estrutura de <i>Caracolomobile</i> em 3D.....	154
Figuras 14 e 15	- Detalhes dos biosensores.....	155
Figura 16	- Interface gráfica e computador vestível de <i>NeuroBodyGame</i> .....	156
Figuras 17 e 18	- Detalhes da interface gráfica de <i>NeuroBodyGame</i> e das reações do computador vestível.....	157
Figuras 19 e 20	- Computador vestível de <i>NeuroBodyGame</i> .....	160
Figura 21	- Computador vestível de <i>NeuroBodyGame</i> .....	161
Figura 22	- Computador vestível de <i>NeuroBodyGame</i> , detalhe da bandana.....	161
Figura 23	- Calibragem do sistema.....	162
Figura 24	- Interator jogando.....	164
Figuras 25 e 26	- <i>EEG: EGG</i> , vista por fora.....	165
Figuras 27 e 28	- Imagem refletida no espelho durante duas fases da meditação.....	166
Figura 29	- <i>Eunoia II</i> , vista de cima.....	168
Figura 30	- Lisa Park durante a performance <i>Eunoia II</i> .....	169
Figuras 31 e 32	- Visão geral da performance <i>Tumult</i> e detalhe de uma pintura colocada ao fundo.....	171
Figuras 33, 34 e 35	- Lia Chavez durante performance <i>Tumult</i> .....	173
Figuras 36 e 37	- Rasmus Vuori e Joonas Juutilainen durante a montagem de <i>Obsession</i> .....	175
Figura 38	- Ambientação da história, a lavanderia.....	177
Figura 39	- Emmi e Henrik em um dos <i>flashes</i> .....	178
Figura 40	- Emmi auxiliando a mãe no parto.....	179
Figura 41	- Instalação em 3D vista de cima.....	180
Figura 42	- A personagem Emmi.....	181
Figuras 43, 44 e 45	- Sensores.....	184
Figura 46	- Interface do editor de mídia cinematográfica para gerenciar a montagem enativa, desenvolvido por Rasmus Vuori.....	185
Figura 47	- Diagrama de acompanhamento de visualização dinâmica do batimento cardíaco, respiração e excitação.....	186

Figura 48

- Diagrama de acompanhamento de visualização dinâmica do batimento cardíaco, respiração e excitação ..... 186

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	16
<b>1 MENTE CORPORIFICADA</b>	
1.1. Introdução .....	24
1.2. A experiência da carne .....	28
1.3. Âncoras históricas .....	33
1.4. Teorias da mente tradicionais e corporificadas.....	36
1.5. Sistema corporificado.....	38
1.6. Pervasividade da mente .....	38
1.6.1. <i>Affordances</i> .....	42
1.6.2. Acoplamento estrutural.....	45
1.6.3. Enação.....	46
1.7. Emoções e sentimentos .....	48
1.8. Classificação das emoções.....	52
1.8.1 Mapas somatotópicos de emoções e sentimentos .....	54
1.9. Estímulos emocionalmente competentes.....	56
<b>2. FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS E TÉCNICOS DOS DISPOSITIVOS DE BIOFEEDBACK</b>	
2.1. Fundamentos biológicos .....	58
2.2. Classificação dos biosinais.....	60
2.3. Representação do biosinal.....	62
2.4. Sonificação e Visualização .....	63
2.5. Dispositivos de <i>biofeedback</i> .....	65
2.5.1. Atividade eletrodermal .....	67
2.5.2 Eletrocardiograma.....	68
2.5.3 Eletromiograma .....	69
2.5.4 Eletroencefalograma .....	70
2.6. Interfaces cérebro-computador.....	73
<b>3. A TRADIÇÃO DO IMAGINÁRIO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DA MENTE</b>	
3.1. Introdução .....	76
3.2. Tradição grega e ideias subsequentes.....	78
3.3. Sinais vitais .....	81
3.4. Galeno.....	84
3.5. Arte da argumentação diagramática.....	85
3.5.1. Teoria Ventricular.....	85
3.5.1.1. Desenhos diagramáticos com áreas ventriculares representadas por três células .....	89
3.5.1.2. Desenhos diagramáticos com áreas ventriculares representadas por cinco células .....	92
3.5.1.3. Desenho de Peter von Dresden para o texto <i>Parvulus philosophiæ naturalis</i> .....	94
3.5.1.4. Desenho ilustrativo para o livro <i>De Anima</i> (1491).....	97
3.5.2. Doutrina meníngea .....	99

3.5.3. <i>Disease Man</i> para o <i>Fasciculus Medicinae</i> , de Johannes de Ketham...	107
3.5.4. Modelo ventricular mecânico de Leonardo da Vinci .....	109
3.5.5. Andreas Vesalius .....	112
3.5.6. Robert Fludd .....	114
3.5.7. A neurofisiologia hidráulica de René Descartes .....	117
3.5.8. Frenologia .....	119
3.6. Considerações .....	123
<b>4. HISTÓRICO DA ARTE DE <i>BIOFEEDBACK</i></b>	
4.1. Um novo paradigma de interfaces.....	128
4.2. Contextualização histórica.....	130
<b>5. ARTE DE <i>BIOFEEDBACK</i>: DESDOBRAMENTOS POÉTICOS</b>	
5.1. <i>Ping Body</i> (1995) .....	142
5.2. <i>Lungs [the breather]</i> (2008) .....	148
5.3. <i>Caracolomobile</i> (2010) .....	152
5.4. <i>NeuroBodyGame</i> (2010).....	154
5.5. <i>EEG: EGG</i> (2013) .....	165
5.6. <i>Eunoia II</i> (2014).....	167
5.7. <i>How the artist can serve as a living lab for the creative process</i> (2010) <i>e Tumult</i> (2014).....	170
5.8. <i>Obsession</i> (6a versão, 2017) .....	174
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	188
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	198



## INTRODUÇÃO

O interesse pelo corpo biológico surgiu quando ministramos a disciplina Semiótica da Visualidade<sup>1</sup> e identificamos a necessidade de expandir a discussão sobre a semiose humana para além daquela focalizada no subjetivismo e nas teorias de base semiótica. A aproximação com a neurociência foi uma decorrência natural desse processo.

Mas foi durante uma escola de verão<sup>2</sup>, no período de residência na *Kunsthochschule für Medien Köln* (KHM, Colônia, Alemanha), que entramos em contato com a produção da artista-cineasta Pia Tikka (Finlândia) e fomos apresentados às possibilidades de adoção da fisiologia do corpo para teorizar e produzir arte. Desse contato com a produção teórica e artística de Tikka surgiu a ideia para esta tese de doutorado.

O objeto de pesquisa desta tese é a arte de *biofeedback*. Propomos desenvolver uma epistemologia que dê conta de apresentá-la como um modelo de mente corporificada. A epistemologia é construída com base em diferentes abordagens, tendo em vista produzir um conhecimento que permita verificar como a arte de *biofeedback* se constitui como uma ferramenta tecnológica para entender a mente. A estreita relação que o nosso objeto de pesquisa mantém com as ciências médicas e da vida nos leva a recorrer aos modelos, ferramentas e métodos dessas ciências para estudá-lo.

Nesta tese, “mente” diz respeito à parte de uma pessoa que permite que ela pense, sinta emoções, exista, entenda o mundo e atue sobre ele, e é utilizada em consonância com a concepção neurocientífica de António Damásio (2015). Este diz que a mente:

[...] abrange operações conscientes e inconscientes. Refere-se a um processo, e não a uma coisa. O que conhecemos por mente, com a ajuda da consciência, é um fluxo contínuo de padrões mentais, e muitos deles se revelam logicamente inter-relacionados. O fluxo avança no tempo, depressa ou devagar, ordenadamente ou aos saltos e, ocasionalmente, move-se ao longo não de uma mas de várias sequências. Às vezes as sequências são concorrentes, outras vezes divergentes, ou mesmo sobrepostas (DAMÁSIO, 2015, p. 272).

Para construir a epistemologia que permite focar a arte de *biofeedback* como manifestação da mente corporificada, adotamos diferentes vias de investigação, estruturas

---

<sup>1</sup> Como professora adjunta na Universidade Tuiuti do Paraná (Curitiba, PR), para a graduação e licenciatura em Artes Visuais com Ênfase em Computação, entre os anos 2001-2005.

<sup>2</sup> *Summer School: Art, Research and Science Studies* (2010), organizada pelo Prof. Dr. Peter Bexte, filósofo da ciência.

conceituais e associações que pertencem tanto ao universo da arte, quanto da ciência e da tecnologia. Situamos o artista como um colaborador do programa de pesquisa sobre a mente corporificada e o consideramos como responsável por alocar a arte em um espaço de investigação sem restrições que permite, tal qual os espaços da ciência, apontar futuros ou gerar caminhos especulativos para o conhecimento humano (WILSON, 2002, 2006).

As obras de arte produzidas com *biofeedback* surgem de práticas que demandam habilidades e competências que são peculiares à arte, à ciência e à tecnologia. São práticas que fazem parte de um movimento que recupera uma forma de gerar conhecimento que é anterior à separação de áreas observada no pós-Renascimento. É em consideração a esse cenário, no qual as pesquisas científica e tecnológica não devem ser vistas apenas como terrenos de operação técnica especializada, mas também como áreas de inventividade e crítica cultural, como reivindica Stephen Wilson (*ibid.*), que a nossa proposta se desenvolve e expande as zonas de atuação da arte.

Sendo assim, as obras que surgem das práticas com *biofeedback* podem ser consideradas:

[...] tanto por seu alcance imaginativo, como por seu propósito disciplinar ou utilitário. E como arte em si, podem ser analisadas segundo seus subtextos, suas associações às forças culturais mais gerais e suas implicações, bem como podem ser concebidas a partir de uma análise racional” (WILSON, 2002, p. 3).

As tecnologias de *biofeedback* que são utilizadas em diferentes modelos de apropriação pelos artistas, são fruto do esforço das pesquisas aplicadas da tecno-ciência<sup>3</sup> das últimas décadas que revolucionaram o modo de representar o corpo e suas funções graças à criação de novos dispositivos que vieram expandir, consideravelmente, as capacidades de conceitualizar, investigar e apresentar a informação corporal por meio de sons e imagens (WILSON, 2002, 2006; JONES, 2006). Sob a perspectiva deste trabalho, “dispositivo” é considerado como um conjunto de componentes físicos ou lógicos que possui função especial e que é capaz de transferir, armazenar ou processar dados. Quando o termo é usado, ele pode incluir elementos periféricos, tais como sensores, monitores de exibição, alto-falantes de áudio e microfones, entre outros, a depender do tipo de obra de arte enfocada (GIANNETTI, 2006).

Ainda que de forma tímida, devido ao acesso limitado e às demandas técnicas exigidas, as tecnologias de *biofeedback* têm sido apropriadas desde 1964 pelos artistas motivados pela curiosidade, espírito crítico e fascínio diante das possibilidades de trabalho com os dispositivos

---

<sup>3</sup> Pesquisas que aliam investigação científica e inovação tecnológica (WILSON, 2002).

médicos no contexto da arte. Os artistas têm usado o *biofeedback* de diferentes formas para produzir instalações, filmes, *games*, esculturas robóticas ou performances que se valem do corpo do interator (ou artista propositor) para estabelecer vários modos de agenciamento e atualização da obra de arte.

A arte de *biofeedback* surge de práticas que encontram paralelos com uma tradição imaginativa em torno da interioridade corporal e da localização da mente que se desenvolveu ao longo da história das culturas ocidental e oriental. Ainda que ricas referências tenham surgido no oriente, como as originadas do taoísmo, ligadas à medicina tradicional chinesa, entre outras, e ao hinduísmo, por exemplo, a tese focaliza apenas a tradição ocidental para contextualizar a arte de *biofeedback*. Essa tradição ocidental, que explora o interior do corpo humano de forma imaginativa, é resgatada no terceiro capítulo e fornece um contraponto histórico para discutirmos nosso objeto de pesquisa segundo práticas similares.

Quanto à apresentação do universo que envolve a arte de *biofeedback*, dedicamo-nos a mostrar como esse tipo de ocorrência na arte surge de práticas nos Estados Unidos, na década de 60, que incluem, predominantemente, compositores e cientistas. As práticas pioneiras adotam, sobretudo, elementos sonoros e musicais para criar correspondências com a psicofisiologia do artista propositor ou interator. O uso de recursos sonoros prevalece não apenas entre os artistas pioneiros, mas também entre os contemporâneos, que os utilizam exclusivamente, ou incorporados a outras linguagens.

Em essência, a arte de *biofeedback* constrói modelos de mente baseados na psicofisiologia do sujeito, isto é, nas inter-relações entre fenômenos fisiológicos e psíquicos. Enquanto campo de investigação, a psicofisiologia trabalha com a hipótese de que a percepção humana, o pensamento, a emoção e a ação são fenômenos incorporados ao organismo e que medidas de processos físicos podem lançar luz sobre tais fenômenos e, até mesmo, sobre a mente humana. Esta teria, inclusive, um substrato físico (CACIOPPO, TASSINARY, 1990a; CACIOPPO, TASSINARY, 1990b; CACIOPPO *et al.*, 2007). Sendo assim, a experiência subjetiva é enfocada de forma científica pela psicofisiologia, que trata de entender como ela se constrói no mundo físico-químico (HOLT, 1989; DAMÁSIO, 2011).

Para avaliar a nossa hipótese, descrevemos e analisamos, com base na epistemologia desenvolvida ao longo da tese, uma série de obras de arte que apresentam vários modelos de implementação poética de *biofeedback*, cujas características permitem discutir diferentes aspectos da mente corporificada. Sendo uma ocorrência relativamente rara no campo da arte,

com trabalhos pontuais, os estudos de caso também fornecem um panorama histórico comparativo da produção artística com *biofeedback*.

Como material introdutório, comentamos obras de artistas pioneiros como Alvin Lucier (EUA), David Rosenboom (EUA), Richard Teitelbaum (EUA), Lloyd Gilden (EUA) e Teresa Burga (Peru). Com exceção desta última artista, todos são compositores que se dedicaram a explorar as possibilidades de aplicação do *biofeedback* na música eletrônica experimental. A partir desses casos, conhecemos como a arte de *biofeedback* floresceu e se propagou.

Dedicamos um outro capítulo à segunda geração da arte de *biofeedback* ligada às práticas artísticas que incorporam recursos computacionais e que surgiram a partir da década de 90. Apresentamos as obras *Ping Body* (Stelarc), *Lungs [the breather]* (Laura Guerra), *Caracolomobile* (Tania Fraga), *NeuroBodyGame* (Rachel Zuanon), *EEG: EGG* (Lia Min), *Eunoia II* (Lisa Park), *How the artist can serve as living lab for the creative process* (Lia Chaves), *Tumult* (Lia Chaves) e *Obsession* (Pia Tikka). *NeuroBodyGame* e *Obsession* são comentadas mais detalhadamente.

A obra *Obsession* (2017) recebe destaque, tendo sido a única que tivemos a oportunidade de conhecer em campo. Pia Tikka constrói uma instalação generativa que conta uma história sobre uma mulher que é violentada. O desenvolvimento da narrativa, do ritmo e da paisagem sonora que integram a trama dependem de como o interator experiencia as situações emocionais na tela. A experiência emocional é avaliada por sensores de movimento, de frequência cardíaca e de respiração.

Basicamente, nas abordagens neurocientíficas, “mente corporificada” surge como uma noção que tem sido utilizada para associar três entidades: corpo, mente e ambiente, visando criar novos modelos da cognição. Neste caso, “cognição” corresponde aos processos utilizados para gerar comportamento adaptativo ou flexível em espécies animais, ou relaciona-se à linguagem, consciência, percepção de alto nível ou representação mental como funções do cérebro (FIORI, 2008).

Investigações com ênfase na tríade corpo-mente-ambiente têm sido amplamente motivadas, nas últimas décadas, devido às evidências<sup>4</sup> científicas que demonstram a importância dessa tríade para várias habilidades cognitivas (TIKKA, 2010; DAMÁSIO, 2011; WILSON; FOGLIA, 2017). Esse tipo de encaminhamento tornou-se um paradigma que se

---

<sup>4</sup> Que serão comentadas no capítulo 1.

popularizou para além das ciências e desenhou um novo cenário para investigar o corpo e a cognição também aplicável ao estudo dos modos de agenciamento da obra de arte.

Por meio de sua práxis, a arte colabora de maneira especial para o encaminhamento interdisciplinar dos estudos da mente corporificada. Além disso, a arte relaciona-se intimamente com tais estudos, pois não apenas se inspira ou é informada por estes, como também contribui e deles faz parte, já que traz questões centrais que lidam com a sensação, a percepção e os processos cognitivos de modo geral (ASCOTT, 1999; PEPPERELL, PUNT, 2006).

O referencial teórico que organizamos no capítulo 1 apresenta ideias sobre a mente corporificada, assim como conceitos relativos a esta, segundo um contexto contemporâneo, mas também traçamos contrapontos com algumas âncoras históricas que discutem o tema. Tópicos específicos como “pervasividade da mente”, “acoplamento estrutural” e “enação” também são comentados.

Os fundamentos biológicos e técnicos que alicerçam os dispositivos de *biofeedback* utilizados pelos artistas são apresentados no capítulo 2, com enfoque nas ciências médicas e na computação, com o propósito de fornecer uma visão abrangente da arte de *biofeedback* para que o leitor compreenda os modos de agenciamento dessa forma de arte.

A metodologia de pesquisa adotada na tese é a do tipo epistemológica, inspirada nos modelos propostos por Lúcia Santaella e Jorge A. Vieira (2008) e Matthias Steup (2017). Os procedimentos metodológicos empregados advêm do *modos operandi* característico da pesquisa em arte-ciência associada à tecnologia e do uso de noções e modelos operativos dessas três áreas (WILSON, 2002, 2006; LEOTE, 2015). Os procedimentos metodológicos prevêm diferentes ações, todas inter-relacionadas entre si.

A epistemologia lida com as verdades sobre as quais um conhecimento é edificado e tem como objetivo fornecer uma visão geral sistematizada das questões que uma investigação suscita (SANTAELLA; VIEIRA, 2008; STEUP, 2017). Santaella e Vieira (*ibid.*, p. 70) associam a epistemologia à teoria da verdade, mas nos moldes de uma visão contemporânea que entende a verdade “como uma correspondência, coerência, adequação pragmática e consenso de comunidade” que são deflagrados no próprio escopo da investigação. Essa visão de verdade demanda e justifica uma metodologia específica por causa dos próprios problemas que se colocam na hipótese e que são resolvidos a partir do método científico baseado na ontologia e epistemologia.

Nesse sentido, a comprovação de nossa hipótese emerge do contexto relacional que apresentamos entre a arte de *biofeedback* e os aportes que apresentamos sobre a mente corporificada. Buscamos levantar os aspectos ontológicos que abarcam ambas, as obras de arte e a mente corporificada, de modo a elencar traços definidores e essenciais que permitem não apenas conhecê-las, mas também analisar os seus limites e extensões frente à hipótese que apresentamos. A epistemologia da tese fornece um modelo para a análise compreensiva que serve tanto como guia para o estudo e a conduta de pesquisa sobre a arte de *biofeedback*, quanto para a mente corporificada.

Uma pesquisa interdisciplinar como esta encontra problemas de ordem metodológica como os apontados por Santaella (2010), visto que necessita conciliar a adequação pragmática com as especificidades da pesquisa em arte. Por conta disso, usamos os seguintes autores como fonte de consulta complementar para planejar as estratégias de ação durante a pesquisa: Robert Wilson e Lucia Foglia (2017), Pia Tikka (2010), Lúcia Santaella e Jorge A. Vieira (2008), Stephen Wilson (2002, 2006) e, por fim, Cecília Almeida Salles (2006). As ações da pesquisa são inter-relacionadas entre si e viabilizam a construção de uma epistemologia da arte de *biofeedback* fundamentada em um modelo triangular dinâmico que relaciona três entidades – corpo, mente e ambiente.

As justificativas para a realização de uma pesquisa como esta são várias. A arte de *biofeedback*, embora tenha surgido nos anos 60, ainda é uma ocorrência rara e sua documentação é escassa, seja em termos da organização de referencial teórico orientado ao seu estudo, seja no tocante à reunião de trabalhos artísticos em uma literatura que possa oferecer um panorama desse tipo de obra, dentro de um contexto histórico comparativo. São encontradas eventuais referências que abordam diretamente a prática artística com *biofeedback* ou que a tangenciam, mas os materiais localizados são, na maior parte dos casos, documentações referentes aos projetos dos artistas que descrevem, sem muitos detalhes, a emoção ou estado psicológico explorados na obra. Nesse sentido, a presente tese contribui com a organização de material teórico e documental ao reunir e estudar obras de artistas nacionais e internacionais que se dedicaram a produzir obras com tecnologias de *biofeedback*.

A maioria das investigações sobre a arte de *biofeedback* ainda é tratada com base no discurso da virtualidade do corpo e não considera as ideias de mente corporificada baseadas nos estudos do cérebro. Ao investigarmos a arte de *biofeedback* sob o cenário que propomos e em consonância com os estudos do cérebro, esta tese oferece outra abordagem que expande a reflexão sobre a obra de arte.

As ciências que investigam a relação existente entre corpo-mente-ambiente<sup>5</sup> parecem ter, via de regra, priorizado o uso do sistema de signos verbais como principal fonte para construir modelos e teorias, ainda que o discurso presente nessas investigações esteja permeado de “imagens” (SANTAELLA, 1998; VAN DE VALL, 2009; MACHADO, 2011). Além disso, essas mesmas investigações apresentam em seus modelos “estruturas representacionais estáticas que minimizam as dependências temporais e ignoram a natureza potencialmente dinâmica de tais representações” (SEAMAN, 2007). Esses problemas dizem respeito aos dilemas da ciência sobre como comunicar e representar a relação entre corpo-mente-ambiente, pois descrever tal relação é muito difícil.

A arte de *biofeedback* torna-se um campo relevante e de interesse, pois apresenta modelos dinâmicos baseados em técnicas de *visualização* e de *sonificação* da interocepção que exploram aspectos que não podem ser alcançados pelo discurso verbal. Diante disso, a arte, cuja “função é a de propor modelos de organização e experiência, fora dos quadros naturais, que poderiam complementar a investigação científica” (XAVIER, 2008, p. 117) vem cumprir um importante papel, colaborando, assim, com os problemas de representação e interpretação da ciência.

A estrutura da tese é organizada em cinco capítulos e uma consideração final.

O Capítulo 1 contém uma revisão bibliográfica de base neurocientífica sobre a mente corporificada. Apresentamos a ideia de “corporificação” enfatizando a “experiência da carne”. Âncoras históricas são mencionadas. Comparamos as teorias tradicionais de mente e mente corporificada. Apresentamos o conceito de sistema corporificado com vários exemplos que corroboram a tese da mente corporificada. Trazemos ideias sobre a pervasividade da mente no corpo e no ambiente, sob diferentes perspectivas. Discutimos o papel das emoções e sentimentos enquanto manifestações da mente no corpo. Finalizamos explicando como os estímulos emocionalmente competentes afetam o corpo.

O Capítulo 2 versa sobre os princípios biológicos e técnicos envolvidos nos dispositivos de *biofeedback*. Aspectos gerais do sistema nervoso e sua relação com os biosinais são delineados. Aprofundamos o tema dos biosinais apresentando seus tipos, formas de classificação e modos de representá-los. Comentamos como um dispositivo de *biofeedback* é

---

<sup>5</sup> Eventualmente ao longo da tese adotamos os termos em sentido combinado, uma vez que reforça a ideia de acoplamento estrutural entre as três entidades – algo que é central nos estudos contemporâneos da corporificação da mente. “Corpo-mente-ambiente”, assim, carregam em si uma identidade, uma “aura”, no sentido proposto por Walter Benjamin (2008).

concebido e listamos os biosensores mais utilizados no campo da interação humano-computador.

O Capítulo 3 tem como objetivo localizar, na cultura ocidental, o desenvolvimento de uma tradição imaginativa em torno do interior do corpo humano e sua relação com a localização da mente. Apresentamos várias ideias que foram criadas em consonância com o desenvolvimento da história da medicina e da filosofia da mente.

O Capítulo 4 introduz o tema da arte de *biofeedback* segundo uma perspectiva histórica.

O Capítulo 5 descreve e comenta uma série de obras de arte, segundo uma perspectiva histórica e à luz do conhecimento epistemológico construído ao longo da tese sobre a mente corporificada.

Na última parte da tese, nas CONSIDERAÇÕES FINAIS, realizamos um comentário geral sobre a experiência da pesquisa e apresentamos os principais pontos que permitem avaliar a nossa hipótese.



## 1 MENTE CORPORIFICADA

### 1.1 Introdução

Como função do cérebro, a mente é a parte da existência de uma pessoa que permite que ela pense, sinta emoções, exista, entenda o mundo e atue sobre ele. A noção de “mente” abarca uma ampla gama de fenômenos que, em um primeiro momento, podem ser organizados em três grupos distintos: 1. **as representações mentais básicas**; 2. **as emoções**; 3. **as atitudes cognitivas** (ZINCK; NEWEN, 2008).

Segundo Alexandra Zinck e Albert Newen (2008), as **representações mentais básicas** estão associadas aos fenômenos que são isentos de atitudes proposicionais e se tratam de reações comportamentais instintivas e de sobrevivência. Na categorização desses autores, as **representações mentais básicas** englobam: 1. **As percepções elementares**, que são aquelas experiências perceptivas básicas do programa geral de processamento sensorial e perceptivo do corpo, que é dirigido a objetos externos e envolve qualidades fenomenais conscientes como, por exemplo, ver, ouvir e cheirar; 2. **as disposições mentais básicas de fundo**, necessárias para o registro do mundo, que decorrem dos fenômenos que estimulam o indivíduo a explorar e aprender sobre o ambiente, tais como as capacidades mentais que promovem a exploração sistemática e ativa do ambiente externo, como a atenção, o interesse, a busca e a curiosidade; 3. **os estados do corpo que são sentidos**, que correspondem às reações biológicas básicas a certos tipos de situação que iniciam um comportamento de resposta automática e instintiva com a função de assegurar a sobrevivência. Esses estados estão relacionados às reações imediatas, não refletidas, a estímulos positivos ou negativos, pertencentes ao programa básico de reflexão biológica dedicado à sobrevivência imediata e se enquadram como um fenômeno mental dirigido aos estados de necessidades homeostáticas internas. Tais estados são processados nas regiões inferiores do tronco cerebral que lidam com a experiência fenomenal (porque são estados sentidos).

A reação rápida, reflexiva e padronizada ligada às necessidades de sobrevivência à reação dolorosa seria um tipo de reação biológica básica. Quando colocamos a mão no fogo sentimos uma sensação dolorosa e, automaticamente, a retraímos. Com isso, a condição negativa que prejudica o organismo chega ao fim e a dor cessa. Outros estados corporais além da dor também seriam fundamentais à sobrevivência, como “a exaustão, o cansaço, a luxúria,

o reflexo de sobressalto, a náusea, a angústia da fome e o prazer e o nojo gustativos homeostáticos” (ZINCK; NEWEN, 2008, p. 9).

Ainda de acordo com Zinck e Newen:

[...] Os estados corporais sentidos podem ser separados dos estados não-mentais pelo fato de incluírem os processos de regulação homeostática que são geralmente conscientes. Além disso, eles podem ser distinguidos das emoções porque iniciam reações reflexas automáticas e rígidas que dizem respeito principalmente a um estado do corpo do organismo já presente no mesmo desde o seu nascimento e que não evoluem para programas comportamentais mais distintos como a classe mais complexa de emoções (por exemplo, tristeza básica evoluindo para tristeza) (*ibid.*).

No que diz respeito às **emoções** como fenômenos mentais, Zinck e Newen (*ibid.*) trazem como exemplo a raiva, a alegria, o amor, a tristeza e o medo, mas destacam que as emoções estão associadas, de fato, a um grande conjunto de características com diferentes propriedades. Os autores consideram emoção: 1. as **reações fisiognômicas** (que permitem conhecer o indivíduo a partir de suas feições) (HOUAISS, 2019) e as **reações fisiológicas distintas**; 2. as **cognições distintas**, tais como pensamentos, memórias e imagens; 3. a **experiência subjetiva distinta**; 4. a **orientação interpessoal interativa**; e 5. as **características comportamentais e motivacionais**. Mesmo sendo muito plurais, as emoções têm funções gerais que envolvem:

[...] 1. Uma avaliação fenomenalmente codificada do ambiente ou do próprio sistema cognitivo, 2. uma preparação e motivação para a ação pela eliciação de mudanças fisiológicas, 3. uma expressão típica (expressão facial, gestos) que é principalmente automática, às vezes instintiva, que indica a emoção em si e a prontidão de uma ação para outro sujeito que contribuem para a interação e permitem uma flexibilidade de resposta comportamental que pode ser aumentada de acordo com o grau de conteúdo cognitivo envolvido (*ibid.*, p. 10).

Ainda segundo os mesmos autores, o comportamento provocado por uma emoção também pode variar de acordo com as experiências e ser deliberadamente ajustado a uma situação.

Por sua vez, as **atitudes cognitivas**, enquanto última classe dos fenômenos mentais, são estados mentais cognitivos com conteúdo proposicional como, por exemplo, os desejos, crenças, entre outros. As atitudes cognitivas incluem o conjunto de atitudes proposicionais que são definidas por um sujeito.

Sendo assim, a mente se revela introspectivamente através dos estados corporais e processos mentais. Normalmente, a ideia que temos dela é a de que é algo que “junta” tudo ou de que é um ente subjacente aos nossos processos e estados mentais (ROWLANDS, 2010).

Dentre as várias ideias de mente da neurociência, uma a apresenta da seguinte forma: “[A mente] refere-se a um processo, e não a uma coisa. O que conhecemos por mente, com a ajuda da consciência<sup>6</sup>, é um fluxo contínuo de padrões mentais os quais se revelam, na maioria das vezes, logicamente inter-relacionados” (DAMÁSIO, 2015, p. 272).

No caso particular da “mente corporificada”, trata-se de uma expressão que se refere a um conceito de mente que considera que os processos mentais são corporificados – isto é, não são estritamente formados por processos cerebrais, mas sim, fruto de uma combinação de processos cerebrais e de outras estruturas e processos corporais mais abrangentes. As rotas neurais, hormonais, viscerais, musculoesqueléticas, orgânicas e meios internos, incluindo os receptores sensoriais ligados aos sentidos, nesse caso, também fariam parte da constituição da mente. Além disso, segundo essa visão, nós, como seres corporificados, produziríamos significados também corporificados. Apresentada sob esse ponto de vista da corporificação, a mente reflete o corpo, assim como a outra via – é possível prever propriedades do corpo baseando-nos no conhecimento de propriedades da mente (CROSSLEY, 2006).

Segundo Mark Rowlands (2010), a mente corporificada tem sido investigada a partir de três pontos de vista: 1. o **epistemológico**; 2. o **ontológico**; 3. o **ontológico baseado na ideia de constituição ou composição**. A interpretação epistemológica da mente está relacionada ao que nós podemos saber sobre os processos mentais a partir da premissa de que, para entender-lhes a natureza, é preciso compreender as estruturas corporais mais amplas que os envolvem. A interpretação ontológica, por sua vez, diz respeito a como os processos cognitivos são: dependem de amplas estruturas corporais e funcionam em conjunção com essas estruturas corporais (*ibid.*). A última abordagem, a ontológica, baseada na ideia de constituição ou composição, ao ver de Rowlands, é a mais radical e interessante porque desafia a visão cartesiana de que os processos cognitivos ocorrem exclusivamente no cérebro dos organismos. Tal enfoque defende a tese de que:

[...] a distância entre as orelhas, e a disparidade resultante entre os tempos de chegada do som em cada orelha, pode ser uma parte literal ou constituinte do processo de computação da direção de uma fonte de som. Essa distância, e a disparidade resultante, não é algo estranho à cognição, na qual a cognição apenas depende: é uma parte genuína do processo cognitivo (*ibid.*, p. 57).

---

<sup>6</sup> A consciência, como uma faculdade fenomenal, tem “uma mente dotada de um possuidor, um protagonista de sua própria existência, um *self* a inspecionar seu mundo interior e o que há em volta, um agente que parece pronto para ação” (DAMÁSIO, 2011, p. 15).

Logo, nas abordagens de mente corporificada, o corpo biológico é enfatizado devido à crença na importância deste para várias habilidades cognitivas (SHAPIRO, 2007). Existe a tese, corroborada por evidências científicas, de que muitas das características da cognição são “corporificadas”, pois profundamente dependentes dos atributos do corpo físico, que criam restrições e oportunidades para o controle neural (SHAPIRO, 2007; WILSON; FOGLIA, 2017). A perspectiva da corporificação concebe a cognição como:

[...] o produto da interação dinâmica entre os processos neurais e não-neurais, sem descontinuidade, e as experiências corpóreas dos agentes e os contextos da vida real, cujo corpo é visto como restritivo, distribuidor ou regulador dos processos cognitivos (WILSON; FOGLIA, 2017).

O corpo e suas interações com o ambiente, além do cérebro, desempenharia um papel causal significativo, ou constitutivo, no processamento cognitivo. Inclusive, os níveis mais elevados da cognição ocorreriam, na maior parte das vezes, a partir de funções biológicas inconscientes (TIKKA, 2010; DAMÁSIO, 2011). Pia Tikka observa que, até bem pouco tempo, a mente foi estudada como sinônimo de consciência, ou de cognição consciente, mas, nas abordagens mais recentes, a mente passou a ser adotada como um processo que envolve tanto estados conscientes, quanto inconscientes.

Ainda segundo essa perspectiva da mente corporificada, a mente é ancorada tanto no corpo quanto no mundo físico e, assim sendo, corpo, mente e mundo são perspectivas conceituais inter-relacionadas, interdependentes e paralelas que participam tanto da experiência subjetiva, quanto do mundo compartilhado intersubjetivamente (TIKKA, 2010). Em vista disso, para estudar a mente, devemos nos pautar na tríade corpo-mente-ambiente. Para Anthony Chemero (2009), essa perspectiva mais abrangente de mente, a que propõe sua estreita relação com o ambiente, permite entendê-la como algo radicalmente corporificado.

Chemero observa que os cientistas cognitivos têm adotado modelos de sistemas dinâmicos para descrever a mente por entenderem que os processos mentais são possuidores de comportamento inteligente e inteligente modelar. Um sistema dinâmico é qualquer conjunto de elementos, correlacionados entre si, que muda com o tempo. Sendo originalmente pensada como um aparato matemático, a teoria dos sistemas dinâmicos estuda como os sistemas mudam com o tempo e, nesse caso, “uma mudança é descrita como uma alteração no estado do sistema” (SHAPIRO, 2007, p. 116). Segundo Chemero (2009), a teoria dos sistemas dinâmicos se torna especialmente aplicável aos casos que buscam descrever os processos mentais que emergem da interação com o ambiente, pois o corpo pode ser pensado como um sistema dinâmico único com parâmetros internos e externos à pele.

Muito se questionou se a mente se estenderia para além do cérebro. Embora não seja um fato conclusivo, tem sido amplamente aceito que nem todo processo cognitivo é um processo consciente e exclusivamente restrito ao órgão cerebral. Cada vez mais, pesquisadores têm aderido à ideia de que todos os tipos de processos do corpo, que estão além das fronteiras da consciência, são essenciais ao processamento cognitivo, como, por exemplo, para a recuperação da memória, para a linguagem e para a aquisição de habilidades (ROWLANDS, 2010).

No que tange às funções biológicas conscientes (mentais, volitivas) e inconscientes (autônomas), ambas retratam dois modos de funcionamento do sistema nervoso envolvidos na constituição da mente. Esse último modo, o inconsciente, tem grande atuação nos processos mentais e, apesar de não termos controle sobre ele, sabe-se que este influencia o modo consciente (DAMÁSIO, 2011, 2015, 2018). Nas abordagens neurocientíficas, “uma mente não testemunha de um *self* protagonista ainda assim é uma mente” (DAMÁSIO, 2011, p. 26), uma vez que ela “herda a atividade do tecido cerebral e possui substâncias mentais” (DAMÁSIO, 2011, p. 89).

O presente capítulo organiza o resultado de uma revisão na literatura sobre o tema da corporificação da mente.

## 1.2 A experiência da carne

[...] A cada momento, meu campo perceptivo é preenchido de reflexos, de estalidos, de impressões táteis fugazes que não posso ligar de maneira precisa ao contexto percebido e que, todavia, eu situo imediatamente no mundo, sem confundi-los nunca com minhas divagações. A cada instante também eu fantasio acerca das coisas, imagino objetos ou pessoas [...] e, todavia, eles não se misturam ao mundo, eles estão adiante do mundo, no teatro do imaginário. [...] A percepção... é o fundo sobre o qual todos os atos se destacam e é pressuposta por eles. [...] A verdade não habita apenas o homem interior, o homem está no mundo, é no mundo que ele se conhece. Quando volto a mim a partir do dogmatismo do senso comum ou do dogmatismo da ciência, encontro não um foco de verdade intrínseca, mas um sujeito consagrado ao mundo (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 5-6).

A passagem acima narra um tipo específico de experiência, aquela na qual o corpo experiencia a sua própria vivência no espaço e no tempo. Trata-se de um mergulho na zona mais sensível de nossa existência – a **interface** do corpo vivo com a pulsação do mundo, a qual Maurice Merleau-Ponty denominou a “carne do mundo”. Na carne do mundo encontra-se a percepção que fornece o primeiro acesso que temos às coisas e que fundamenta o conhecimento que daí advém (SANTAELLA, 2012). Estados primários da relação com a experiência sensória

que não são necessariamente traduzíveis em palavras, sentimentos e emoções estão envolvidos na percepção (LEOTE, 2015). É na percepção que “a coisa nos é dada em ‘carne e osso’ e a unidade da coisa encontra uma resposta na unidade estrutural do nosso próprio corpo” (PARDELHA, 2007, p. 52). Por conta disso, a percepção é uma “experiência da carne” ou de “corporificação”, visto que envolve os efeitos de uma exterioridade, modelada a partir das superfícies do mundo, que é interiorizada e sentida pelo corpo (MERLEAU-PONTY, 1999; JONES, 2006; CERBONE, 2014).

Por combinar teores de facticidade e transcendência, a corporificação perpassa o corpo por diversas vias e se instaura entre a matéria e o espírito, no mundo real da imaginação (BOSNAK, 2007). As responsáveis pela emergência da corporificação, segundo Robert Bosnak (*ibid.*), são as “imagens” dos estados do corpo criadas pela imaginação, denominadas por ele de “imagens da corporificação”. António Damásio (2011), por sua vez, propõe que as imagens da corporificação surgem da expressão de sentimentos.

A noção de imagem explorada por Robert Bosnak (2007) e Damásio (2011, 2018) tem a ver com a forma como experimentamos, em primeira pessoa, as emoções e sentimentos em nosso corpo e encontra-se associada à ideia de “mapa”, em alusão a um padrão de atividade, um processo que envolve tanto a experiência física quanto mental do corpo. Esse experimentar ocorre a partir de “vias”, “rotas”, “caminhos” no corpo. A estrutura explicativa de mente de Damásio propõe que, quando um padrão de atividade é experienciado pelo corpo, seja de modo consciente ou inconsciente, ele se torna “imagem”. Se a imagem do corpo for experienciada de maneira consciente, é possível manipulá-la através do raciocínio. Quanto aos aspectos mais estáveis do funcionamento do corpo, estes contribuiriam para a formação de imagens na mente consciente (*ibid.*).

[...] Os padrões mapeados constituem o que nós, criaturas conscientes, conhecemos como visões, sons, sensações táteis, cheiros, gostos, dores, prazeres e coisas do gênero – imagens, em suma. As imagens em nossa mente são os mapas momentâneos que o cérebro cria de todas as coisas dentro ou fora de nosso corpo, imagens concretas e abstratas, em curso ou previamente na memória (DAMÁSIO, 2011, p. 95).

Portanto, “imagem” em Damásio não está relacionada apenas à imagem visual, mas também a outros tipos de imagem, como aquelas originadas dos sentidos, tais como as imagens auditivas, viscerais e táteis, por exemplo, e que compõem, de uma forma ou de outra, topografias da vida do corpo.

O ato de experienciar algo em nossa mente sempre esteve associado à noção de **imagem**, uma vez que essa experiência compartilha propriedades fenomenais com a experiência visual

(TYE, 2000; KOSSLYN, 2006). Tal afirmação não está baseada apenas em uma impressão empírica, mas também em resultados obtidos com experiências neuropsicológicas que deixam supor que os seres humanos são dotados de **imagens mentais**. A experiência com imagens seria um sinal de que os eventos cerebrais subjacentes estariam ocorrendo no corpo (DAMÁSIO, 2011).

Uma questão que se apresenta, nesse caso, é se as imagens mentais envolveriam a ativação do córtex visual do cérebro. Esta hipótese pode ser verificada por meio de um experimento no qual o desempenho de cérebros normais foi comparado ao de cérebros com lesões em áreas específicas, principalmente do sistema visual. O experimento solicitou aos pacientes com déficit visual e não-pacientes que “escaneassem” um objeto *in locus*. Na sequência, os participantes deveriam apenas imaginar em detalhes esse mesmo objeto. O tempo levado para as duas ações foi igual, mesmo no caso daqueles com o cérebro lesionado. Para os cientistas que idealizaram o experimento, isso implica supor que existe a participação de áreas ligadas ao sistema visual quando se imagina um objeto (TYE, 2000).

Nos estudos da mente, o conceito **imagem** é empregado de forma muito ambígua. Nas abordagens tradicionais, ele é explorado de acordo com o papel que a imagem tem no processamento da informação (KOSSLYN, 2006; TYE, 2000). Nas abordagens neurocientíficas, por sua vez, a imagem é discutida no contexto da fenomenologia para se referir às qualidades da própria experiência ou de sua função na vida emocional (ZEKI, 1999; DAMÁSIO, 2011; RAMACHANDRAN, 2014). Embora o debate sobre o que é “imagem” na mente seja travado há séculos, a questão ainda não foi resolvida.

A corporificação da mente não implica, necessariamente, vivência em privacidade, posto que a experiência sensível é “organizada como um campo intersubjetivamente partilhável porque corresponde a um conjunto de operações universalmente partilhadas por todos os humanos de mesma constituição psicofisiológica” (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 14). Olhada assim, a corporificação é uma condição existencial em que o corpo tanto é fonte subjetiva quanto fundamento intersubjetivo de experiências (CSORDAS, 1999).

Além do visceral, a corporificação abarca o indivíduo psíquico porque ela é um fenômeno sistêmico que se apoia em acontecimentos fisiológicos regidos por leis biológicas e psicológicas. Por consequência, são domínios que não podem ser considerados autônomos dentro da experiência (CACIOPPO *et al.*, 2007; SANTAELLA, 2012; CERBONE, 2014). Em função disso, sob o ponto de vista da corporificação, “a psicologia e a fisiologia não são mais, portanto, duas ciências paralelas, mas duas determinações do comportamento, a primeira concreta, a segunda abstrata” (MERLEAU-PONTY, 1999, p. 31).

A corporificação pode ser igualmente associada a uma redução da atividade do sujeito, denominada por Merleau-Ponty (1999) “redução fenomenológica”, pois, de acordo com ele, a corporificação carrega “uma opacidade, um fundo, de que nenhuma tarefa de constituição poderá dar conta” (SANTAELLA, 2012, p. 16). Santaella explica que é essa “opacidade”, essa “sombra”, que Merleau-Ponty explora e que decorre daí o seu recuo ao mundo, à percepção. De acordo com a mesma autora, é por isso que Merleau-Ponty coloca tanta ênfase na percepção para falar da corporificação, pois é a percepção que permite acessar a verdadeira redução do fenômeno e nos possibilita chegar até o mundo pré-construído, o mundo tal como ele é.

A corporificação pode ser abordada a partir de diferentes ângulos. Ela é um fenômeno que se manifesta em cinco níveis conceituais do corpo, todos eles inter-relacionados entre si: 1. o **corpo biológico**; 2. o **corpo ecológico**; 3. o **corpo fenomenológico**; 4. o **corpo social**; 5. o **corpo cultural**. O primeiro nível de manifestação da corporificação ocorre no **corpo biológico**, uma vez que este possui sentidos e sistema motor que percebem, sentem, movem, respondem e transformam o ambiente (JOHNSON, 2008). A “presença biológica e física de nossos corpos são uma condição prévia necessária para a subjetividade, a emoção, a linguagem, o pensamento e a interação social” (MACDONALD *et al.*, 2002, p. 92).

Outra manifestação da corporificação é aquela observada no âmbito do **corpo ecológico** e estaria ligada às experiências do corpo que dependem do ambiente. Nesse caso, corpo e ambiente não devem ser entendidos como duas coisas separadas e, tão pouco, duas coisas integradas totalmente – a relação de dependência ocorre de forma simbiótica e, “tanto o corpo quanto o ambiente têm sua própria estrutura e identidade pré-estabelecida dentro da interação que é a experiência” (JOHNSON, 2008, p. 164). Essa relação simbiótica do corpo com o ambiente seria, inclusive, uma condição essencial para a teoria evolutiva (DARWIN, 2009a, 2009b).

Do mesmo modo, a corporificação é expressa no **corpo fenomenológico**, estando associada ao modo como o corpo experiencia a sua própria vivência. O corpo fenomenológico é aquele no qual “eu” experiencio tacitamente, ou seja: “o nível do corpo no qual eu encontro o sentido que eu tenho das minhas próprias capacidades motoras expressas como um tipo de convicção corporal que não depende, necessariamente, de uma compreensão dos processos fisiológicos envolvidos na performance da ação em questão” (AUDI, 1999, p. 258). Segundo Mark Johnson (2008), pelo menos três aspectos do corpo estariam envolvidos no nível fenomenológico: o corpo percepto, o corpo conceito e o corpo afetivo.

O corpo consciente tem como força motriz “a propriocepção, as sensações cinestésicas do movimento do corpo e os estados internos corporais que, conjuntamente, trabalham para



construir o senso de *self*” (JOHNSON, 2008, p. 165). A propriocepção está relacionada à “consciência do corpo e dos membros e possui propriedades distintas: sentidos de movimento passivo e ativo, sentidos de posição do membro e sensação de peso” (AMAN, 2015, p. 1). Muitos estudiosos, todavia, têm concordado que “a propriocepção também tem um componente inconsciente no qual os sinais proprioceptivos são usados para o controle reflexivo do tônus muscular e o controle da postura” (*ibid.*). Quanto à cinestesia, termo cunhado por Henry Charlton Bastian:

[...] refere-se à capacidade de sentir a posição e o movimento de nossos membros e tronco. É um sentido misterioso, uma vez que, em comparação com os nossos outros sentidos conscientes, como a visão e a audição, em nossas atividades diárias estamos em grande parte inconscientes dessa capacidade. Na ausência de visão, sabemos onde estão nossos membros, mas não há uma sensação claramente definida que possamos identificar (PROSKE; GANDEVIA, 2009, p. 4139).

Por fim, a corporificação encontra-se manifesta também no **corpo social e cultural**, estando o primeiro ligado aos aspectos das relações e experiências de interação social, enquanto que o segundo concerne ao nível no qual o corpo é visto como produtor de “artefatos culturais, práticas, instituições, rituais e modos de interação que transcende e modela qualquer corpo particular e ação corpórea” (JOHNSON, 2008, p. 165). A manifestação da mente corporificada que nos interessa é a que ocorre no domínio biológico, em diálogo com o fenomenológico e o ecológico, justamente por causa do tipo de arte focalizada na tese.

Quando a corporificação é estudada no contexto da fenomenologia e de abordagens neurocientíficas, o mundo natural não é visto como o nexos causal da realidade objetiva pré-existente, mas como o “campo fenomênico” no qual o sujeito corporificado está situado. O campo fenomênico, ou mundo vivo, apresenta-se como uma esfera muito ambígua por causa da indeterminação de nosso estar no mundo, já que sempre carregamos conosco um princípio constante de distração e de vertigem que é o nosso corpo (MERLEAU-PONTY, 1999).

A corporificação tem se firmado como um importante conceito e ponto de partida para lidar com os problemas da relação entre corpo, mente e ambiente.

### 1.3 Âncoras históricas

O termo **corporificação** (*embodiment*), em associação com os estudos da mente, foi desenvolvido pelo discurso filosófico do século XX de tradição fenomenológica, cuja origem é bem localizada: o início do século XX, com alguns indícios ainda no século XIX, tendo como figuras centrais Edmund Husserl, Martin Heidegger, Jean-Paul Sartre e Maurice Merleau-Ponty. Estes pensadores investigaram como o corpo sustenta a experiência. Atribui-se a Merleau-Ponty as mais importantes contribuições sobre a corporificação no campo da fenomenologia<sup>7</sup> (AUDI, 1999). De acordo com Santaella (2012), coube à fenomenologia de Merleau-Ponty dar, enfim, o *status* filosófico à experiência do contato “ingênuo” com o mundo.

David R. Cerbone (2014, p. 147-148) observa que o envolvimento de Merleau-Ponty “com a pesquisa empírica em curso nas ciências naturais, especialmente na psicologia, fisiologia e linguística”, a profunda influência recebida da “psicologia da *Gestalt* [...], em particular sua ênfase na estrutura holística da experiência”, e o modo como ele interpretou “a natureza da experiência, a percepção, a corporificação e a atividade humana em ação na maneira com que cientistas interpretam seus achados”, tornaram a fenomenologia da corporificação do filósofo francês algo muito peculiar, inspirando muitas visões posteriores sobre o assunto. Segundo Cerbone, é a partir do trabalho de Merleau-Ponty que a ideia de corporificação se tornou um tópico proeminente e de caráter interdisciplinar para as ciências cognitivas, as neurociências e a psicologia, que passaram a adotá-lo como um paradigma para os estudos da mente e da cognição.

No contexto da fenomenologia, a corporificação diz respeito aos aspectos corporais da subjetividade humana (AUDI, 1999), mas nas noções posteriores, como as presentes em modelos neurocientíficos da segunda metade do século XX, a corporificação pode estar relacionada às bases corporais e sensoriomotora de fenômenos como a intencionalidade, a mente, a cognição e a linguagem (ZIEMKE, 2003). Recentemente, a corporificação também passou a ser identificada a um programa de pesquisa da neurociência cognitiva (SHAPIRO, 2007; WILSON; FOGLIA, 2017).

Johnson (2008, p. 159) observa que, ao longo do século passado, muito se discutiu sobre diversos temas ligados ao comportamento e à mente humana, “mas seria difícil localizar algo concreto sendo dito sobre o corpo, os ossos e o sangue trabalhando para compor o que

---

<sup>7</sup> O emprego da palavra “fenomenologia” é encontrado tanto na filosofia, quanto na ciência. A fenomenologia se encarrega de delinear as estruturas essenciais da *experiência*, guiando-se pela seguinte questão: que estrutura a experiência tem para ser uma experiência de determinado tipo? (CERBONE, 2014, p. 16).

conhecemos como ‘ser humano’”. À exceção de Merleau-Ponty e Heidegger, que nunca perderam o corpo como o *locus* dinâmico do pensamento, da ação e da linguagem, Johnson observa que as perspectivas dominantes que se dedicaram aos mesmos temas seguiram, de modo geral, orientações ontológicas e epistemológicas dualistas que preteriram o corpo, em favor de metáforas computacionais da mente centradas no sujeito racional. Sob tais metáforas, a mente foi entendida como “possuidora de vários programas computacionais executados em sistemas nervosos corporais, cujo pensamento racional era considerado universal, puro e abstrato” (JOHNSON, 2008, p. 159).

A visão que “sustentava que o cérebro era a mesma coisa que um ‘computador universal’ para múltiplas finalidades que por acaso estava conectado ao corpo, dominou a ciência cognitiva até meados do século XX” (RAMACHANDRAN, 2014, p. 187). Inclusive, há menos de trinta anos, as principais correntes da filosofia da mente de origem anglo-saxônica até mesmo celebravam a ausência do corpo em suas abordagens (JOHNSON, 2008). O filósofo francês Jean Baudrillard (2001), inclusive, proclamou o desaparecimento do corpo.

Ainda sobre essa desatenção com o corpo, Gail Weiss e Honi Fern Haber (1999, p. 13) destacam que a tradição da metafísica ocidental “tendeu a ver o corpo como parte de nossa natureza ‘animal’ ou, de acordo com uma abordagem cartesiana, tratou-o apenas como um mecanismo físico”. Os mesmos autores observam que a própria expressão "o corpo":

[...] tornou-se problematizada e tem sido cada vez mais suplantada pelo termo ‘corporificação’. O movimento de uma expressão para outra corresponde diretamente à uma mudança de visualização do corpo como um fenômeno pré-discursivo, que desempenha um papel central na percepção, cognição, ação e natureza para uma maneira de viver ou habitar o mundo através de um corpo aculturado (*ibid.*).

O ressurgimento da importância do corpo nos estudos da mente nas últimas décadas, tem a ver, segundo Caroline Jones (2006), com o momento histórico que atravessamos, o qual tornou possível melhor compreender como o corpo é organizado e experienciado, isso graças às contribuições das fenomenologias da corporificação e das pesquisas da neurociência cognitiva, que seriam as principais responsáveis pela geração de novos conhecimentos sobre a relação corpo-mente-ambiente. Quanto à neurociência cognitiva, trata-se de um campo de investigação relativamente novo dentro das ciências cognitivas, surgido há mais ou menos trinta anos, que estuda as bases cerebrais da cognição. Há quem prefira preservar o termo **neurociências** (ciência dos neurônios ou do sistema nervoso), que é um termo mais antigo (FIORI, 2008).

A neurociência cognitiva é apontada por Johnson (2008) como a área que mais contribuições tem dado à compreensão de como o cérebro, em sua relação com a fisiologia do corpo, interage com o ambiente para dar origem à experiência humana, ao pensamento e à comunicação simbólica, além de apresentar indícios de como o cérebro e o corpo formatam o pensamento, os sentimentos e as ações.

Fazendo uma breve retrospectiva histórica de abordagens anteriores ao século XX que, de uma maneira ou de outra, tangenciaram o tema da corporificação, de acordo com Tikka (2010), os trabalhos de William James (1842 - 1910, psicologia) e Edmund Husserl (1859 - 1938, fenomenologia) devem receber destaque por serem pioneiros na criação de uma ponte explicativa entre os fenômenos físico e mental.

Tikka afirma que as visões de James e Husserl são responsáveis por dar sustentação às diferentes abordagens científicas sobre a observação introspectiva e a análise da experiência, baseadas nas percepções sensório-motoras e no ambiente, que seriam desenvolvidas posteriormente. Embora Husserl lide com a experiência de primeira pessoa, Tikka esclarece que são as ideias de James que focalizam mais diretamente o corpo visceral e seu sistema de emoções como a base funcional da cognição, pois ele “fez uso da introspecção para explicar aspectos intrínsecos do fluxo de pensamento, algo que inspirou Damásio na proposta de metáfora de cinema mental para descrever os processos imagéticos da mente” (TIKKA, 2010, p. 202).

Baruch Espinosa (1632 - 1677), por sua vez, é lembrado com destaque por Damásio (2004) por ter antevisto soluções que a ciência apenas recentemente tem conseguido oferecer para várias questões ligadas à relação corpo-mente. Espinosa buscou superar o problema que Descartes enfrentou, e não conseguiu resolver, de considerar o corpo e a mente como duas substâncias que precisavam se comunicar. A solução que Espinosa encontrou:

[...] deixava de requerer que a mente e corpo se integrassem ou interagissem. A mente e o corpo nasciam em paralelo da mesma substância, em perfeita equivalência. No sentido estrito, a mente não causava o corpo e o corpo não causava a mente (DAMÁSIO, 2004, p. 222).

Damásio (2004) extrai alguns trechos de *Ética* (1677) que atestam a equivalência corpo-mente no pensamento de Espinosa:

- i. “... a mente humana não tem a capacidade de perceber [...] exceto no que diz respeito a perceber as ideias das modificações do corpo”.

- ii. “... O objeto da ideia que constitui a mente humana é o corpo, o corpo tal como ele existe... E daí que o objeto da nossa mente seja o corpo tal como existe e nada mais...”.
- iii. “Compreendemos assim que não só a mente humana está unida ao corpo mas também a natureza da união entre corpo e mente...”.
- iv. “... de forma a determinar de que modo a mente humana difere de outras coisas e de forma a mostrar como as ultrapassa, é necessário conhecermos a natureza do seu objeto, ou seja, o corpo humano” (ESPINOSA, 1677, Parte II apud DAMÁSIO, 2004, p. 224-225)

Nesse sentido, ainda de acordo com Damásio (*ibid.*, p. 21) talvez Espinosa tenha vislumbrado os princípios que fundamentam “os mecanismos naturais responsáveis pelas manifestações paralelas do corpo e do espírito”.

Um outro aspecto que Damásio diz chamar a atenção no trabalho de Espinosa, é que ele se dedica a demonstrar a importância das emoções e dos sentimentos dentro de seu modelo de equidade corpo-mente. Este fato encontra contrapontos com o progresso da ciência das emoções e dos sentimentos da atualidade. A conexão do pensamento de Espinosa com as neurociências de hoje indica que a filosofia pressagiu com mérito a ciência em várias questões.

Tentativas mais remotas de conectar os fenômenos mentais ao corpo são observadas já na Antiguidade e foram propostas, até o século XIX, em torno de uma tradição especulativa baseada na fantasia e na imaginação. O capítulo três traz algumas ideias e desenhos diagramáticos, produzidos ao longo da história cultural, que fornecem um panorama dessa tradição e permitem vislumbrar outras âncoras históricas que também exploraram a ideia de corporificação. Tais desenhos, que foram produzidos para ilustrar livros de anatomia e fisiologia humana, tiveram muita importância na divulgação do conhecimento que se tinha sobre o corpo humano e ajudaram a construir as bases da ciência moderna (TESSMAN; SUAREZ, 2002).

#### **1.4 Teorias da mente tradicionais e corporificadas**

É importante comparar as teorias tradicionais da mente e as desenvolvidas sob o enfoque da corporificação para reforçar como as últimas se apresentam como uma nova perspectiva para o estudo do problema corpo-mente. Larry Shapiro (2007) aponta que as diferenças entre ambas se resumem, basicamente, ao modo como elas concebem o corpo, os processos cognitivos e o problema da representação mental.

Nos modelos de mente tradicionais, o sistema nervoso é o principal responsável pela cognição, que é processada no cérebro com a ajuda de um interpretador interno. A cognição é diretamente dependente dos órgãos dos sentidos, que traduzem as informações sensoriais a

partir de uma sintaxe própria que o sistema nervoso manipula segundo regras inatas. Por ser assim, a cognição é vista como uma forma de computação. Para Shapiro, esse modelo é satisfatório para descrever e analisar tarefas que são orientadas por símbolos.

As visões tradicionais de mente, baseadas no modelo computacional, tendem “a assumir a existência de representações internas realizadas por mecanismos no cérebro que seriam modelados pela seleção natural e codificados em estruturas genéticas” (WILSON; FOGLIA, 2017<sup>8</sup>). Robert Wilson e Lucia Foglia completam que essa visão focaliza o localizacionismo<sup>9</sup> e internalismo<sup>10</sup> do sujeito, pois o modo como os tópicos centrais dos estudos da mente são investigados: “[...] refletem profundamente a ideia de que o fenômeno cognitivo pode ser considerado localmente e que elementos além das bordas do crânio são de interesse apenas enquanto provedores de entrada sensória e comportamento de saída” (*ibid.*).

No caso das abordagens de mente corporificada, cabe ao corpo do organismo, em simbiose com o ambiente, determinar a cognição, ou seja, o corpo é o responsável por especificar como e o que esse organismo pensa. Sendo assim, o corpo tem um importante papel no modelo de mente corporificada. Ele pode funcionar como **limitador** para a cognição – algumas formas de cognição serão mais fáceis e mais naturais por causa da constituição do corpo; outras, mais difíceis e impossíveis. O corpo pode atuar como **distribuidor** para o processamento cognitivo – isto é, as funções do corpo do agente distribuem carregamentos representacionais e computacionais entre estruturas neurais e não-neurais. E, por fim, o corpo pode servir de **regulador** da atividade cognitiva – neste quadro, o corpo do agente funciona para regular a atividade cognitiva sobre o espaço e o tempo, garantindo que a cognição e a ação sejam coordenadas (SHAPIRO, 2007).

Nesse novo paradigma, o organismo não precisa produzir representação do mundo para “navegar” em sua topografia, pois encontra-se em acoplamento estrutural com ele (*ibid.*). Embora fatos de interpretação pessoal e experiências pré-existentes sejam levados em conta, os fenômenos mentais são examinados, acima de tudo, como emergência do engajamento corpóreo com o mundo. A percepção seria, nesse caso, direta e conectada à ação<sup>11</sup> (VARELA *et. al.*, 2017).

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/embodied-cognition>. Acesso em: 5 dez. 2017.

<sup>9</sup> Condizente com uma visão tradicional de mente que propõe que a cognição sobrevém às propriedades físicas intrínsecas do conhecedor (HOUDÉ, 2004).

<sup>10</sup> Relativo à hipótese de localização no cérebro das funções cognitivas (WILSON; FOGLIA, 2017).

<sup>11</sup> Ver neste capítulo sobre o externalismo ativo da mente.

## 1.5 Sistema corporificado

Tom Ziemke (2003) apresenta as principais características de um sistema corporificado e diz que para ele ser considerado como tal deve haver a existência de 1. **acoplamento estrutural ou interação mútua entre o organismo e o ambiente**. Além disso, a corporificação deve ocorrer como 2. **resultado de uma história de acoplamento estrutural** – ou seja, a corporificação deve refletir o curso da construção do corpo estruturalmente acoplado no ambiente. Neste caso, conforme Ziemke, o sistema é corporificado se ele ganhar competência dentro do ambiente no qual ele foi desenvolvido.

Um terceiro aspecto de um sistema corporificado é que ele deve conter uma 3. **corporificação física** – esta restringe a noção de sistema corporificado ao conceito de corpo físico e engloba as duas primeiras características 1 e 2. Ziemke atenta que, se os sistemas vivos são uma instância particular de sistemas corporificados fisicamente, eles são, também, historicamente corporificados, como muitos sistemas físicos não são.

E, por último, Ziemke elenca uma quarta característica. Ele diz que o sistema corporificado possui uma 4. **corporificação organismoide**, a qual ocorre em um organismo de forma corpórea. Entretanto, um organismoide artificial também pode apresentar corporificação, mas, ao contrário do organismoide vivo, ele será produto do design humano e não de uma corporificação evolutiva.

## 1.6 Pervasividade da mente

Embora a neurociência tenha conseguido apresentar resultados provenientes dos estudos sobre vários sistemas perceptivos que reforçam a ideia de que os processos mentais são **corporificados, incorporados, enativos e pervasivos** (LIVINGSTONE, 2002; CHEMERO, 2009; SANTAELLA, 2012), Wilson e Foglia (2017) apontam que estudos similares já haviam sido conduzidos por René Descartes (1596-1650), e descritos em sua obra *Meditation IV*.

Os indícios da mente no corpo e de sua extensividade no ambiente foram obtidos a partir de numerosas técnicas – que englobam estudos neuropsicológicos experimentais (que aferem a atividade mental através do relato verbal do paciente ao experienciar uma dada situação), neuroimagens funcionais (ressonância magnética, tomografia por emissão de pósitrons, magnetoencefalografia e diversas técnicas eletrofisiológicas), registro neurofisiológico (direto da atividade neuronal no contexto de tratamento neurocirúrgicos) e estimulação elétrica transcraniana (DAMÁSIO, 2011, p. 34) – que sugerem que: 1. a **manipulação de símbolos**

tem uma correlação estreita com os atributos físicos corporais; 2. o **conteúdo da cognição** pode ser elucidado pela natureza do corpo; 3. **processos ou estados cognitivos** se estendem no ambiente no qual o organismo vive (SHAPIRO, 2007).

O trabalho seminal de George Lakoff e Mark Johnson (2003) propõe que muitos processos cognitivos centrais do homem, expressos em metáforas, estão ligados às noções de espaço e de tempo. Para elucidar essa ideia, Lakoff e Johnson defendem que a aquisição de conceitos básicos como “para cima”, “para baixo”, “em frente”, “atrás”, “dentro”, “fora”, “perto” e “longe” etc., por exemplo, baseiam-se, essencialmente, no movimento de deslocamento do corpo no espaço. Esses conceitos básicos também serviriam para a criação de metáforas mais elaboradas, como nesta associação entre “para cima” (alegre/alegria) e “para baixo” (triste/tristeza).

Wilson e Foglia (2017) descrevem como a elaboração de metáforas mais complexas, como a noção de “amor romântico”, pode ser explicada a partir das ideias de Lakoff e Johnson (2003). O “amor romântico” demonstra ser algo profundo, tal como o amor é conceitualizado e experienciado – como uma jornada que envolve um processo que se assemelha a uma viagem, algo que vai de um lugar a outro: “[...] a origem da viagem é informada pela fisicalidade corporal e a experiência corporificada que se tem como criatura que se move através do mundo para alcançar propósitos e objetivos” (WILSON; FOGLIA, 2017).

Lakoff e Johnson (2003) propõem que conceitos como os mencionados anteriormente, como alegre/alegria, triste/tristeza, amor romântico e muitos outros igualmente explicáveis em termos da posição e movimento do corpo, permitem supor que as noções de espaço e tempo são responsáveis por guiar as ações humanas. Para esses autores, a presença de ideias espaciais na criação de conceitos e na manipulação simbólica seriam os mais sólidos indícios da existência da corporificação.

Quanto à participação do corpo nos processos mentais e de comunicação, David McNeill (1992, 2000) investiga como os gestos e a linguagem trabalham em dialética. O autor analisa o contexto em que os gestos aparecem e como estão relacionados a significados semânticos e à função pragmática, concluindo que os gestos e a fala são partes de um único processo. Os processamentos da informação, durante a fala e o pensamento, seriam muito facilitados e impulsionados pelos gestos do corpo. Estudos em linha semelhante (KASCHAK; GLENBERG, 2000; GLENBERG; KASCHAK 2002) também apresentam indícios da participação do corpo na cognição. As pesquisas de Arthur M. Glenberg e Michael P. Kaschak (*ibid.*) apontam para a grande dificuldade que os seres humanos têm em descrever ações que o



corpo não pode realizar. De acordo com esses dois autores, a linguagem não seria apenas uma questão de se compreender onde as palavras se encaixam.

Sem movimento, não conhecemos o mundo. O movimento organiza o foco de processamento sensorial e permite integração. Nesse caso, a visão é um componente essencial do controle motor. John K. O'Regan e Alva Noë (2001) propõem que ver é uma maneira de agir, um modo particular de explorar o meio ambiente. Para os dois pesquisadores, as representações internas não concretizam a experiência de ver e isso ficaria a cargo do próprio mundo exterior, que serviria como representação própria, externa. Para eles, a experiência de ver ocorre quando o organismo domina o que os autores chamam de leis governamentais de contingência sensório-motora: “A vantagem dessa abordagem é que ela proporciona uma maneira natural baseada em princípios de contabilizar a consciência visual e as diferenças na qualidade percebida da experiência sensorial nas diferentes modalidades sensoriais” (O'REGAN; NOË, 2001, p. 939). Da mesma forma, o movimento corporal (cabeça, olhos e corpo como um todo) seria importante para a seleção de alvos para a análise do sistema visual e para a percepção de atributos como a profundidade de campo e a análise de movimento (ZEKI, 1999, 2000; SHAPIRO, 2007).

O conceito de **mente estendida** é suportado por resultados obtidos em vários trabalhos disponíveis na literatura. A descoberta dos neurônios espelho mostrou que os neurônios do sistema motor são afetados pela percepção do movimento realizado por outras pessoas (RIZZOLATTI *et al.*, 2004). Além disso, o trabalho de Merlin Donald (1991) sustenta que as tarefas cognitivas são executadas com mais eficiência quando o corpo e o ambiente são incluídos no processo de realização dessas tarefas. A inclusão do ambiente aliviaria a carga de armazenamento da informação e simplificaria o processamento cognitivo. O sucesso no uso de *games* na área de medicina de reabilitação pode igualmente ser considerado como exemplo dentro desse quadro (GALNA *et al.*, 2014).

Existem três formas de abordar o problema dos limites da mente (CLARK; CHALMERS, 1998). A primeira delas é assumir que a pele e o crânio a delimitam e o que está fora do corpo não pertence à mente. A segunda possibilidade é conceber o externalismo da mente para além da pele, já que existem argumentos que sugerem que o modo como os símbolos são criados e manipulados estão ancorados no ambiente ao qual o organismo pertence (LAKOFF; JOHNSON, 2003). A terceira abordagem é também supor o externalismo da mente para além da pele, adotando-se, no entanto, um externalismo ativo pautado na dinâmica do corpo com o ambiente que embasaria a condução dos processos mentais (GIBSON, 1986; CLARK; CHALMERS, 1998).

A pervasibilidade da mente, seja em relação ao corpo ou ao ambiente, é uma questão que caracteriza o novo modo de pensar a mente que surgiu a partir da segunda metade do século XX (CHEMERO, 2009; ROWLANDS, 2010). Novo porque, de acordo com Rowlands (2010), esse modo apresenta novas concepções de mente, inspiradas no fato desta não estar restrita à cabeça, mas permear o corpo e, até mesmo, o ambiente.

Ao analisar os novos modelos de mente, Rowlands observa que eles não são formulados em torno do órgão cerebral e do sistema nervoso central, mas a partir de uma combinação de ideias que se baseiam em hipóteses de que os processos mentais são “**corporificados** (*embodied*), **incorporados** (*embedded*), **enativos** (*enacted*) e **expandidos** (*extended*)” (*ibid.*, p. 3). Segundo o autor, essas hipóteses devem ser vistas como negação ou questionamento da visão cartesiana sobre a mente que assume que os processos mentais são idênticos ou exclusivamente realizados por processos cerebrais.

A referência de Rowlands ao fato de que os processos mentais são **corporificados** é ancorada na suposição de que os processos mentais são extraneurais, ou seja, que eles são parcialmente formados por estruturas e processos corporais mais amplos que englobam outros órgãos e rotas corporais que estão além do cérebro. A ideia de que os processos mentais são **incorporados** parte da consideração de que os mesmos foram projetados para funcionar em um tipo específico de ambiente – na ausência ou deficiência das propriedades fundamentais desse ambiente os processos mentais ficam comprometidos. Quanto aos processos mentais serem **enativos**, tal característica corresponde à pressuposição de que estes são constituídos não somente por processos neurais, mas também por atividades do organismo de forma mais geral, como, por exemplo, a sua atuação no mundo, e a via inversa, os modos com que o mundo atua de volta nesse organismo. Já a menção aos processos mentais serem **expandidos** tem relação com a suposição de que estes não se manifestam exclusivamente dentro da cabeça do organismo, mas se estendem, de várias maneiras, no ambiente no qual o organismo vive (*ibid.*). A pervasibilidade da mente no ambiente é fundamentada em diversos estudos que permitem supor que o mundo é um apoio externo que auxilia e refina processos cognitivos como os de perceber, lembrar, raciocinar, entre vários outros (GIBSON, 1986; CLARK; CHALMERS, 1998; LAKOFF; JOHNSON, 2003; CHEMERO, 2009; ROWLANDS, 2010).

Especialmente nos modelos de externalismo ativo como os propostos por Gibson (*ibid.*), Clark e Chalmers (*ibid.*), Chemero (*ibid.*) e Rowlands (*ibid.*), os processos cognitivos são concebidos como híbridos que surgem de operações internas e externas ao corpo. Nesses modelos, as operações externas assumem a forma de ações de manipulação, exploração ou transformação das estruturas ambientais. No entendimento desses autores, as ações que

realizamos no ambiente não apenas fazem parte dos processos cognitivos, como também se configuram como processos cognitivos. Além disso, não existem graus de relevância para as operações internas ou externas, pois ambas são igualmente importantes.

### 1.6.1 *Affordances*

A teoria de *affordances*, parte constitutiva da teoria ecológica da percepção visual de James Gibson (1986), desenvolvida entre 1950-1979, é um trabalho de vanguarda na discussão da corporificação e do externalismo da mente que integra as abordagens que tentam explicar como ocorre a interação entre o homem e o ambiente a partir da percepção visual. Neste tipo de explicação, duas abordagens se sobressaem: a representacionista e a ecológica (BRUCE *et al.*, 2010). A primeira abordagem enfatiza a natureza inferencial e construtiva da percepção e:

[...] admite que as representações mentais e os processos cognitivos são necessários para dar ‘sentido’ à percepção visual. A noção segundo a qual os estados mentais representam características do mundo que estão sendo percebidas é central nessa concepção (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014, p. 10).

Enquanto a perspectiva representacionista defende que a construção de significados pelas vias da percepção é uma operação interna do agente, para a visão ecológica, a percepção não é um fenômeno isolado do mundo físico e os significados surgem “na interação direta entre agente e ambiente – o agente obtém informação do ambiente, que está carregado de significado específico para o agente em questão” (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014, p. 11).

Gibson (1986) questiona as pesquisas tradicionais sobre a visão que focalizam o problema de como reconstruir o mundo tridimensional, altamente dinâmico, a partir de informações contidas em uma imagem bidimensional na retina. Ele discorda desse encaminhamento porque, para ele, a percepção visual não começa na imagem retiniana, que é uma matriz estática, mas ocorre no organismo em atividade com o ambiente, que é um estado estável de reverberação preenchido com raios de luz que viajam entre as superfícies dos objetos. Para desenvolver sua tese, Gibson assume que o cérebro é o órgão central do sistema visual, mas deixa os detalhes da fisiologia de lado para estudar a percepção que orienta a ação no ambiente.

Para detectar a informação contida no ambiente, o organismo deve movimentar-se nele; por intermédio da ação de movimentação, ele pode tanto apropriar-se quanto disponibilizar ou transformar essa informação. Contudo, a informação não está diretamente disponível para o organismo e, nem mesmo, alocada dentro dele – é algo que existe como função de mudanças

na relação organismo-ambiente e exige uma postura enativa do organismo para que seja acessada (SHAPIRO, 2007; WILSON; FOGLIA, 2017).

Se a informação contida nessa matriz (ambiente) for suficiente, a tarefa será completada; se não for, operações de processamento interno serão necessárias para complementar a informação contida na matriz. Quanto mais informação disponível para o organismo em sua matriz óptica, menos processamento interno este precisa realizar. A matriz óptica é uma fonte de informação para qualquer organismo equipado para usufruir dela e não afeta organismos passivos, pois só pode ser experimentada ativamente (ROWLANDS, 2010; WILSON; FOGLIA, 2017). “Quando um observador se move, toda a matriz óptica é transformada e essas transformações carregam informações sobre o *layout*, as formas e as orientações dos objetos no mundo” (ROWLANDS, 2010, p. 35).

No modelo de Gibson, a percepção lida com dois tipos de informação simultaneamente:

[...] “informação-sobre”, denominada *invariantes* e “informação-para”, denominada *affordances* – o primeiro concilia dois aspectos da relação agente-ambiente e é baseado na ideia de que padrões de energia que estimulam os sentidos contêm informações que especificam o ambiente. O segundo aspecto faz referência específica à relação agente-ambiente, expressando possibilidades de ação “disponíveis” que emergem dessa interação” (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014, p. 10; grifo dos autores).

Mais particularmente, a informação-*affordance* refere-se ao conjunto de recursos existentes no ambiente que podem ser oferecidos ao organismo, conquanto ele possua os aparatos necessários para usufruir desses recursos (GIBSON, 1986). *Affordance*, enquanto termo, é problematizado por Gibson (*ibid.*, p. 128) e optamos por não traduzi-lo. Originado do verbo inglês *to afford*, a palavra foi criada pelo próprio autor para reforçar a ideia de complementaridade entre agente e ambiente. Na literatura existem algumas sugestões de tradução para o português, como “disposição” ou “reconhecimento” (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014), mas de modo geral, *affordance* não tem sido traduzido.

Os *affordances* estão presentes nas invariantes do ambiente, como, por exemplo, nas superfícies que possibilitam locomoção, em objetos que possibilitam manuseio, nos outros animais que possibilitam interação social – “quando um agente percebe superfícies, objetos e outros animais, ele percebe *affordances*” (*ibid.*, p. 12).

[...] Um fato importante sobre os *affordances* do meio ambiente é que eles são, em certo sentido, objetivos, reais e físicos, ao contrário de valores e significados, que muitas vezes são supostamente subjetivos, fenomenais e mentais. Mas, na verdade, um *affordance* não é uma propriedade objetiva nem uma propriedade subjetiva; ou é ambos se você quiser. Um *affordance* atravessa a dicotomia do subjetivo-objetivo e nos ajuda a entender a sua inadequação. É igualmente um fato do meio ambiente e um

fato de comportamento. É físico e psíquico, e ainda não. Um ponto de *affordance* indica os dois aspectos, para o meio ambiente e para o observador (GIBSON, 1986, p. 129).

Flávio I. Oliveira e Sérgio T. Rodrigues (2014) dizem que, ao afirmar que a percepção é captação de *affordances*, Gibson aponta que, no ato perceptivo, o que é captado são as possibilidades de ação, em vez das qualidades ou as propriedades do ambiente, como a maior parte das teorias sobre a percepção propõem. Vários indícios sustentam o argumento de que o que se percebe são *affordances* e não qualidades. Por exemplo, “ao perceber que a superfície é plana e sólida, o agente não percebe as qualidades, mas que a superfície é ‘caminhável’; quando a cobra percebe a presença de sua presa, por meio da informação térmica, não detecta a temperatura em si, mas a direção do ataque” (OLIVEIRA; RODRIGUES, 2014, p. 35).

Embora os *affordances* sejam consistentes, Oliveira e Rodrigues observam que os mesmos são capazes de estimular ações diferentes, receber diferentes nomes e classificações, mas o que deve ser levado em conta é o conhecimento da utilidade do objeto e, sendo assim, suas qualidades são o que menos importa. Portanto, o *affordance* estabelece uma relação funcional entre um objeto no espaço e o indivíduo.

De acordo com Wilson e Foglia (2017), a grande contribuição de Gibson foi buscar especificar a riqueza ambiental na qual o organismo se encontra imerso a partir do próprio agente. Por enfatizar tanto o papel da locomoção e do movimento do agente quanto a integração do mesmo em um ambiente maior e visualmente rico, Gibson seria um dos precursores da ideia de corporificação sob o ponto de vista da enação<sup>12</sup> – esta ideia será aspecto central, quase meio século depois, nas abordagens de orientação neurocientífica sobre a mente e os processos cognitivos de modo geral.

Oliveira e Rodrigues (2014) apontam outros dois pontos relevantes na teoria de Gibson. O primeiro deles é o fato de que o agente, em vez de perceber as qualidades do objeto, percebe os *affordances* e o comportamento associado às características do ambiente; e o segundo ponto é a proposição de que: “A noção de *affordance* é uma combinação de propriedades físicas do ambiente que está unicamente situada em relação ao sistema nutricional, de ação e de locomoção de determinado animal ou de uma espécie” (GIBSON, 1986, p. 36).

A ideia de *affordance* de Gibson tem sido adotada em várias áreas, como a psicologia, o design, a interação humano-computador e a inteligência artificial.

---

<sup>12</sup> A detalhar ainda neste capítulo.

## 1.6.2 Acoplamento estrutural

De acordo com Wilson e Foglia (2017), a ênfase no acoplamento estrutural entre o corpo, a mente e o ambiente constitui o cerne do programa da cognição corporificada construído sob a ideia da fenomenologia clássica, que é a de que os agentes cognitivos “trazem” em si o mundo por meio da atividade de seus corpos vivos e situados no ambiente. Para essa visão, o conhecimento emerge do engajamento corpóreo do agente com o ambiente, em vez de ser simplesmente determinado pelas situações pré-existentes e pela interpretação subjetiva.

O modelo do externalismo ativo de Clark e Chalmers (1998) baseia-se na ideia de acoplamento estrutural segundo a qual o organismo humano conecta-se à entidade externa por meio de uma interação bidirecional, responsável por criar um sistema acoplado, que pode ser considerado um sistema cognitivo:

[...] Todos os componentes nesse sistema desempenham um papel causal ativo e governam conjuntamente o comportamento do mesmo jeito que a cognição geralmente faz. Se removermos o componente externo, a competência comportamental do sistema irá cair, assim como seria se removêssemos parte do cérebro (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 8).

Clark e Chalmers apresentam a tese de que o sistema acoplado que eles descrevem é um processo cognitivo, quer envolva, ou não, apenas ações executadas internamente pelo sujeito. Ao focalizar o externalismo da mente de um modo dinâmico, seria possível, de acordo com os autores, apresentar uma explicação mais natural de todos os tipos de ações realizadas pelo homem.

Desse modo, colocada segundo a perspectiva do externalismo ativo, a relação que as operações internas mantêm com o ambiente não é uma relação de dependência, mas de contribuição, visto que as coisas que fazemos no ambiente, em parte, compõem ou constituem nossos processos mentais (ROWLANDS, 2010).

O apoio ambiental dado aos processos cognitivos é denominado por Clark e Chalmers (1998) de **mídia externa** – esta englobaria tanto aparatos físicos quanto imateriais, como a linguagem e a cultura, por exemplo. Enquanto o cérebro realiza algumas operações, outras seriam delegadas à manipulação da mídia externa. Os recursos contidos na mídia externa devem ser relevantes e “ativos” o suficiente para que possam desempenhar papel causal, ou explicativo, na geração de ações. E, justamente por estarem acoplados ao organismo, os recursos externos teriam um impacto direto sobre elee sobre seu comportamento.

[...] não é um espelho de nossos estados internos, mas um complemento para eles. Ela serve como uma ferramenta cujo papel é ampliar a cognição de um modo que os dispositivos não podem. Na verdade, pode ser que a explosão intelectual no tempo evolutivo recente se deva tanto a essa extensão linguística da cognição quanto a qualquer desenvolvimento independente em nossos recursos cognitivos internos (CLARK; CHALMERS, 1998, p. 18).

### 1.6.3 Enação

A **enação** é um conceito que tem sido explorado pela psicologia e pela neurociência para lidar com os processos cognitivos que emergem no contexto da corporificação. O termo enação vem do inglês *enaction*, derivado do latim *enatus* e aparece nos dicionários de língua inglesa já no século XIX (ca. 1842) relacionado à botânica. A raiz etimológica da palavra está ligada à ideia de emergência (HOUAISS, 2019).

O psicólogo cognitivo Jerome Bruner (1990), por exemplo, apropria-se do termo enação para nomear um tipo específico de conhecimento que ele chama de conhecimento enativo. Este é, para Bruner, uma forma de conhecimento que é construído pelo indivíduo a partir de suas habilidades motoras e perceptivas, enquanto estas vão sendo solicitadas e adquiridas durante o ato de fazer, ou de perceber e interagir com o mundo, como, por exemplo, quando se manipula um objeto ou se dirige um carro (BRUNER, 1990).

Varela e colaboradores (2017) relacionam a enação aos padrões neurais que emergem da atividade fenomenológica dos seres vivos. Para esses autores, as estruturas cognitivas se originam de padrões neurais provocados pelas ações do corpo que são guiadas pela percepção consciente e inconsciente – é esse tipo de ação do corpo que os autores denominam enação. Esta, por sua vez, só se concretiza em sintonia com o meio ao qual o organismo pertence e ocorre de dentro para fora do ser vivo.

Na proposta de Varela *et al.* (2017), a cognição é uma forma de ação corporificada, não de representação interna do mundo, e o acoplamento estrutural entre o corpo, o cérebro e o ambiente seria algo fundamental para a concretização da enação. Segundo esse quadro, o mundo experimentado se constitui por interações mútuas entre a fisiologia do organismo, seu circuito sensório-motor, e o ambiente.

Cleomar Rocha (2012) interpreta a enação como uma forma de ação que é guiada pela percepção, algo como “este lançar-se, tornado ação, que faz encontrar a consciência e o mundo” (ROCHA, 2012, p. 21). Rocha caracteriza a enação como uma intencionalidade perceptiva responsável por “direcionar a consciência para novas experiências” (*ibid.*).

A transmissão do conhecimento enativo seria mais direta, natural e intuitiva, porque baseada na experiência e nas respostas perceptuais dos atos motores que ocorrem em tempo real (BRUNER, 1990). Transpondo-se essa problemática para o campo dos dispositivos computacionais, o controle desses processos exigiria sistemas capazes de lidar com novos tipos de tecnologia de grau bastante complexo de representação da informação. Portanto, considerar o conhecimento enativo no design de um dispositivo computacional não é tarefa trivial, pois é preciso incluir elementos da robótica e dos dispositivos hápticos<sup>13</sup>, baseando-se nas análises sensório-motoras, cognitiva e afetiva do sujeito (PARAGUAI, 2010).

De acordo com Wilson e Foglia (2017), uma implicação da abordagem enativa é a de que determinadas capacidades cognitivas só podem ser exercidas por organismos que tenham características físicas e habilidades para suportá-las. Isso porque a cognição, nessa visão, é uma atividade sensório-motora dinâmica, e o mundo dado e experienciado não é apenas condicionado pela atividade neural do organismo, mas é essencialmente enativo – o mundo emerge através das atividades corporais do organismo.

A abordagem enativa se consolidou como um paradigma com modelos teóricos próprios. O enativismo autopoietico de Maturana e Varela (2010), por exemplo, que se desenvolve a partir do fenômeno biológico da autopoiesis, tem aplicação na explicação de certas propriedades da vida mental. A autopoiesis é um conceito que descreve o comportamento de sistemas vivos como ativos, adaptativos, com automanutenção, autoindivuação e autorreprodução através de estratégias de autorregulação. O enativismo sensório-motor de Alva Nöe (2004) e J. Kevin O'Regan (2011), no qual os autores enfatizam a dependência sensório-motora para explicar a experiência consciente e a ampla gama de comportamentos, também deve ser lembrado.

---

<sup>13</sup> As interfaces hápticas são baseadas em tecnologias que simulam propriedades e sensações físicas com o objetivo de aprimorar a experiência do usuário e atribuir a ela maior senso de verossimilhança visando incrementar a interação com o ambiente virtual da máquina. Exemplos: telefone celular com sensor de vibração e som; jogos em *tablets*, como, por exemplo, o *pinball* - quando a bolinha bate nas laterais da tela gráfica a região é afetada por uma vibração bem no lugar correspondente ao “choque” nessa área; *tablets* que simulam texturas com finalidade lúdica ou como fator de inclusão; simuladores de cirurgia ou de voo. Nos dispositivos hápticos há dois tipos de *feedback*: (a) o “tátil”, que explora a percepção e outras sensações biológicas que são manifestadas pela experiência, não só do tato, mas da visão e da audição, quando o usuário é exposto à presença de formas de pressão, textura, vibração e movimento; (b) o cinestésico, cuja base está na experiência da propriocepção (sensibilidade própria aos ossos, músculos, tendões e articulações, que fornece informações sobre a estática, o equilíbrio, o deslocamento do corpo no espaço) (PETERSON, 2007).



## 1.7 Emoções e Sentimentos

O vínculo entre as emoções e os estados corporais se reflete na maneira como falamos das emoções ao utilizar analogias que expressam características e intensidade das mesmas no corpo (NUMMENMAA *et al.*, 2014). Um exemplo disso pode ser encontrado no romance *As ondas* (1992), de Virginia Woolf, através do fluxo do pensamento da personagem Rhoda. Ao ser surpreendida pela porta que se abre e se dar conta de que quem se aproxima é o homem que ela ama, Rhoda reage assim:

[...] A porta abre-se; o tigre salta. A porta abre-se; o terror entra; terror e mais terror perseguindo-me. [...] Tenho de pegar a mão dele; preciso responder. [...] Impelida para trás, posto-me esbraseada neste corpo desajeitado e enfermiço, para receber os golpes da indiferença e do escárnio dele...[...] Um enorme peso me oprime. Não posso mover-me sem desalojar o peso de séculos. Um milhão de flechas me trespassam. Escárnio e ridículo me atingem. [...] O tigre salta. Línguas me chicoteiam (WOOLF, 1992, p. 106-107).

Em termos históricos, o trabalho de Charles Darwin (1809 - 1882) já lançava alguns *insights* que ligavam a emoção à inteligência do corpo biológico (DARWIN, 2009a). Mas a primeira teoria das emoções a postular que a característica central destas encontra-se alicerçada nos processos fisiológicos é de autoria do psicólogo William James (1842-1910) e do fisiologista Carl Lange (1834 - 1900) (ZINCK; NEWEN, 2008).

A teoria de James-Lange propõe que os sentimentos resultam da percepção do estado de nosso corpo fisiológico. Como exemplo, eles citam que não choramos porque estamos tristes, mas ficamos tristes porque choramos (ZINCK; NEWEN, 2008). Lange, que era fisiologista, considerava, inclusive, de acordo com Zinck e Newen (2008), que até mesmo as simples reações físicas, como a dilatação dos vasos sanguíneos, eram emoções, muito embora ele se mostrasse ciente de que elas seriam completamente vazias se não estivessem associadas a algum tipo de vivência vinculada.

Quanto às correntes históricas recentes, Robert W. Levenson (2003) aponta três linhas principais dedicadas a investigar a emoção: a clássica, baseada no trabalho de William James (1842 - 1910)<sup>14</sup> e Carl Lange (1834 - 1900), na qual a tradição fenomenológica se desenvolve; as inspiradas na visão computacional da mente; e as mais recentes da neurociência. Segundo Levenson, as três abordagens têm em comum o princípio de que: “os sentimentos emocionais

---

<sup>14</sup> Embora os trabalhos de Charles Darwin (1809 - 1882) já lançassem os primeiros *insights* sobre a participação das emoções nos processos mentais.

subjetivos são desencadeados pela percepção de estados corporais relacionados à emoção que refletem as mudanças nos sistemas nervoso esquelético, neuroendócrino e autônomo” (LEVENSON, 2003, p. 651).

De fato, até muito recentemente, as emoções e sentimentos foram pouco estudados por serem considerados não confiáveis, muito subjetivos e de difícil descrição, o que os levou a serem preteridos em favor de modelos centrados na razão (DAMÁSIO, 2011, 2015, 2018). Além disso, o predomínio da visão computacional da mente durante o século XX, que enfatizou a análise de estados mentais que pudessem ser traduzidos em termos de operações computacionais, como, por exemplo, a percepção, o aprendizado e a memória, contribuiu para a não inclusão dos afetos, das emoções e dos processos inconscientes nas investigações científicas.

Entretanto, desde os anos de 1990, o sistema emocional passou a receber destaque nos estudos do cérebro (NUMMENMAA *et al.*, 2014; DAMÁSIO, 2011, 2015), pois tem sido amplamente aceita a hipótese de que nossos pensamentos são frutos de processos bioquímicos no cérebro e que muitos aspectos que constituem as nossas experiências subjetivas surgem da organização de células e moléculas associadas à emoção (CRICK, 1995).

A real compreensão da importância das emoções para os processos cognitivos fez com que elas alcançassem um status especial nos estudos do cérebro. Sabe-se que elas são responsáveis por guiar o comportamento e monitorar os estados fisiológicos que sustentam a sobrevivência, além de serem desencadeadoras dos atos cognitivos que nos preparam e motivam para a ação (DAMÁSIO, 2011). Também seria função das emoções manter o engajamento e controlar os estados de relaxamento que equilibram o corpo (DAMÁSIO, 2018) e, igualmente, ajudar na mediação e no controle das relações sociais (ZINCK, NEWEN, 2008). Na estrutura explicativa de Damásio (2011, 2018), as emoções e sentimentos são investigados no contexto da construção e sustentação do *self*.

As emoções também aparecem nas abordagens de base neurocientífica como reguladoras do valor da vida – valor esse que se constrói a partir de mecanismos de recompensa e punição, impulso e motivação (DAMÁSIO, 2011) – e ligadas à vastíssima gama de:

[...] mecanismos de regulação que se encontram no cérebro, mas que foram inspirados em princípios e objetivos que antecederam o cérebro e em grande medida funcionam automaticamente e meio às cegas, até que comecem a ser conhecidos pela mente consciente (*ibid.*, p. 140).

De acordo com Zinck e Newen (2008), o debate atual registra uma série de dissonâncias sobre a definição, conceitualização e ontologia das emoções. Todavia, convencionou-se reservar o termo “emoção” para:

[...] um programa de ações razoavelmente complexo (que inclua mais de uma ou duas respostas reflexas) desencadeado por um objeto ou fenômeno identificável, um estímulo emocionalmente competente. Considera-se que as chamadas emoções universais (medo, raiva, tristeza, alegria, nojo e surpresa) encaixam-se nesse critério. Seja como for, essas emoções certamente são produzidas em todas as culturas e são fáceis de reconhecer, pois uma parte de seu programa de ação – as expressões – é bem característica. Essas emoções estão presentes inclusive em culturas que não possuem designações distintas para elas (DAMÁSIO, 2011, p. 158).

Deve-se a Charles Darwin o reconhecimento pioneiro da universalidade das emoções (DARWIN, 2009a; 2009b).

O programa de ação emocional ao qual Damásio (2011) se refere é estruturado pelo genoma, portanto, instintivo e não aprendido, cuja rotina básica de execução é a do tipo estereotípica “em todos os níveis do corpo em que ela é executada: movimentos externos, mudanças viscerais no coração, pulmões, intestino e pele e mudanças endócrinas” (*ibid.*, p. 158). Damásio nota, no entanto, que as respostas emocionais são individualizadas em relação ao estímulo causador, já que “somos parecidos, mas não idênticos” (*ibid.*).

Embora as emoções e sentimentos estejam conectados, Damásio os diferencia, pois, para ele, tratam-se de processos distintos:

Emoções são programas de ações complexos e em grande medida automatizados, engendrados pela evolução. As ações são complementadas por um programa cognitivo que inclui certas ideias e modos de cognição, mas o mundo das emoções é sobretudo feito de ações executadas no nosso corpo, desde expressões faciais e posturas até mudanças nas vísceras e meio interno (*ibid.*, p. 142).

Já os sentimentos, são considerados:

[...] percepções compostas daquilo que ocorre em nosso corpo e na nossa mente quando uma emoção está em curso. No que diz respeito ao corpo, os sentimentos são imagens de ações, e não ações propriamente ditas; o mundo dos sentimentos é feito de percepções executadas em mapas cerebrais. [...] as percepções que denominamos sentimentos emocionais contêm um ingrediente especial que corresponde aos sentimentos primordiais [...] Esses sentimentos baseiam-se na relação única entre o corpo e o cérebro que privilegia a interocepção. Há outros aspectos do corpo sendo representados em sentimentos emocionais, obviamente, mas a interocepção domina o processo e é responsável pelo que designamos como o aspecto *sentido* dessas percepções (*ibid.*, p. 142; grifo do autor).

Em essência, a distinção feita por Damásio defende que as emoções são “ações acompanhadas por ideias e certos modos de pensar”, enquanto que os sentimentos seriam “principalmente percepções daquilo que nosso corpo faz durante a emoção, com percepções de nosso estado de espírito durante esse mesmo lapso de tempo” (*ibid.*, p. 142).

Na estrutura explicativa de mente de Damásio (2011, 2018) a emoção é contextualizada como um conjunto de mudanças que ocorre quer no corpo, quer no cérebro, através de várias rotas neurais, hormonais, viscerais, musculoesqueléticas, orgânicas e de meios internos, incluindo as sondas sensitivas especiais ligadas aos sentidos. Para o neurocientista, o resultado final desse conjunto de mudanças é o estado emocional, definido pelas alterações de determinadas propriedades do corpo e em certas zonas do cérebro. O emocional desencadearia não apenas uma série de reações fisiológicas, mas, também, comportamentais, perceptivas, inclusive alterações de rota no processo cognitivo em si.

No que diz respeito ao modo como as emoções são experienciadas no corpo, Damásio aponta que isso ocorre através de várias rotas sensitivas, abrangem reações de diferentes intensidades e duração, e podem vir acompanhadas de mudanças no corpo ou desencadear processos mentais. A depender de sua intensidade, as emoções provocam aceleração cardíaca, alteram a respiração e a percepção, enrijecem os músculos, e fazem o corpo suar (NUMMENMAA *et al.*, 2014). São justamente alguns desses processos que são capturados pelos dispositivos de *biofeedback* e interpretados a partir de diferentes modelos de correlação.

Quando as emoções surgem, planos de ação e ideias que condizem com o sinal geral da emoção vêm à mente. Por exemplo, uma emoção de valência negativa gera um pensamento negativo e assim por diante (DAMÁSIO, 2011). Damásio diz que alguns experimentos da neuropsicologia permitem supor que a tristeza desacelera o raciocínio e a alegria tanto pode acelerar quanto reduzir a atenção para eventos não relacionados. O estado emocional, nesse caso, se desenvolve no decorrer da experiência, ao longo do tempo, a partir desses fenômenos agregados relacionados ao processo emocional.

No que diz respeito aos sentimentos, estes ocorrem rapidamente em seguida às emoções e são a “percepção composta de tudo o que ocorreu durante a emoção, as ações, as ideias, o modo como as ideias fluem, devagar ou depressa, ligadas a uma imagem ou rapidamente trocando uma por outra” (*ibid.*, p. 143). No âmbito biológico, os sentimentos surgem de “reações biológicas a certos tipos de situações: geralmente reações de respostas automáticas e distintas à situação, com foco essencial no estado do corpo” (ZINCK; NEWEN, 2008, p. 8).

São os sentimentos que legitimam o processo emocional e compõem o pano de fundo nos instantes mentais que indicam principalmente aspectos do estado do corpo. Este é um dos

motivos pelos quais os sentimentos são considerados uma espécie de mapa do corpo. Neste caso, os mapas dos sentimentos da emoção seriam um conjunto específico de mudanças, “mapas que constituem o substrato de uma ‘imagem’ composta em múltiplos sítios” (DAMÁSIO, 2011, p. 154).

## 1.8 Classificação das emoções

A literatura alerta para a imperfeição dos critérios de classificação das emoções, uma vez que as teorias que se dedicam a estudá-las baseiam-se em um ou outro aspecto dos fenômenos emocionais para criar categorizações (ZINCK; NEWEN, 2008; NUMMENMAA *et al.*, 2014; DAMÁSIO, 2018). A maioria das tipologias das emoções fazem distinções entre emoções básicas e não básicas, classificando-as em conceitos unidimensionais ou multidimensionais, como, por exemplo, agradável/desagradável e relaxamento/atenção e alta excitação (ZINCK; NEWEN, 2008).

Uma classificação sistemática das emoções é apresentada por Zinck e Newen inspirada na psicologia evolutiva. Eles adotam uma abordagem funcionalista que caracteriza as emoções de acordo com papéis funcionais e aparência ontogenética baseada na expressão facial de emoções básicas que é idêntica em todas as culturas de acordo com o trabalho de Paul Ekman e Wallace Friesen (2003). Zinck e Newen propõem quatro níveis ou estágios das emoções: 1. as **pré-emoções**; 2. as **emoções básicas**; 3. as **emoções cognitivas primárias** e 4. as **emoções cognitivas secundárias**, que são detalhadas na Tabela 1.1 Não se trata de uma categorização definitiva, mas a ideia aqui é ilustrar como as emoções podem ser consideradas dentro de um espectro que cobre desde emoções básicas àquelas mais complexas, que acompanham os processos de alta cognição (FIORI, 2008).

Tabela 1.1 - Níveis das emoções

Pré-Emoções	Emoções Básicas	Emoções Cognitivas Primárias	Emoções Cognitivas Secundárias
Bem-estar	Felicidade	Contentamento	Amor
		Satisfação	Alegria
Desconforto	Medo	Ameaça	Vergonha
		Ansiedade	Ciúme Inveja
	Raiva	Irritação	Fúria
		Frustração	Desprezo
	Tristeza	Decepção	Luto
		Prostração	

Fonte: Zinck e Newen (2008).

As **pré-emoções** são estados emocionais expressivos não focados e possuem correspondência com o conceito de **protoself** ou de sentimentos primordiais de Damásio (2011, 2018). Embora sejam formas preliminares de emoções, as pré-emoções já carregam em si os principais aspectos – tais como a excitação fisiológica, a mímica, as sensações subjetivas e a orientação para a ação – que estão presentes em outros estágios emocionais. Nas pré-emoções existem apenas duas possibilidades, o bem-estar (valência positiva) e o desconforto (valência negativa) e delas derivam as outras emoções.

Por sua vez, as **emoções básicas**, segundo Zinck e Newen (2008), seriam aquelas essenciais para lidar com os problemas da vida, e que estão presentes em todas as culturas humanas e independem de processos conscientes. As outras duas categorias de emoções, as **cognitivas primárias** e as **cognitivas secundárias**, estão sob maior ação do pensamento, sendo que essa última categoria solicita, inclusive, teorizações acerca do objeto desencadeador da emoção.

Existem várias formas de deflagrar e diagnosticar a emoção no corpo. Sem o uso de tecnologia, ela pode ser observada através de manifestações sutis como o movimento do corpo, as expressões faciais e a linguagem verbal utilizada (palavras escolhidas, a cadência do discurso, as figuras de linguagem presentes etc.) (DAMÁSIO, 2004).

### 1.8.1 Mapas somatotópicos de emoções e sentimentos

Sob o ponto de vista biológico, o sistema emocional trabalha para ajustar a ativação, ou desativação, do sistema nervoso cardiovascular, esquelético, neuroendócrino e autônomo (LEVENSON, 2003).

[...] As emoções ocorrem quando imagens processadas no cérebro põem em ação regiões desencadeadoras de emoção, como por exemplo, a amígdala ou regiões especiais do córtex do lobo frontal. Quando qualquer uma dessas regiões desencadeadoras é ativada, certas consequências sobrevêm: moléculas químicas são secretadas por glândulas endócrinas e por núcleos subcorticais e liberadas no cérebro e no corpo (por exemplo, o cortisol no caso do medo), certas ações são executadas (por exemplo, fugir ou imobilizar-se, contrair o intestino, também em caso de medo) e certas expressões são assumidas (por exemplo, uma expressão facial ou postura de terror) (DAMÁSIO, 2011, p. 143).

Uma ampla gama de mudanças fisiológicas associadas às emoções e à distribuição topográfica das sensações corporais que as acompanham têm sido muito estudada, como o trabalho de Lauri Nummenmaa *et al.* (2014), que é aqui trazido como uma importante contribuição a esse campo. Os pesquisadores, em vez de usarem conceitos e associações culturais para estudar a semântica emocional, centralizam o estudo da mesma nos padrões de sensações emocionais desencadeados pela ativação do sistema emocional límbico que seriam universais.

Lauri Nummenmaa e colegas criam mapas de sensações corporais associadas às diferentes emoções (ver figura 1) baseando-se na hipótese de que as emoções são sentidas no corpo e que a experiência emocional consciente é desencadeada por estímulos somatossensoriais. Estes dizem respeito à atividade sensorial do corpo que é realizada por outros órgãos que não são os órgãos receptores de estímulos sensoriais externos (visão, audição, gosto, tato e olfato) e que transmitem informações sobre o estado geral do corpo (DAMÁSIO, 2011).

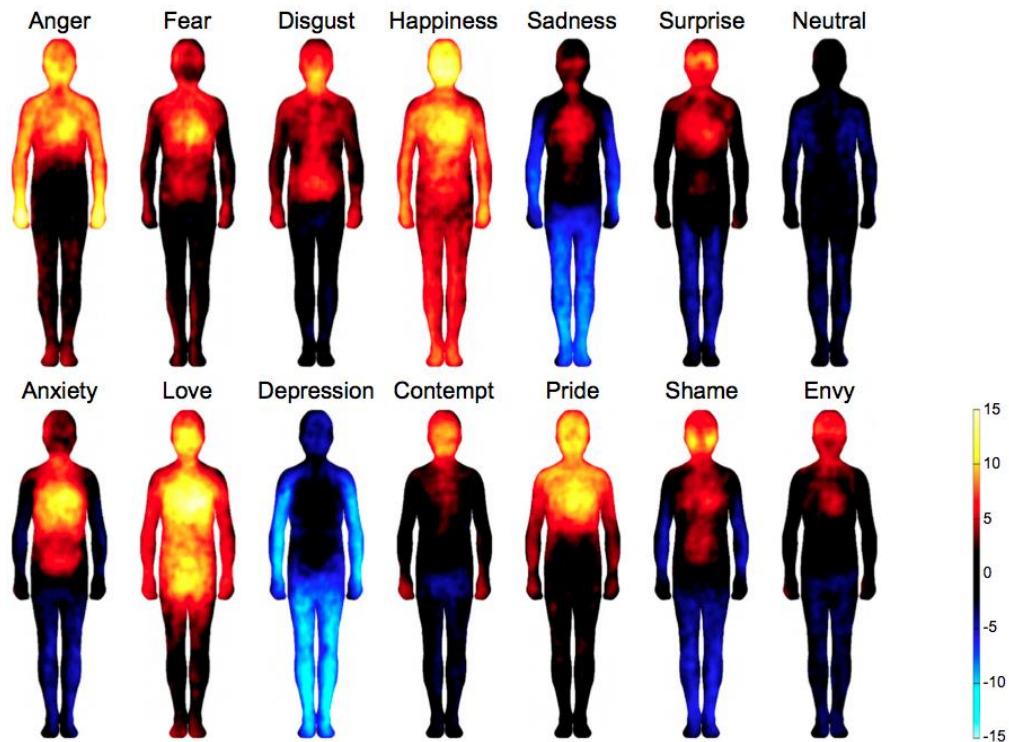
Os pesquisadores usam um método exclusivo de autorrelato topográfico, baseado no sistema computacional *emBODY*<sup>15</sup>, no qual é apresentado aos participantes duas silhuetas de corpos em conjunto com histórias, filmes, expressões faciais ou palavras que caracterizam emoções. Os participantes foram convidados a colorir as regiões corporais nas quais eles perceberam a atividade fisiológica aumentar, ou diminuir, durante a visualização de cada

---

<sup>15</sup> *Software* desenvolvido pelos pesquisadores. Disponível em: <http://emotion.utu.fi/softwaredata/>. Acesso em: 13 mai. 2018.

estímulo. Diferentes emoções foram associadas aos mapas de sensibilidade corporal. Os mapas foram construídos a partir de tratamento estatístico baseado em amostras da Europa Ocidental (Finlândia e Suécia) e do Leste Asiático (Taiwan), utilizando-se seus respectivos idiomas (NUMMENMAA *et al.*, 2014).

Figura 1 - Mapas corporais das emoções



Fonte: Nummenmaa *et al.* (2014, p. 647). Topografia corporal em formato somatotópico das emoções básicas representadas na parte superior do desenho e não básicas na parte inferior, que são culturalmente universais, associadas às palavras emocionais. Os mapas do corpo mostram regiões cuja ativação aumentou (cores quentes) ou diminuiu (cores frias) ao sentir cada emoção.

Os mapas somatotópicos finais produzidos durante o experimento mostram que:

[...] a maioria das emoções básicas foram associadas às sensações de atividade elevada na área do tórax passíveis de mudar a respiração e a frequência cardíaca. As sensações na área da cabeça, por sua vez, foram compartilhadas em todas as emoções, refletindo provavelmente as duas mudanças fisiológicas na área facial (isto é, ativação da musculatura facial, temperatura da pele, lacrimejamento), bem como as mudanças de feltro no conteúdo da mente desencadeada pelos eventos emocionais. As sensações nos membros superiores eram mais proeminentes nas emoções orientadas para a aproximação, raiva e felicidade, enquanto que as sensações da diminuição da atividade dos membros eram uma característica determinante da tristeza. As sensações no sistema digestivo e em torno da região da garganta foram principalmente



encontradas em desgosto. Em contraste com todas as outras emoções, a felicidade foi associada a sensações aumentadas em todo o corpo (*ibid.*, p. 648)<sup>16</sup>.

Além disso, o experimento permite supor que:

[...] os sentimentos emocionais estão associados a mapas discretos, porém parcialmente sobrepostos, de sensações corporais que podem estar no cerne da experiência emocional. Esses resultados, portanto, suportam modelos que assumem que a somatossensação e a corporificação desempenham papéis críticos no processamento emocional. Desvendar as sensações corporais subjetivas associadas às emoções humanas pode nos ajudar a compreender melhor os distúrbios do humor, como depressão e ansiedade, que são acompanhados por processamento emocional alterado, atividade no sistema nervoso autônomo e somatossensação. As mudanças topográficas nas sensações desencadeadas pela emoção no corpo poderiam, portanto, fornecer um novo biomarcador para distúrbios emocionais (*ibid.*, p. 650)<sup>17</sup>.

A topografia corporal das emoções em formato somatotópico é especialmente interessante porque ela permite visualizar as ocorrências da mente no corpo, considerando-se que a emoção é uma de suas formas de manifestação (Damásio, 2011, 2018).

## 1.9 Estímulos emocionalmente competentes

As emoções são desencadeadas por imagens de objetos ou fenômenos que acontecem em um determinado momento, ou que ocorreram no passado mas que são resgatados através de processos de evocação da memória. Tais imagens e fenômenos possuem atributos que tendem a acionar regiões específicas do cérebro, como as ligadas à linguagem, ao movimento, ou a outras formas de cognição que dão sustentação ao raciocínio. A atividade registrada nessas regiões receptoras desencadeia diferentes respostas que tornam possível, por exemplo, nomear objetos, preparar para ação ou evocar outras imagens, de modo que o ciclo de processamento da informação seja completado (DAMÁSIO, 2011).

Quando estímulos emocionalmente competentes são reconhecidos, e sua significância emocional é aferida pela amígdala, a mensagem é transmitida para o sistema nervoso. Segundo Vilayanur S. Ramachandran e William Hirstein (1999), é assim que nos preparamos para lutar, fugir ou acasalar – o que, em resposta, faz a pele suar e produzir mudanças em sua resistência elétrica, algo que pode ser aferido usando-se biosensores. Quanto maior a ativação límbica (resposta emocional) produzida por uma imagem ou fenômeno, maior a condutância elétrica da

---

<sup>16</sup> Tradução nossa.

<sup>17</sup> Idem.

pele. A explicação para esse fenômeno nos é dada por Ramachandran e Hirstein (*ibid.*), que esclarecem que quando experienciamos uma imagem evocativa, ela é extraída pelas áreas visuais primárias e enviadas a uma área do cérebro que é especializada na detecção de faces e objetos. Quando a detecção de uma imagem evocativa se concretiza no cérebro, o corpo reage provocando uma mudança na condutividade da pele.

Baseados nos princípios descritos anteriormente, várias técnicas de indução da emoção têm sido desenvolvidas, tais como os trabalhos de Philippot (1993), Astrid Gerrards Hesse *et al.* (1994), Pierre e Paula M. Niedenthal (2007) e, como não poderia deixar de ser, a própria arte de *biofeedback*.

## 2 FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS E TÉCNICOS DOS DISPOSITIVOS DE BIOFEEDBACK

### 2.1 Fundamentos biológicos

O funcionamento do sistema nervoso provoca mudanças no corpo de origem acústica (como, por exemplo, os sons do coração, dos pulmões, de patologias cardiorrespiratórias e do sistema digestivo, dentre outros), química e elétrica que podem ser investigadas sob os pontos de vista anatômico, fisiológico e biofísico. A maior parte dessas mudanças fornecem diagnósticos sobre o estado do indivíduo e não estão disponíveis pelas vias da interocepção consciente, embora elas alicercem a mente consciente. Tem-se um certo conhecimento sobre tais alterações, mas ainda não se compreende integralmente o que elas significam devido ao número, quase ilimitado, de mecanismos fisiológicos existentes. Nos últimos 50 anos, no entanto, observou-se um avanço significativo no entendimento do funcionamento do sistema nervoso e de sua implicação nas variações corporais (BOUCSEIN, 2012; KANIUSAS, 2012).

A série de mudanças que ocorre no corpo gera uma infinidade de sinais mensuráveis e discrimináveis que, na literatura, são denominados **sinais biológicos**, **sinais fisiológicos** ou, simplesmente, **biosinais**. Mas, por exemplo, o termo **biosinal** não é empregado exclusivamente no âmbito humano e sim de forma genérica para se referir a uma ampla gama de fenômenos contínuos relacionados aos organismos biológicos (ORTIZ *et al.*, 2011). Mais especificamente, os biosinais fornecem informações sobre as estruturas biológica e fisiológica dos organismos vivos e da dinâmica destas (SCHMIDT, 2016). No caso humano:

[...] os biosinais detalham fenômenos fisiológicos vitais que são relevantes não apenas para a pré-triagem do estado funcional humano e o diagnóstico da doença, mas também para a terapia subsequente, o tratamento de acompanhamento e a avaliação de sua eficiência (KANIUSAS, 2012, p.19).

A abordagem focalizada nos biosinais tem importância não apenas para a área clínica, mas também para a medicina de reabilitação, tratamento da dor (eletroestimulação), bioengenharia, psicologia e, também, para a arte. Enquanto medir e analisar os biosinais têm sido uma prática muito comum na área médica, no campo da arte essa conduta ainda é pequena, embora se observe um aumento, nos últimos anos, de experiências que utilizam medições fisiológicas para a produção de obras de arte, performances, peças teatrais e de dança.

Os biosinais podem ser abordados por meio de descrições verbais, percussão e uso de ferramentas tecnológicas.

[...] As descrições verbais possuem alto impacto subjetivo, são baseadas em análise qualitativa (emprego de termos vagos e subjetivos). Já a percussão registra impacto subjetivo fraco e é baseada em análises qualitativa (ex.: a altura do biosinal comparado às notas musicais) e quantitativa (ex.: o comportamento pulsátil da pressão arterial). As ferramentas tecnológicas, por sua vez, não têm impacto subjetivo e baseiam-se em análise quantitativa (modelos matemáticos e análise estatística) (*ibid.*, p. 13).

A identificação e a análise dos biosinais podem ser feitas por meio de métodos diretos como a inspeção visual, a apalpação, a percussão e a auscultação, embora esses métodos diretos apresentem vários problemas por se basearem em uma impressão instantânea, restrita e subjetiva. O uso de ferramentas tecnológicas como, por exemplo, o dispositivo de *biofeedback*, que é construído a partir de um sistema de transdução<sup>18</sup> (ver figuras 1 e 2), amenizaria o problema (*ibid.*).

O desenvolvimento histórico das técnicas envolvidas na aquisição e processamento de biosinais na prática clínica é bem documentado (GEDDES; ROEDER, 2009; KANIUSAS, 2012). Dentre as ferramentas técnicas portáteis inventadas, o esfigmomanômetro mecânico se configura como o primeiro instrumento. Evolução de modelos criados no século XIX, modernizado no século XX, o esfigmomanômetro mecânico registra o pulso e a pressão sanguínea a partir de um sistema de compressão da artéria radial.

Pelo fato de os biosinais existirem em enorme quantidade e sua natureza ser muito complexa, lidar com eles é algo muito difícil. As dificuldades encontradas para identificá-los, a nomenclatura apropriada para descrevê-los, assim como o registro, a reprodutibilidade e a análise comparativa entre dois ou mais biosinais, são apontados como problemas fundamentais para o seu estudo e sistematização (*ibid.*; *ibid.*).

Há seis tipos de biosinais que possuem importância para o campo da interação humano-computador:

Tabela 2.1 - Biosinais úteis ao campo da interação humano-computador

Elétricos	Originados nos nervos e músculos.
Condutância elétrica	Oriundos da variação da condutividade elétrica da pele, particularmente da variação entre a resistência eletrodérmica e o potencial eletrodérmico.
Resposta galvânica da pele	Surgem de valores combinados da resistência na pele.

<sup>18</sup> Circuito capaz de transformar um sinal de entrada de natureza mecânica ou eletromagnética, por exemplo, som ou luz, em sinais elétricos de saída e vice-versa (Houaiss, 2019). Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#4>. Acesso em: 15 jan. 2019.

Bioimpedância	Fruto da resistência medida quando se aplica uma pequena corrente alternada ao tecido da pele.
Acústicos	Produzidos por sons criados por alterações no corpo, tais como fluxo sanguíneo, função cardíaca, ventilação nos pulmões, digestão e movimento que podem ser detectados com microfones.
Ópticos	Observados quando ocorre alteração nas propriedades ópticas de um organismo ou de uma parte do corpo, como, por exemplo, a saturação de oxigênio do sangue com base na reflexão ou na taxa do pulso provocada por alteração da cor da pele.

Fonte: Schmidt (2016, p. 77).

Os biosinais referidos anteriormente têm algo em comum: “...eles são capturados, ou convertidos, em uma série temporal de sinais elétricos que podem ser analisados segundo a sua conhecida relação com estados físicos ou psicológicos, tais como a fadiga e a ansiedade” (SCHMIDT, 2016, p. 76) (ver figuras 1 e 2).

Quanto aos sinais bioelétricos, estes normalmente são originados da atividade neural ou muscular e possuem diferentes amplitudes e frequências (de microvolt a milivolt). A constatação de que o corpo humano possui sinais elétricos tem sua origem no trabalho com sapos mortos desenvolvido por Luigi Galvani, no período de 1786 - 1791, no qual ele demonstra, por meio da ligação entre a atividade muscular e a eletricidade, ser esta última a força vital da vida. Em 1794, Alexander von Humboldt e Giovanni Aldini confirmam a descoberta de Galvani (ORTIZ *et al.*, 2011; SCHMIDT, 2016).

## 2.2 Classificação dos biosinais

Eugenijus Kaniusas (2012) destaca que a variedade quase ilimitada de biosinais do corpo humano torna praticamente impossível a classificação destes. No entanto, o autor utiliza três modos de diferenciá-los quanto à sua existência, natureza dinâmica e origem.

No que concerne à existência dos biosinais, há os permanentes e os induzidos. Os primeiros existem naturalmente no corpo humano, sem qualquer estímulo artificial, ou excitação de fora do corpo, e estão disponíveis em *continuum*. Os biosinais originados da atividade do músculo cardíaco são exemplos desta categoria. A segunda categoria, a dos biosinais induzidos, são:

[...] provocados, excitados ou induzidos artificialmente [...] e existem durante um período aproximado à duração da excitação. Isto é, assim que o impacto artificial é

terminado, o biosinal induzido decai com uma certa constante de tempo determinada pelas propriedades do corpo (*ibid.*, p.16).

Quanto a sua natureza dinâmica, temos os biosinais (*quasi*) estáticos e dinâmicos. Os biosinais (*quasi*) estáticos transportam informações em estado bastante regular e o fenômeno envolvido na ocorrência dos mesmos assinala mudanças relativamente lentas ao longo do tempo. Os biosinais dinâmicos, por sua vez, produzem mudanças significativas ao longo do tempo e “possuem processos dinâmicos que transmitem a informação fisiológica de interesse” (*ibid.*, p. 18). Kaniusas traz como exemplos a temperatura do corpo e as mudanças de cada batida da frequência cardíaca – a primeira, se observada em 24h, é um biosinal (*quasi*) estático, possui mudanças circadianas<sup>19</sup> relativamente lentas (a temperatura aumenta de manhã e diminui antes do início do sono); já a segunda, a frequência cardíaca, é um tipo de biosinal altamente dinâmico e seu curso está relacionado à oscilação da respiração.

Por fim, no que diz respeito à origem do biosinal, a classificação a seguir, proposta por Kaniusas, apresenta alguns dos biosinais mais significativos:

Tabela 2.2 - Proposta de Kaniusas para uma classificação básica dos biosinais do corpo humano segundo a origem dos mesmos

Elétricos	Gerados pela atividade dos neurônios ou ativação dos músculos.
Magnéticos	Produzidos por campos magnéticos induzidos por correntes durante a excitação elétrica, como, por exemplo, os campos magnéticos formados durante a excitação elétrica cardíaca.
Mecânicos	Frutos de deformações corporais ou vibrações locais da pele revelando dados fisiológicos como, por exemplo, um ciclo respiratório que provoca alterações na circunferência abdominal.
Ópticos	Causados pela absorção e dispersão da luz.
Acústicos	Ocasionados pelos sons corporais, tais como sons cardíacos correspondentes a fechamentos consecutivos das válvulas cardíacas e também sons de ronco, respiração e deglutição.
Químicos	Oriundos da composição química e suas mudanças temporais nos sólidos, líquidos e gases do corpo – exemplo: o curso típico do cortisol, conhecido como hormônio do estresse que, ao longo de 24 horas, registra um pico durante a manhã e cuja função é preparar o corpo para o despertar.
Térmicos	Ligados aos mecanismos heterogêneos de perda e absorção de calor no corpo.

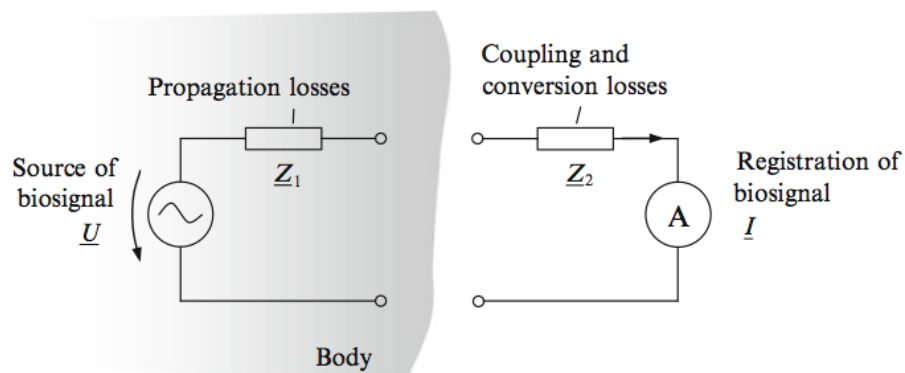
Fonte: Kaniusas (2012, p. 15-19).

<sup>19</sup> Relativas ao processo rítmico que ocorre nos organismos biológicos todos os dias, mais ou menos à mesma hora. Este processo sofre influência do ambiente ao qual o organismo faz parte, já que a luz, temperatura e estações do ano, por exemplo, o influenciariam (HOUAISS, 2019). Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#4>. Acesso em: 15 jan. 2019.

### 2.3 Representação do biosinal

Segundo Kaniusas, o processo de geração de um biosinal até o seu registro pode ser modelado como um circuito<sup>20</sup>, que é a base técnica do funcionamento de um sistema de *biofeedback*. As representações a seguir mostram dois modelos de circuitos que contêm as etapas do processo de geração, propagação, acoplamento e registro de biosinais do tipo **permanente** (figura 1) e **induzido** (figura 2), respectivamente, que valem para qualquer instrumento de medição.

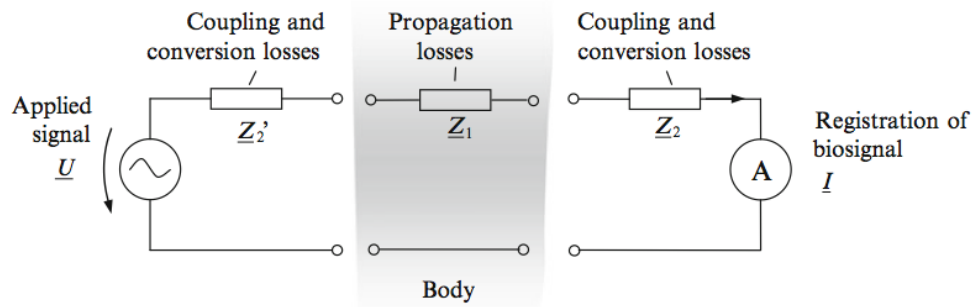
Figura 1 - Representação de um biosinal permanente sob a forma de circuito



Fonte: Kaniusas (2012, p. 3). O lado esquerdo do circuito mostra o sensor (eletrodo, estetoscópio etc.) em relação ao corpo, no qual:  $U$  (tensão): fonte do biosinal representada por uma fonte de tensão senoidal (embora a fonte de um biosinal, normalmente, apresente comportamento de uma onda não-senoidal, este pode ser representado como uma soma de funções senoidais (a decomposição é uma estratégia que facilita o cálculo matemático);  $\sim$ : biosinal (enquanto uma variação);  $Z_1$ : perda do biosinal em relação ao próprio corpo até a captação daquele pelo sensor. No lado direito do circuito,  $A$ : é o elemento de medição e registro do biosinal (qualquer que seja ele, podendo incluir um *display* em forma de gráfico ou som, por exemplo);  $I$ : corrente;  $Z_2$ : perda do sinal em relação ao elemento de medição e registro.

<sup>20</sup> “Designação comum a sistemas de circularidade fechada cujos efeitos se sucedem em conjunto aos componentes conectados que desempenham uma função específica. [...] Marca uma trajetória percorrida entre um ponto a outro, tendo como objetivo final o ponto de partida” (HOUAISS, 2019). Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#4>. Acesso em: 15 jan. 2019.

Figura 2 - Representação de um biosinal induzido sob a forma de circuito



Fonte: Kaniusas (2012, p. 3). Lado esquerdo: referente ao sensor, no qual tem-se  $U$  (tensão): fonte do estímulo aplicado;  $\sim$  : estímulo (enquanto uma variação). Centro da representação: corpo. Lado direito, A: é o elemento de medição e registro do biosinal (qualquer que seja ele);  $I$ : corrente.  $Z_2'$ ,  $Z_1$  e  $Z_2$ : referem-se à perda do sinal em relação ao sensor, corpo e elemento de medição e registro, respectivamente.

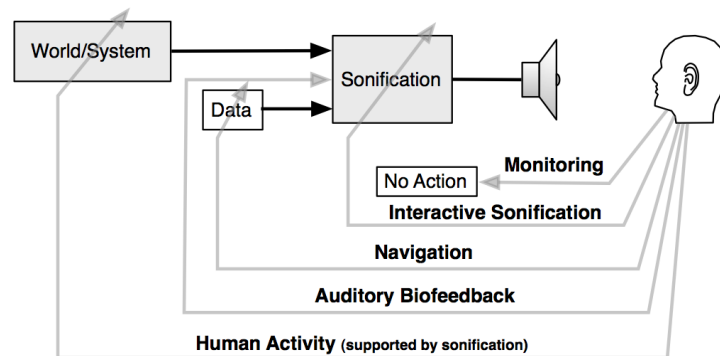
## 2.4 Sonificação e Visualização

A representação dos biosinais nos dispositivos de *biofeedback* é realizada por meio de uma técnica científica chamada sonificação cujo objetivo é facilitar a comunicação ou a interpretação em um sistema (HERMANN, 2008). Em síntese, a sonificação “é uma técnica que usa dados como entrada e gera sinais sonoros eventualmente em resposta à excitação ou acionamentos adicionais opcionais” (*ibid.*, p. 2).

Nos trabalhos de Thomas Hermann *et al.* (2006) e Thomas Hermann (2008), a sonificação é apresentada como um método científico bastante generalizante que não se limita à aplicação específica de mapeamentos de dados apenas para som e vice-versa (figura 3). A sonificação é introduzida como um método bem geral de mediação entre dados e som, mas que vale para qualquer outro tipo de representação. Assim sendo, na abordagem dos autores, os termos “sonificação” e “visualização” podem ser alocados a um mesmo nível de generalidade.



Figura 3 - Esquema ilustrativo de um sistema auditivo de *biofeedback* baseado em sonificação



Fonte: Hermann (2008, p. 6). O design do dispositivo é orientado pelas técnicas da sonificação que desenham estratégias que induzem gestos, movimentos, ações externas e internas ao corpo.

Embora exista diferença entre a sonificação (que tem como finalidade o uso sistematizado e objetivo do som) e a música (cujo propósito não é a percepção de padrões sonoros precisos produzidos pelos instrumentos, mas a apreensão poética subjacente ao todo), Hermann (2008) reforça que analogias entre ambas são possíveis, uma vez que tanto a sonificação quanto a música lidam com sons organizados e que, portanto, uma pode aludir à outra e vice-versa.

Um dispositivo de *biofeedback* convencional é modelado de maneira que a sua sonificação seja estruturalmente a mais parecida possível com a sonificação de uma tarefa que se pretende executar. Em vista disso, os modos de agenciamento que emergem da sonificação abrangem além do dispositivo e são impulsionados “pelo objetivo de mudar um estado universal de uma maneira específica. Por sua vez, os sensores que retomam a mudança podem levar à mudanças na sonificação” (*ibid.*, p. 7). Assim, um dispositivo de *biofeedback*: “[...] não está controlando uma sonificação autônoma com dados independentes, mas produz os dados de entrada para o sistema de sonificação. O usuário percebe um som que depende da sua própria atividade” (*ibid.*, p. 6).

A sonificação pode afetar o sujeito de forma consciente ou inconsciente e o som (ou imagem, ou ambos) auxilia a atingir um objetivo. Sinais consistentemente úteis devem ser apresentados pelo modelo da sonificação, de modo que o sujeito incorpore, instantaneamente, a atividade necessária para executar determinada tarefa. A outra via também ocorre, a sonificação pode fornecer sinais para ações que mudam o estado universal do sistema (*ibid.*).

## 2.5 Dispositivos de *biofeedback*

O *biofeedback* é definido como uma técnica (WEST, 2007), mas também como um sistema de retroalimentação que detecta, mede e avalia atividades corporais, tais como a eletrodermal, motora, cerebral, respiratória, cardíaca, entre outras (figura 4). O *biofeedback* foi originalmente desenvolvido para a área médica dedicada ao diagnóstico clínico e à reabilitação de pacientes (SCHMIDT, 2016).

West (2007) aponta que o campo de pesquisa sobre o *biofeedback* surgiu na década de 50, nos Estados Unidos, como o resultado de esforços da fisiologia, da psicologia e da engenharia de instrumentação. O americano Neal E. Miller (1909 - 2002), psicólogo experimental da Universidade de Yale, é reconhecido como o primeiro a utilizar técnicas de *biofeedback* para ensinar pessoas a treinarem e controlarem certos sinais atrelados a movimentos do corpo.

No contexto da arte, o *biofeedback* foi adotado pela primeira vez pelo compositor Alvin Lucier, pioneiro da música eletrônica experimental, para criar a obra *Music for Solo Performer* (1964 - 1965) (HOLMES, 2008; ORTIZ, 2011). Quando usados nas práticas da arte, os sistemas de *biofeedback* normalmente são projetados e criados pelos próprios artistas adotando-se principalmente biosensores comerciais. As primeiras utilizações dessa tecnologia na arte se alicerçaram em sistemas eletrônicos e, posteriormente, computacionais.

Sob o ponto de vista da medicina de reabilitação, *biofeedback* é um processo que permite que o indivíduo aprenda como controlar sua atividade fisiológica com o objetivo de melhorar a sua saúde e o desempenho físico. O controle é feito usando-se instrumentos que realizam medições fisiológicas por meio de biosensores que são associadas a representações visuais ou sonoras, ou ambas, de modo que o sujeito consiga correlacionar tais representações aos biosinais do seu corpo que estão sendo medidos, ou ao seu estado emocional ou mental (AAPB)<sup>21</sup>. Ou seja, o *biofeedback* é um sistema de retroalimentação no qual:

[...] a apresentação da informação fisiológica, em conjunto com mudanças no pensamento, nas emoções e no comportamento, dão suporte e orientam as mudanças fisiológicas desejadas; com o passar do tempo, as mudanças poderão acontecer sem que o indivíduo precise recorrer à utilização de um instrumento de *biofeedback* para ser orientado (AAPB)<sup>22</sup>.

<sup>21</sup> Fonte: Applied Psychophysiology & Biofeedback. Disponível em: <http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3463>. Acesso em: 21 mai. 2019.

<sup>22</sup> Fonte: Applied Psychophysiology & Biofeedback. Disponível em: <http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3463>. Acesso em: 21 mai. 2019.

Figura 4 - Esquema de um sistema de *biofeedback*



Fonte: West (2007, p. 12). Exemplo de um sistema de *biofeedback* no qual o indivíduo observa um cursor na tela do computador e, ao mesmo tempo, instrumentos avaliam as ondas cerebrais que são traduzidas em direções, fazendo o cursor se mover na tela do computador em tempo real.

Embora a eficácia do *biofeedback* seja reconhecida, a ciência não consegue explicar exatamente como, ou porque, é tão eficaz na reabilitação de pacientes. Por causa da falta de evidências científicas conclusivas, o *biofeedback* é adotado como uma forma alternativa de medicina (GALNA *et al.*, 2014).

Os dispositivos de *biofeedback* fundem corpo e tecnologia em uma única máquina que assume funções orgânicas que remodelam o corpo natural. Nesse caso, “a consciência corporal é amplificada de modo que se pode testemunhar, se não gerenciar, o funcionamento molecular dos processos corporais” (BALSAMO, 1995, p. 216). Anne Balsamo comenta que:

[...] tal fusão repousa sobre uma reconceitualização do corpo humano como uma figura de fronteira pertencente, simultaneamente, a pelo menos dois sistemas de significação previamente incompatíveis – o orgânico natural e o tecnológico cultural. No ponto em que o corpo é reconceitualizado, não como uma coisa fixa parte da natureza, mas como um conceito de fronteira, nós testemunhamos um cabo de guerra entre sistemas de significação concorrentes que inclui e, em parte, define, as batalhas materiais dos corpos físicos (*ibid.*, p. 215).

A integração biológica do corpo com a máquina ocorre via biosensores de superfície (eletrodos), alguns dos quais serão apresentados a seguir, tendo em conta a sua recorrência no campo da arte.

### 2.5.1 Atividade eletrodermal

A atividade eletrodermal (AED) se refere a todos os fenômenos elétricos, “incluindo todas as propriedades elétricas passivas e ativas que podem ser rastreadas na pele e seus apêndices” (BOUCSEIN, 2012, p. 2). A avaliação da AED é feita com base 1. nas mudanças que ocorrem nas propriedades de condutância elétrica da pele provocadas por estados emocionais; 2. na atividade das glândulas sudoríparas; e 3. nas alterações do sistema nervoso simpático (ORTIZ *et al.*, 2011; BOUCSEIN, 2012; SCHMIDT, 2016). Empregada na criação de índices psicofisiológicos e em pesquisas que focalizam a emoção e a tomada de decisão (BOUCSEIN, 2012; GARFINKEL; CRITCHLEY, 2013; RAMACHANDRAN, 2014), a AED também possui aplicação no campo da computação afetiva (PAIVA *et al.*, 2007).

Sendo indicativa do estado geral de excitação do sujeito, a AED é fácil de medir, bastante confiável e constitui a base do polígrafo<sup>23</sup> do detector de mentiras (ORTIZ *et al.*, 2011). Por vezes, a AED aparece associada ao uso de fMRI<sup>24</sup> visando um diagnóstico mais abrangente (BOUCSEIN, 2012).

Segundo S. N. Garfinkel e Hugo D. Critchley (2013), pouco se sabia sobre os mecanismos cerebrais envolvidos na geração e controle da AED em seres humanos. Todavia, pesquisas recentes de pacientes com lesões cerebrais leves usando técnicas fMRI correlacionadas ao uso de biosensores de AED ajudam a entender as regiões cerebrais implicadas na emoção, na atenção e na cognição de modo geral. Além disso, essas mesmas pesquisas permitem apontar os mecanismos pelos quais os estados de excitação corporal, indexados pela AED, influenciam não somente a cognição, mas também o comportamento motivacional (CRITCHLEY, 2002).

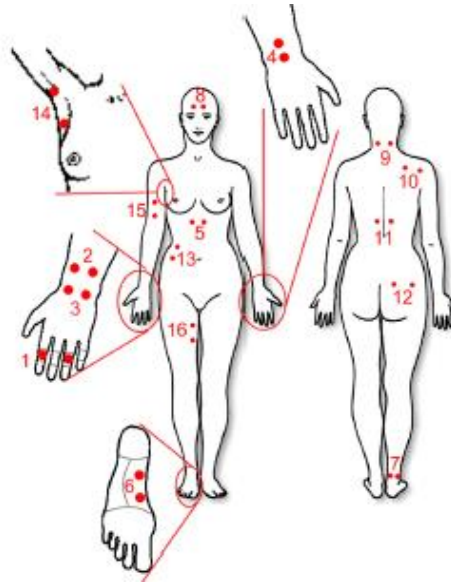
Os biosensores de AED são colocados, principalmente, na palma das mãos, ou planta dos pés (figura 5), sobre os quais uma pequena voltagem fixa é aplicada e medida. Se o sujeito for apresentado a estímulos estressantes, a condutividade de sua pele aumentará conforme as glândulas perspiratórias segregarem mais suor (ORTIZ *et al.*, 2011).

---

<sup>23</sup> “Aparelho que serve para registrar simultaneamente várias funções psicológicas e fisiológicas”. Fonte: HOUAISS. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#4>. Acesso em: 15 jan. 2019.

<sup>24</sup> Do inglês *Functional Magnetic Resonance Imaging*.

Figura 5 - Localização da medição da atividade eletrodermal



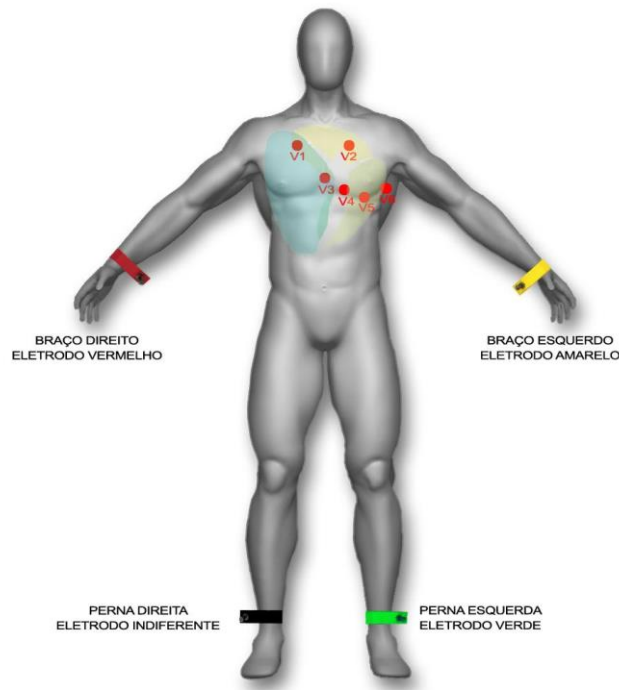
Fonte: Van Dooren (2012, p. 300). Pontos de detecção de excitação emocional e física: (1) dedos, (2) pulso distal, (3) pulso central, (4) pulso vertical, (5) peito, (6) pé, (7) músculo da panturrilha, (8) testa, (9) pescoço, (10) ombros, (11) costas, (12) nádegas, (13) abdome, (14) axila, (15) braço superior e (16) fêmur.

## 2.5.2 Eletrocardiograma

À medida que o coração realiza movimentos intermitentes de contração e dilatação, produz uma série de alterações no órgão, como mudanças no fluxo sanguíneo, na pressão arterial, na resistência e na frequência cardíaca. Alguns sinais elétricos que se originam dessas alterações podem ser medidos e avaliados por meio de eletrodos de eletrocardiograma (ECG) (CACIOPPO; TASSINARY, 1990a; 1990b; CACIOPPO *et al.* 2007) (figura 6).

No que diz respeito à frequência cardíaca, Haag *et al.* (2004) apresentam alguns indicativos como, por exemplo, o fato de que a diminuição ou o aumento da mesma podem ser indícios de esforço físico. Porém, se a frequência é constante, ou existe uma diminuição da variabilidade do batimento cardíaco, isso pode ser relacionado a um estado de relaxamento. Ainda, se houver um aumento da variabilidade, é indício de estados de estresse ansiedade.

Figura 6 - Áreas de detecção da atividade cardíaca



Fonte: Metramed. Disponível em: <http://www.metramed.com.br>. Acesso em: 21 mai. 2018.

### 2.5.3 Eletromiograma

O biosensor de eletromiograma (EMG) captura sinais elétricos<sup>25</sup> gerados pelo disparo de neurônios motores durante a atividade muscular isométrica<sup>26</sup> (SCHMIDT, 2016) (figura 7).

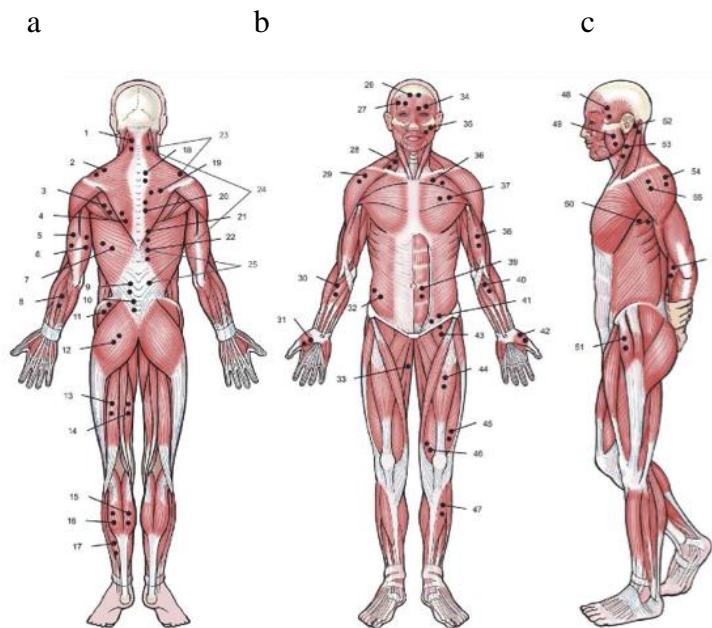
“O potencial de ação da unidade motora são os componentes individuais do sinal de EMG que regulam a habilidade de controlar os músculos esqueléticos” (DE LUCA; VAN DYK apud ORTIZ *et al.*, 2011, p. 5). O emprego da EMG no campo computacional é voltado ao controle de próteses, estimulação neuromuscular funcional e reconhecimento de gestos. Já as práticas artísticas têm utilizado a EMG para controlar parâmetros sonoros em interfaces experimentais (TANAKA, 1993; TANAKA; KNAPP, 2002) ou para movimentar sistemas robóticos, por exemplo.

<sup>25</sup> A amplitude elétrica deste tipo de sinal varia de 50  $\mu$ V a 5 mV e a frequência varre de 2 Hz a 500 Hz (SCHMIDT, 2016).

<sup>26</sup> Ação muscular que não desenvolve tensão, sem (ou com pouquíssima) contração do músculo. Fonte: HOUAISS. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2019.

Associada às técnicas computacionais, a EMG permite reconhecer gestos imóveis entre vários usuários (com volumes musculares diferentes), ao mesmo tempo, por meio da medição da tensão muscular global, independentemente do movimento de cada um deles ou dos gestos coordenados específicos (ORTIZ *et al.*, 2011).

Figura 7 - Aplicação dos eletrodos de EMG



Fonte: Noraxon. Disponível em: <https://www.noraxon.com/products/emg-electromyography/>. Acesso em: 21 mai. 2018. Posições anatômicas recomendadas para aplicação dos eletrodos de EMG baseadas em áreas de ossos dominantes e proeminências, ou de outras estruturas facilmente apalpáveis: (a) vista posterior, (b) vista frontal e (c) vista lateral.

#### 2.5.4 Eletroencefalograma

O eletroencefalograma (EEG) monitora a atividade elétrica da superfície do cérebro gerada pelo disparo de neurônios corticais – neurônios presentes no córtex cerebral, que é a camada mais externa do cérebro humano. Foi Hans Berger, um neurologista alemão, quem mediu esses sinais elétricos do cérebro humano pela primeira vez, em 1924, para os quais propôs, então, uma sistematização. Berger observou que, conforme os estados de consciência se alteravam, oscilações espontâneas e mudanças rítmicas eram registradas nos sinais do EEG (*ibid.*). Segundo Miguel Ortiz e colegas (2011), essas variações ficaram conhecidas como ritmos de Berger e, mais tarde, receberam outras nomenclaturas (figura 8).

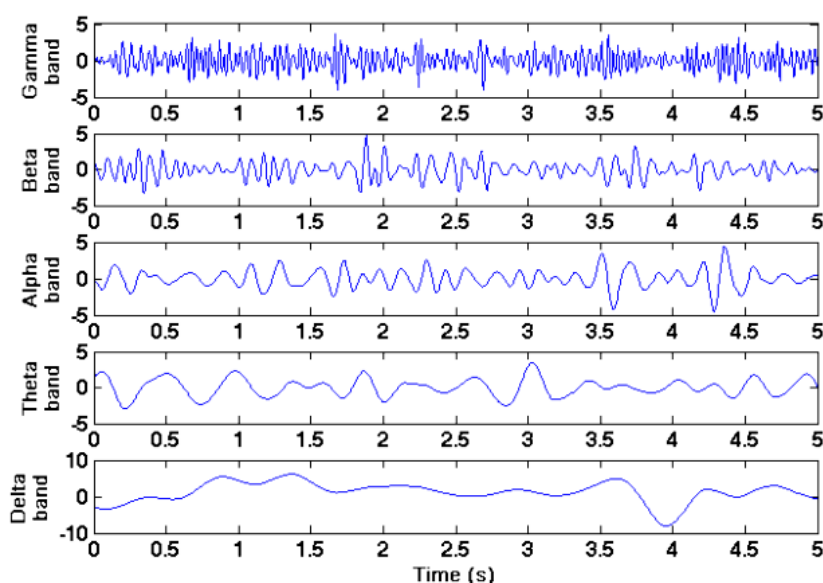
O EEG possui uma técnica bastante sensível que faz com que qualquer eletrodo colocado na superfície do cérebro detecte ondas geradas por um grande número de disparos de neurônios, cada uma delas com características peculiares que indicam diferentes processos cerebrais (figura 9). Esses biosinais são extremamente complexos, sua quantidade é imensa, o que resulta em um enorme montante de dados para a análise (ROSENBOOM, 1999).

Ortiz *et al.* (2011) apontam que as ondas cerebrais têm sido categorizadas, basicamente, em quatro grupos (ou bandas de atividade), a saber: *beta*, *alfa*, *teta* e *delta*, uma classificação pautada na frequência elétrica dos sinais. Contudo, Eduardo R. Miranda *et al.* (2003) ressaltam que tal categorização é controversa e que alguns pesquisadores reconhecem até seis diferentes bandas de frequência. Uma outra questão ainda é apontada por Ortiz *et al.* (2011): a frequência exata em que cada banda é categorizada, em relação às outras, pode apresentar discrepâncias de até 1Hz na literatura, ou seja, tal classificação não existe sem ambiguidades.

Sheer (1988), Rosenboom (1999), Miranda *et al.* (2003), Ortiz *et al.*, (2011) e Tavares (2011) fornecem subsídios para apresentarmos um resumo da categorização das ondas cerebrais obtidas via EEG:



Figura 8 - Exemplo de frequências de ondas cerebrais obtidas via EEG



Fonte: Abo-Zahhad *et al.* (2015, p. 48).

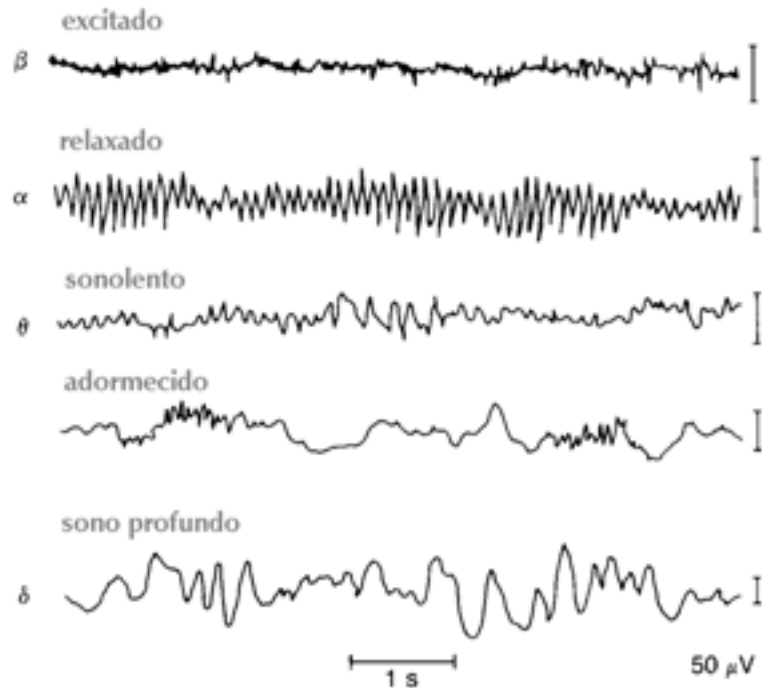
As ondas cerebrais do tipo *beta* são todas aquelas acima de 14 Hz e podem ser subdivididas em três categorias: 1. ondas *beta* lentas (15-20 Hz), que surgem do estado de vigília do cérebro associadas ao pensamento ativo, atenção ativa, foco em estímulos exteriores ou resolução de problemas concretos; 2. ondas *beta* médias (20-30 Hz), ligadas às tarefas cognitivas complexas, tais como conclusões lógicas, cálculos, observações ou *insights*; e 3. ondas *beta* rápidas (acima de 30 Hz), também conhecidas como banda *gama*, relacionadas a estados de hiperalerta, estresse, ansiedade e realização de tarefas motoras que exigem tempo-reação.

Os ritmos *alfa*, por sua vez, são ondas cerebrais de frequência entre 8 a 13 Hz, que se associam à consciência relaxada, falta de foco de atenção específica e estado zen de relaxamento e de consciência. Tornam-se mais intensas com os olhos fechados.

Já os ritmos *teta* (4 a 7 Hz) indicam que a consciência está em estado de sonolência, e são também associados ao inconsciente, à inspiração criativa e à meditação profunda. Trata-se de uma onda cerebral que é predominante em crianças de dois a cinco anos.

E, por fim, os ritmos *delta* (0,5 a 4 Hz) dizem respeito a oscilações periódicas fracas no cérebro e surgem em estado de sono profundo, sob influência de anestesia. Também estão presentes em crianças com menos de um ano ou em pessoas com doenças no cérebro.

Figura 9 - Registros eletroencefalográficos obtidos em paciente normal, durante excitação, relaxamento e vários estágios do sono



Fonte: Tavares (2011, p.2).

## 2.6 Interfaces cérebro-computador

As interfaces cérebro-computador (ICC) são uma emergente categoria de interface computacional que estabelece vias de comunicação entre o cérebro e dispositivos externos, com o objetivo de permitir que as pessoas se comuniquem sem o uso de qualquer atividade muscular. Uma ICC intermedeia respostas de processos neurais no cérebro que geram movimentos motores e processos cognitivos (BERGER et al., 2008).

Os artistas que trabalham com ICC adotam o tipo não invasivo de interface, ou seja, aquele que registra os sinais cerebrais a partir de eletrodos que são colocados no couro cabeludo, na superfície encefálica, baseando-se no método da eletroencefalografia. Nas ICCs, os sinais captados pelos sensores são traduzidos em comandos que operaram um monitor de computador de várias formas, mas também podem provocar eventos em outro tipo de dispositivo (BERGER et al., 2008; WOLPAW, 2002, 2010).

Uma ICC funciona a partir da relação entre a atividade neuronal do cérebro e o desempenho cognitivo – este último é parametrizado de acordo com uma variedade de métricas, tais como intenção, foco, atenção, excitação, afinidade, estresse, relaxamento, etc., que são consideradas, ou não, em função do tipo de sinal recebido (por exemplo, leva-se em conta a localização do eletrodo e sua frequência) (*ibid.*; *ibid.*; *ibid.*).

A título de exemplo, comentamos o funcionamento de uma ICC a partir da “intenção” do indivíduo. Essa intenção é codificada em sinais cerebrais que a ICC detecta, analisa e traduz em termos de um “comando” a ser executado – o resultado desse “comando” estará imediatamente disponível para o usuário, de modo que ele possa influenciar sua intenção posterior, gerando novos sinais cerebrais que codificam essa intenção – e assim por diante. Um exemplo mais concreto é o de uma pessoa que usa uma ICC para controlar os movimentos de um braço robótico: a posição do braço, após cada movimento, afeta a intenção para o movimento seguinte da pessoa e os sinais cerebrais dela que transmitem essa intenção. Nesse caso particular do braço robótico, a ICC faz por meio de sinais do cérebro o que seria feito por nervos e músculos (GRAIMANN *et al.*, 2010).

O que fundamenta a ideia anterior é o seguinte: as habilidades neurofisiológicas necessárias para promover “intenção” em uma pessoa, seja de qual nível for, são dominadas e mantidas por mudanças adaptativas iniciais e contínuas no sistema nervoso central. O que a ICC faz é capturar essas mudanças, em termos de atividade elétrica, e interpretá-las. Sendo assim, a operação de uma ICC ocorre na interação entre dois controladores adaptativos: o usuário, que gera sinais cerebrais que codificam a intenção, e o sistema ICC, que traduz esses sinais em comandos que realizam a intenção do usuário. A forma de operação da ICC é uma “habilidade” que o usuário deve adquirir e manter, e a dependência entre ambos é princípio fundamental de operação de uma ICC (*ibid.*).

As ICCs têm sido muito pesquisadas nos últimos 20 anos e, até recentemente, estavam restritas às áreas de diagnóstico clínico e de reabilitação, sendo usadas como tecnologia assistiva, auxiliando a restauração da comunicação e do movimento em pacientes com problemas neurológicos. Graças ao desenvolvimento de sensores de EEG de baixo custo, *softwares* capazes de analisar a complexa atividade cerebral em tempo real e a maior compreensão que temos do sistema nervoso central, incluindo as novas informações sobre a natureza e os correlatos funcionais dos biosinais do cérebro, assim como os métodos melhorados para gravar esses sinais, as ICCs têm se popularizado. No entanto, ainda estamos em fase de indagar quais seriam as reais possibilidades de aplicação desse tipo de interface para além do campo médico (WOLPAW, 2010).

Atualmente, é possível encontrar no mercado ICCs de uso pessoal destinadas a administrar a saúde emocional e cognitiva por meio de exercícios que foram especialmente projetados para melhorar a memória e a concentração, ou auxiliar no relaxamento<sup>27</sup>. Trata-se de dispositivos que usam sistemas de EEG acoplados à cabeça que monitoram os biosinais do cérebro e os enviam, via *bluetooth*, para um computador que, por meio de um aplicativo, utiliza esses padrões de ondas cerebrais para alimentar o exercício/sistema. Esse tipo de sistema opera com fluxo constante de *feedback* sonoro e visual em tempo real, o que permite comparar a performance no decorrer dos exercícios. A ideia aqui é aprender a gerir o estresse, a calma e o foco de atenção.

O mercado publicitário, o cinema e a pesquisa acadêmica também têm utilizado as ICCs para verificar como as pessoas reagem e se sentem em relação a um conteúdo que é mostrado a elas, sendo possível, nesse caso, saber o quanto e como elas se envolveram com ele, de modo a analisar o seu engajamento. Na área de entretenimento, as ICCs revolucionam o modo de interação com o ambiente virtual dos videogames, uma vez que é possível “espelhar”, via sistema sem fio, as emoções e expressões faciais do jogador no avatar que o representa, assim como movimentar objetos sem a ação muscular.

---

<sup>27</sup> Para saber mais, consulte: <http://www.choosemuse.com> e <http://neurosky.com>. Acesso em: 21 mai. 2019.

### 3 A TRADIÇÃO DO IMAGINÁRIO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DA MENTE

#### 3.1 Introdução

Desde épocas imemoriais, o homem quis saber o que se passa no interior de seu corpo. Ao mesmo tempo em que o complexo design da interioridade corporal é fonte de admiração e espanto, ele também desperta sentimentos de ansiedade, medo e repulsa (VAN DE VALL, 2009). Dois exemplos são trazidos para ilustrar esse sentimento dual: as imagens médicas baseadas em técnicas de criação de representação visual do interior do corpo humano, que têm como finalidade a análise clínica e a intervenção médica (JAMES; DASARATHY, 2014), e a videoarte *The Act of Seeing With One's Own Eyes* (1971), de Stan Brakhage (EUA, 1933-2003), que registra um processo de autópsia detalhado. Ambas abordam o mesmo tema.

Mas enquanto as imagens médicas nos fascinam porque representam aquilo que nos escapa à apreensão subjetiva e fenomenológica (ORTEGA, 2005), a videoarte de Brakhage desencadeia horror e vertigem, pois experimentar o interior do corpo humano *in locus*, além de ser tabu, induz a uma sensação de fragilidade e trauma físico devido à experiência de espelhamento, como se o próprio corpo estivesse sendo dilacerado e em inspeção cirúrgica.

Em seu livro *The life of the mind* (1981), a filósofa Hannah Arendt estuda a aparência das formas externas e internas do corpo humano. De acordo com ela, as formas externas são infinitamente variadas e altamente diferenciadas, o que torna possível distinguir um indivíduo de outro. Além disso, as características externas do corpo são organizadas segundo princípios de simetria e, por isso, aparecem em uma ordem definida, evocativa e agradável. Já os órgãos internos são de uma “monótona mesmice e feiura penetrante” (ARENDRT, 1981, p. 35) (figura 1), não constituem uma visão agradável aos olhos e, se forçados à visão,

[...] parecem ter sido agrupados impacientemente aos poucos e, a menos que deformados por doença ou por alguma anormalidade peculiar, têm a mesma forma nos seres da mesma espécie; nem mesmo as várias espécies animais, muito menos os indivíduos, são fáceis de se distinguir entre si pela simples inspeção das vísceras (*ibid.*, p. 29).

Para Renée Van de Vall (2009), essa dicotomia entre fascínio e horror tem origem no fato de que o corpo humano sempre foi visto a partir da noção de **dentro** e **fora**, segundo a qual “o próprio corpo humano tende, paradoxalmente, a assumir, embora se saiba que o que acontece no seu interior depende muito do que ocorre fora de seus limites” (VAN DE VALL, 2009, p. 2). Segundo a autora, o paradoxo dentro-fora ocorre porque a interocepção é muito difícil de se

experienciar e descrever – os movimentos internos do corpo, seus modos de expressão, capacidades e processos são, em grande parte, indisponíveis para conscientização e comando. Se comparada com a exterocepção<sup>28</sup>, que é precisa, diversa e sutil, a interocepção é qualitativamente fraca, ambígua quanto à sua localização e descontínua no espaço e no tempo (LEDER, 1992; VAN DE VALL, 2009).

Figura 1 - A arte anatômica de Gunther von Hagens



Fonte: Menzel. Disponível em: <http://menzelphoto.photoshelter.com/image/I0000KQCUC9NFTzQ>. Acesso em: 18 mai. 2018. Esculturas compostas por partes reais do corpo humano e partes plastificadas, integrantes da exposição *Bodyworlds*, uma exposição itinerante que percorreu o mundo e cuja primeira exibição foi em Tóquio em 1995. O anatomista desenvolveu uma técnica denominada plastinação (*plastination*) para preservar o tecido de seres vivos.

Para Van de Vall (2009), a conotação de ambiguidade despertou imensa curiosidade sobre o corpo humano, o que resultou no surgimento de todo um imaginário próprio ao longo da história. Nesse contexto imaginativo, diferentes ideias se desenvolveram a partir dos modos de ver, sentir e ouvir o interior do corpo humano. Na maior parte das vezes, tais modos de

---

<sup>28</sup> “Conjunto de sensações relacionadas ao exterior do corpo humano, tais como cheiros, gostos, sensações táteis, vibrações, sons e imagens visuais” (DAMÁSIO, 2011, p. 71).

inspecionar o corpo humano estiveram atrelados ao estudo da saúde, ou voltados a especular sobre a localização da consciência, das emoções e dos sentimentos ou, ainda, buscaram entender as dinâmicas internas que os regem (HAJAR, 1999, 2011; KANIUSAS, 2012; ZARSHENAS *et al.*, 2013).

Ainda que, desde a Antiguidade, o homem tenha se dedicado a essa tarefa especulativa sobre a interioridade corporal e, no decorrer da história, mudanças nas construções fenomenológicas do corpo tenham sido observadas, Van de Vall (2009) destaca que o sentido da interocepção, assim como o conhecimento que se tem dela, permaneceu praticamente o mesmo ao longo dos tempos, épocas e culturas. A autora destaca que esse quadro se altera somente no século XIX, radicalizando-se no século XX, com os avanços científicos que propiciaram o surgimento de tecnologias de inspeção do corpo.

O capítulo 1 apresentou as principais âncoras teóricas do século XX, e também algumas predecessoras, que ajudaram a sedimentar o programa de pesquisa contemporânea da mente corporificada. Neste capítulo, damos continuidade a essa revisão retomando ideias desenvolvidas dentro da tradição imaginativa sobre a interioridade corporal, que problematizam, sob diferentes perspectivas, a corporificação da mente. Os exemplos pertencem a momentos históricos variados da cultura ocidental e foram motivados pelo impulso que a biologia do corpo provoca a fazer correlações entre esta e certos processos mentais. Embora outros tipos de exemplos sejam comentados, priorizamos casos que se apoiam em desenhos diagramáticos.

### **3.2 Tradição grega e ideias subsequentes**

As ideias que se desenvolveram a partir da Antiguidade sobre a relação corpo-mente derivam principalmente dos preceitos de Platão (Grécia, 428 - 348 A.C.), de seu discípulo Aristóteles (Grécia, 384 - 322 A.C.), e dos médicos Hipócrates (Grécia, 460 - 370 A.C.) e Galeno (Grécia, c. 129 - 210). Platão já apontava que a melhor forma de investigar a relação entre o corpo e a mente seria através da determinação da natureza de dependência da cognição sobre a constituição do corpo físico (AUDI, 1999).

A Antiguidade foi berço de muitos estudos sobre o interior do corpo humano e os que se desenvolveram sob a tradição grega foram de imensa importância para a medicina, a psicologia e a filosofia. A relevância do legado grego para os estudos do corpo é destacada por Chris U.M. Smith (2014, p. 1), que diz que “todo pensamento ocidental é apenas uma série de

notas de rodapé daquela tradição”. De uma certa forma, as abordagens gregas do corpo humano se assemelham aos estudos modernos, uma vez que ambos tentam conectar fenômenos biológicos aos processos mentais, apoiando-se em uma visão holística (RICHET, 1910).

Segundo William Bynum (2008), alguns escritos de Hipócrates localizam no cérebro a consciência e outras funções mentais, mas, também, a alegria, a tristeza, o desânimo e as lamentações. Para explicar a associação entre corpo e mente, a tradição grega desenvolveu a teoria dos humores, ou humorismo, que estrutura o sistema da medicina grega e inspirou, não apenas fisiologistas e médicos, mas também filósofos, tendo essa teoria persistido até o século XIX (RICHET, 1910). Hipócrates e Galeno são considerados os pais do humorismo.

Segundo o humorismo, o excesso ou deficiência de um dos quatro fluidos corporais – bile negra, bile amarela, fleuma e sangue – influenciam o temperamento e a saúde. Cada um desses quatro fluidos corresponde a um temperamento: melancólico, colérico, fleumático e sanguíneo, respectivamente. As ideias do humorismo foram sistematizadas com base na crença de que as teorias da vida e as teorias da doença possuem um mesmo fundamento. Embora os humores tenham sido descritos e muito aplicados na área médica e filosófica, estes nunca foram identificados no corpo, pois não existem. Trata-se de uma classificação fantasiosa que considera, inclusive, dois humores que se quer existem no corpo, a bile negra e a fleuma, que são absolutamente imaginárias (*ibid.*).

Os estudos de Herófilo<sup>29</sup> (Grécia, c. 335 - 280 A.C.), que realizou profundas pesquisas anatômicas do sistema nervoso, foram baseados na dissecação, procedimento raro na Antiguidade, autorizado apenas em Alexandria. A prática da dissecação era proibida devido à crença de que o corpo era sagrado, a casa da alma. Essa ideia, segundo Rachel Hajar (2011), perdurou até o século XIX. Herófilo defendeu que o cérebro, e não o coração, continha a base da inteligência, das emoções e dos desejos, e conseguiu comprovar sua tese por meio da dissecação, ao mostrar que as vias sensoriais terminavam no cérebro. Tal constatação deu sustentação à ideia da centralidade do cérebro (HAJAR, 2011).

Enquanto Platão e Hipócrates viam o cérebro como sede da atividade psicológica, Aristóteles defendia que seria o coração o centro da emoção e de outras funções mentais, uma vez que, quando estamos ansiosos ou apaixonados, é no peito ou no coração, e não no cérebro, que experimentamos tais eventos. De fato, em termos de interocepção, é o coração que nos dá as maiores evidências de que estamos vivos. Aristóteles também associava o coração ao

---

<sup>29</sup> Médico reconhecido como um dos primeiros anatomistas (HAJAR, 2011).



sentimento de amor, por ser “ativo”, “dinâmico” e “quente”. O coração como enfoque das emoções e sentimentos foi uma das visões mais populares da Antiguidade e tornou-se muito comum entre os egípcios, os gregos e os árabes, tendo sido denominada como teoria cardiocêntrica (HAJAR, 2011).

A discussão sobre a sede das emoções e dos sentimentos perdurou por milênios e foi tema explorado não só por médicos e filósofos, mas também por escritores. Na peça *O mercador de Veneza* (1596 - 1599), Shakespeare faz menção ao problema através da fala da personagem Pórcia, quando a mesma indaga: “Dizer poderá alguém se o amor da cabeça vem? Se no peito se entretém? Respondei logo, respondei logo. Nos olhos nasce e se cria; cresce e morre a fantasia no leito em que viu o dia” (SHAKESPEARE, 2005, p. 62). Mais tarde, no século XX, mesmo conhecendo a importância do cérebro para os processos cognitivos, a ideia de prevalência do coração no processamento das emoções e sentimentos ainda permanece presente. No romance *Sra. Dalloway*, de Virginia Woolf (1925), a personagem Lady Rosseter, apesar de consciente do papel do cérebro, pergunta: “o que o cérebro importa em comparação com o coração?” (WOOLF, 1992, p. 176). O questionamento da personagem de Woolf reforça a impressão do predomínio da interocepção cardíaca na experiência emocional.

Embora a abordagem que focaliza o coração como centro das emoções e dos sentimentos fosse predominante na Antiguidade, outros enfoques surgiram. Por exemplo, os babilônios acreditavam ser o fígado o principal órgão do corpo e supunham que ele originava as emoções e os sentimentos; o coração, por sua vez, era considerado pelos babilônios o centro da mente; o estômago, o gerador da força e da coragem; e o útero a fonte do amor materno. Já o estoicismo, escola filosófica da Grécia antiga, acreditava que a alma humana estivesse difundida por todo o corpo (HAJAR, 2011).

Hoje sabemos que o coração é um órgão bombeador, e o cérebro, assim como o corpo como um todo e suas funções motoras, participam dos processos cognitivos. Comprovou-se que o coração e o cérebro são interdependentes e inter-relacionados, mas o cérebro exerce controle sobre a função cardíaca (DAMÁSIO, 2011).

### 3.3 Sinais vitais

Os sinais vitais – temperatura corporal<sup>30</sup>, pressão arterial (pressão sanguínea)<sup>31</sup>, frequência cardíaca (também pulso arterial ou pulsação) e frequência respiratória<sup>32</sup> – além de serem sustentadores da vida, indicam o *status* das funções essenciais que dão vida ao corpo. Suas medidas variam de acordo com a idade, peso, sexo e saúde geral, fornecem parâmetros para avaliar o estado físico e a saúde, e sinalizam doenças ou a recuperação de uma pessoa.

Hajar (1999), Eugenijus Kaniusas (2012) e Mohammad M. Zarshenas *et al.* (2013) ressaltam que a frequência cardíaca, desde tempos imemoriais, foi o biosinal mais empregado na prognose da saúde, tornando-se uma entidade clínica muito documentada e elemento principal na tradição dos estudos dos sinais vitais do corpo humano. Como o próprio termo já diz, trata-se de uma medida da frequência cardíaca, isto é, o número de vezes que o coração bate por minuto.

A medicina grega, mas também a tradicional iraniana, a chinesa e a ayurvédica, escreveram diversos tratados sobre a frequência cardíaca, relacionando-a a estados psicológicos e à experiência subjetiva. Erasítrato (Grécia, c. 310 - 250 A.C.), especialista no uso da frequência cardíaca no diagnóstico clínico, relacionava a pulsação do amante e seu comportamento à “doença do amor”, por ele descrita como a aceleração da frequência cardíaca na presença da pessoa amada (HAJAR, 1999; KANIUSAS, 2012; ZARSHENAS *et al.*, 2013)

Os sons do corpo também têm a nos dizer. Hipócrates foi um grande estudioso sobre o assunto e legou um importante tratado sobre a prática da ausculta direta, que influenciou a medicina por muito tempo (figura 2). O alcance do trabalho de Hipócrates pode ser visto muitos séculos depois, quando ele continuou a inspirar médicos europeus. O austríaco Leopold

<sup>30</sup> “A temperatura corporal normal de uma pessoa varia dependendo do sexo, atividade recente, consumo de alimentos e líquidos, horário do dia e, nas mulheres, tem relação com o estágio do ciclo menstrual. A temperatura corporal normal pode variar de 36,5 a 37,2 graus Celsius para um adulto saudável”. Fonte: Hopkins Medicine. Disponível em:

[http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular\\_diseases/vital\\_signs\\_body\\_temperature\\_pulse\\_rate\\_respiration\\_rate\\_blood\\_pressure\\_85,p00866](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular_diseases/vital_signs_body_temperature_pulse_rate_respiration_rate_blood_pressure_85,p00866). Acesso em: 28 mar. 2018.

<sup>31</sup> A pressão arterial diz respeito à pressão do sangue circulante na parede das artérias durante o trabalho realizado pelo coração bombeando sangue pelo sistema circulatório. Fonte: Hopkins Medicine. Disponível em: [http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular\\_diseases/vital\\_signs\\_body\\_temperature\\_pulse\\_rate\\_respiration\\_rate\\_blood\\_pressure\\_85,p00866](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular_diseases/vital_signs_body_temperature_pulse_rate_respiration_rate_blood_pressure_85,p00866). Acesso em: 28 mar. 2018.

<sup>32</sup> “A frequência respiratória é o número de respirações que uma pessoa tem por minuto. A taxa geralmente é medida quando uma pessoa está em repouso e envolve a contagem do número de respirações por um minuto, contando quantas vezes o peito sobe. As taxas de respiração podem aumentar com febre, doença e outras condições médicas. Ao verificar a respiração, é importante observar também se a pessoa tem dificuldade em respirar”. Fonte: Hopkins Medicine. Disponível em: [http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular\\_diseases/vital\\_signs\\_body\\_temperature\\_pulse\\_rate\\_respiration\\_rate\\_blood\\_pressure\\_85,p00866](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular_diseases/vital_signs_body_temperature_pulse_rate_respiration_rate_blood_pressure_85,p00866). Acesso em: 28 mar. 2018.

Auenbruger (1722 - 1809), por exemplo, baseou-se em Hipócrates para sistematizar uma técnica de percussão que correlacionava os sons do corpo e notas musicais (figura 3). Auenbruger associou a altura da nota musical a uma codificação qualitativa do biosinal, e o ritmo a uma codificação quantitativa. Essa ideia foi aplicada ao estudo do comportamento pulsátil da frequência cardíaca (KANIUSAS, 2012).

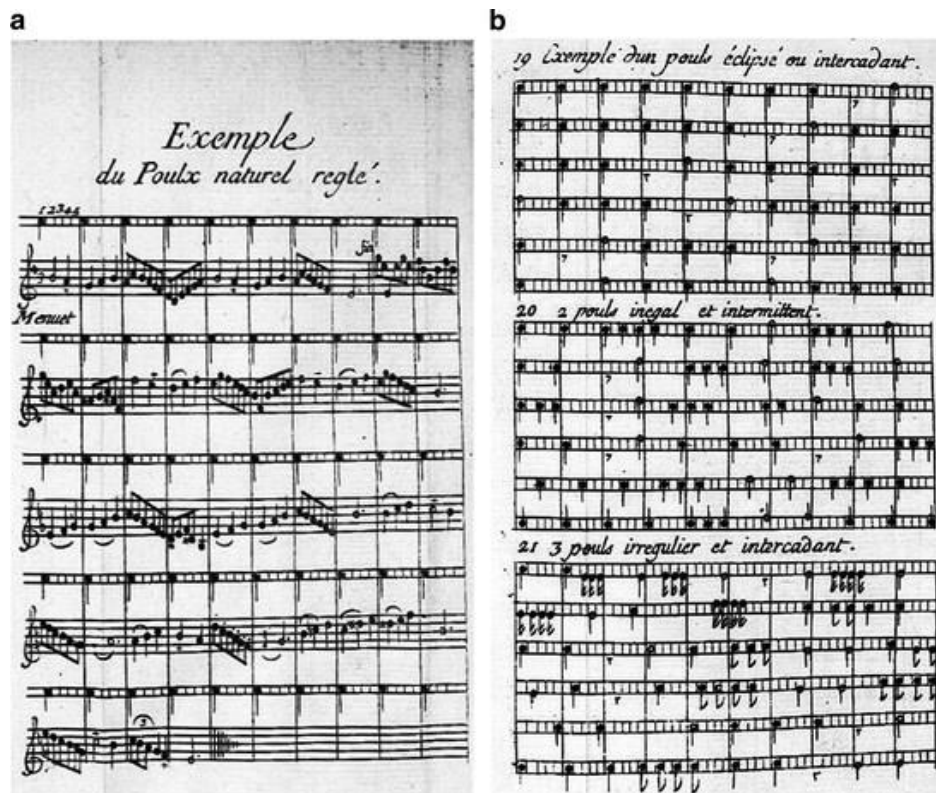
Figura 2 - *Hipócrates* (1959), Pintura de Robert Thom



Fonte: Thom (1950). Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Hippocrates-examining-a-child-a-painting-by-Robert-Thom-1950s\\_fig12\\_24040893](https://www.researchgate.net/figure/Hippocrates-examining-a-child-a-painting-by-Robert-Thom-1950s_fig12_24040893). Acesso em: 18 abr. 2018. A arte da medicina, construída com base no que se vê, sente e ouve no interior do corpo humano, teve seu apogeu na Grécia (500 A.C. - 500 D.C.) e deixou um legado que foi adotado por séculos. Hipócrates é apontado como o responsável por sistematizar o conhecimento sobre o interior do corpo humano que foi fundamental para a construção da medicina como ciência (DUFFIN, 2010; KANIUSAS, 2012).

Além dessa técnica, o austríaco criou uma outra que consistia em bater de leve com os dedos nas superfícies do tórax, costas ou abdome, para auscultar as estruturas subjacentes ao fígado, rim e baço, com vistas a avaliar as condições desses órgãos. Auenbruger chegou inclusive a criar uma classificação para descrever o "som do fígado", o "som do rim" e o "som do baço" sadios e doentes. Essa classificação tinha margem de acerto tão grande que o laudo fornecido por meio dela era posteriormente comprovado na autópsia (MURRAY; NEILSON, 1975).

Figura 3 - Correlação da frequência cardíaca com notas musicais



Fonte: Marquet *apud* Kaniusas (2012, p. 14). Figura a: pulso normal. Figura b: três pulsos anormais diferentes, a saber, de cima para baixo: pulso descontínuo, pulso intermitente irregular e pulso irregular que surge entre pulsos normais.

Os sons do interior do corpo humano provocaram interesse não apenas à classe médica. O poeta Rainer Maria Rilke (República Tcheca, 1875 - 1926), em seu ensaio *Som primordial* (1919), captura o fascínio que muitos artistas tiveram pelos fenômenos fisiológicos. No ensaio, Rilke manifesta o desejo de conhecer os sons primordiais do corpo humano e, para explorar essa possibilidade, desenha um sistema baseado em cilindros de cera fonográficos que, segundo ele, permitiria traduzir o som dos sulcos do crânio (ORTIZ *et. al.*, 2011). Apesar da ideia de Rilke nunca ter sido aplicada, ela é apontada por Miguel A. Ortiz *et. al.* (2011) como relevante por sua concepção e implicações artísticas e estéticas.

### 3.4 Galeno

Tendo como base a dissecação<sup>33</sup> e a vivissecação<sup>34</sup> de animais para o estudo de fenômenos fisiológicos, Galeno concluiu que o cérebro tinha quatro ventrículos cheios de uma substância destilada do sangue, a qual denominou **espíritos animais** (*spiritus animalis*) ou **pneuma** (*pneuma psychikon*) – trata-se, na verdade, de uma substância que o fisiologista supôs existir. Em síntese, os espíritos animais seriam o “sopro animador” ou “força criadora” que impulsiona todas as coisas. Tal ideia desempenhou um longo papel na história dos estudos da mente (PESSOA, 2011; SMITH, 2014). Ainda com base na dissecação e na vivissecação, Galeno conseguiu demonstrar que o cérebro controlava a voz, considerada por ele “a assinatura mais expressiva da alma” (SMITH, 2014, p. 3).

Outras duas estruturas foram descritas por Galeno e muito adotadas para a formulação de modelos de mente até o Renascimento: a **glândula pineal** e uma formação vermiforme<sup>35</sup>. A glândula pineal atuaria como uma válvula, projetando-se para cima do cérebro, para controlar o fluxo de espíritos animais entre os ventrículos (SMITH, 2014).

Os ventrículos cerebrais foram muito estudados por Galeno, que constatou que o cérebro trabalhava como uma bomba para ativar os espíritos animais dentro dos ventrículos, que, por sua vez, os fariam fluir ao longo dos nervos. O fisiologista e seus contemporâneos observaram que esse fluxo cerebral era lento. Smith acredita que esse fato, aliado à incerteza da localização da alma e à dificuldade na interpretação da função dos ventrículos cerebrais, alimentou todo um imaginário a respeito do fluxo dos espíritos animais e seu papel nos fenômenos mentais.

No modelo galênico, uma outra estrutura, o *rete mirabilis*, supostamente existente na base do cérebro, seria a responsável por transformar os espíritos vitais, substância presente no sangue, em espíritos animais, que, por sua vez, migrariam para os espaços vazios dos ventrículos para compor a imaginação e o intelecto. Para Galeno, o cérebro tinha participação mecânica na formação das atividades da mente e, basicamente, bombeava os espíritos animais ao longo do corpo (FINGER, 2005).

---

<sup>33</sup> “Seccionamento e individualização metódica dos elementos anatómicos de um organismo (ser humano, animal ou vegetal)”. Fonte: HOUAISS. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#31>. Acesso em: 15 jan. 2019.

<sup>34</sup> Dissecação de animais vivos para estudo de sua fisiologia.

<sup>35</sup> A glândula pineal foi utilizada no modelo de mente de René Descartes (1596 - 1650).

### 3.5 Arte da argumentação diagramática

#### 3.5.1 Teoria ventricular

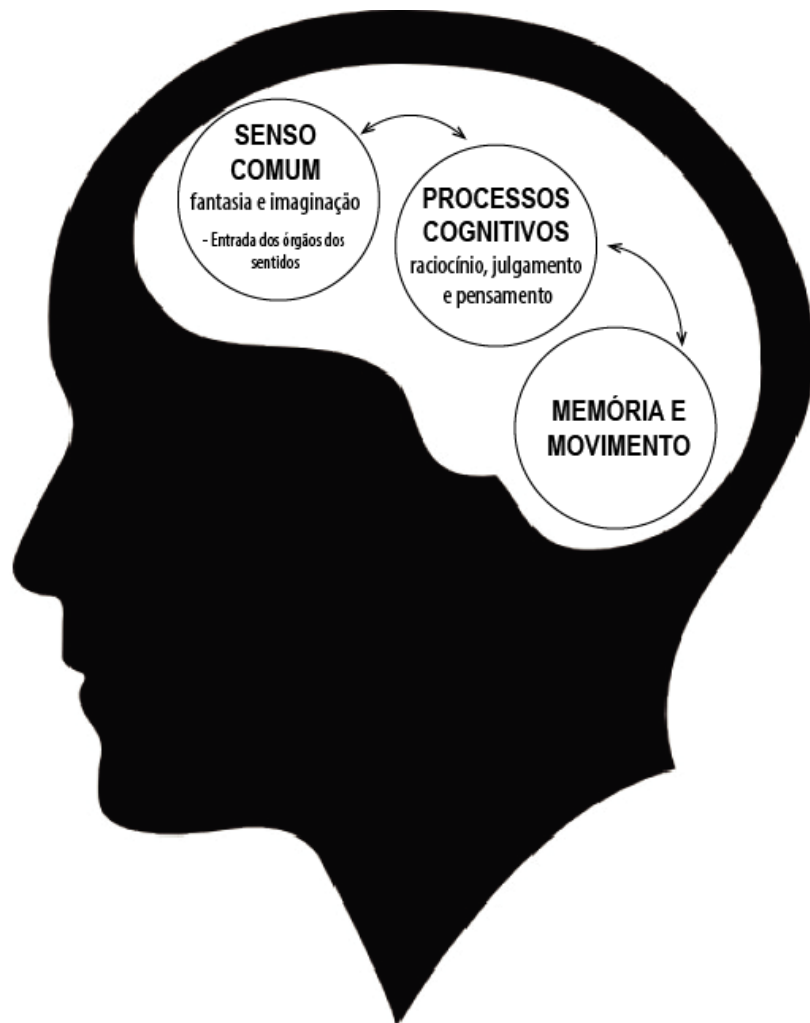
Acredita-se que a prática de designar as funções mentais aos ventrículos cerebrais foi iniciada por Herófilo (Grécia, 335 - 280 A.C.), em Alexandria, tendo sido aperfeiçoada durante o século IV por padres católicos como Posidônio de Bizâncio (c. 350), Santo Agostinho (Algéria, 354 - 430) e Nemésio de Emesa (Grécia, c. 390). Alicerçada nas ideias de Aristóteles e Galeno – por exemplo, na classificação das funções mentais do primeiro, que incluem a sensação e a memória; e nos estudos anatômicos da fisiologia pneumática (fluidos do corpo) e na teoria humoral do segundo (GROSS, 1997; FINGER, 2005) – a teoria ventricular, ou doutrina medieval das células, como ficou conhecida essa prática, tornou-se bastante popular e foi muito adotada sem grandes alterações até o Renascimento, quando, em 1543, Andreas Vesalius (Bélgica, 1514 - 1564) a contestou (PEVSNER, 2002; WHITAKER, 2007; SMITH, 2014).

A teoria ventricular parte do pressuposto de que os sentidos externos e internos formam juntos o poder sensitivo, a **alma** (BENNETT; HACKER, 2002), e que o *locus* da alma estaria nas cavidades da cabeça, nos ventrículos cheios de líquido, em vez de estar no tecido cerebral circundante, por ser a alma incorpórea (SMITH, 2014). Atribui-se a Nemésio a sistematização da versão da teoria ventricular que circulou do início da Idade Média até o Renascimento (O'NEILL, 1993; SMITH, 2014; VERBOON, 2014).

Por meio do emprego de uma combinação que aplica a teoria, a prática e a ideologia médica gregas, associadas à anatomia do cérebro, a teoria ventricular focalizou a compreensão da natureza imaterial da alma. Os primeiros modelos cognitivos fundamentados na teoria ventricular seguem o preceito de que o cérebro contém três ventrículos, cujas paredes teriam propriedades físicas que serviriam de canais de comunicação entre eles. O primeiro ventrículo, o anterior, abriga o **senso comum**, a **fantasia** e a **imaginação** – esta última, nesse caso, seria a “capacidade segundo a qual estamos aptos a produzir *imagens* ou *representações*” (SAES, 2010, p. 38, grifo do autor). Mais particularmente, no sentido aristotélico, **imaginação** é associada à “potência ou disposição complexa e ampla, com desempenhos relevantes no âmbito da memória, do desejo, da motivação, da linguagem e do pensamento” (SAES, 2010, p. 38). O segundo ventrículo, por sua vez, é responsável pela **cognição** e, o terceiro (posterior), hospeda a **memória** e o **movimento** (PEVSNER, 2002; NEMESIUS, 2006; SMITH, 2014). Charles G.

Gross (1997) traça a existência de um possível paralelo entre os três ventrículos e a Trindade – “dogma cristão que proclama a união de três pessoas distintas, Pai, Filho e Espírito Santo, em um só Deus” (HOUAISS, 2019)<sup>36</sup>. A figura 4 esquematiza, simplificadamente, o modelo cognitivo da teoria ventricular baseado em três células.

Figura 4 - Síntese explicativa da teoria ventricular



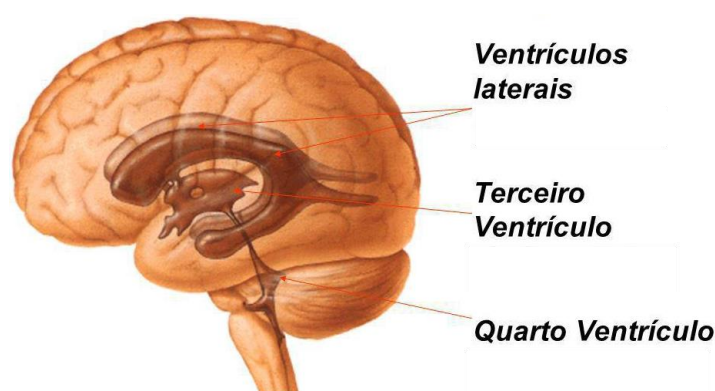
Fonte: Oliveira (2018, p. 85).

---

<sup>36</sup> Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2019.

Sob a perspectiva da anatomia cerebral contemporânea (figura 5), os **ventrículos**, ou cavidades, integram o **sistema ventricular** – na verdade, um conjunto de quatro cavidades interconectadas no cérebro nas quais o líquido, fluido cérebro espinhal, é produzido. O sistema ventricular é contínuo e conecta o cérebro ao canal central da medula espinhal a partir do quarto ventrículo, o que permite a circulação do líquido (TAMRAZ; COMAIR, 2006). A teoria ventricular medieval, entretanto, a depender do modelo cognitivo, considera, de modo geral, que o cérebro possui três ou mais áreas ventriculares.

Figura 5 - Anatomia do cérebro com destaque para os ventrículos cerebrais



Fonte: Morfologia humana sistema nervoso. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/87083>. Acesso em: 11 jul. 2018.

Além de ser entendida como um modelo explicativo da alma<sup>37</sup> (ou intelecto) – baseado em um processo dinâmico que possui três partes (ou cinco, se os desenhos forem inspirados nos escritos de Avicena<sup>38</sup>) –, a teoria ventricular também pode ser interpretada como um sistema de conduta médica que fornece um modelo padrão das funções cerebrais que atua, tanto como guia prático para a cirurgia, quanto como material explicativo dos distúrbios da cognição ocasionados por doenças (PEVSNER, 2002; WHITAKER, 2007; SMITH, 2014). Na opinião de Harry Whitaker (2007), a teoria ventricular encontra paralelos nas teorias modernas da neurociência cognitiva porque se dedica, igualmente, à localização das funções do cérebro e lida com questões de processamento estático e dinâmico dessas funções.

Enquanto Galeno não conferia aos ventrículos cerebrais diferentes funções, Nemésio considera que estes desempenham um papel fundamental na vida mental (NEMESIUS, 2006).

<sup>37</sup> Segundo a visão aristotélica, “a alma é efetividade primeira do corpo natural que em potência possui vida” (PESSOA JR., 2011, p. 2).

<sup>38</sup> Sábio persa que viveu entre 980 - 1037, escreveu tratados sobre o corpo humano.



Assim, ao propor uma atribuição formal às funções mentais, Nemésio implementa uma mudança de paradigma no modo de conceber a mente, pois, se antes as discussões sobre o tema centravam-se em questões metafísicas e filosóficas, a partir da teoria ventricular o foco passa a ser o campo da medicina, particularmente a anatomia e a fisiologia (VERBOON, 2014).

Patrick Tessman e Jose Suarez (2002) notam, contudo, que as interpretações da teoria ventricular – muito influenciadas por problemas ligados à psicologia, filosofia e religião – cristalizaram uma crença cega nos dogmas da antiguidade clássica construídos por Aristóteles e Galeno. Com o renascimento científico dos séculos XVI e XVII, a real natureza dos ventrículos do cérebro torna-se aparente e as ideias medievais são descartadas (SMITH, 2014). Todavia, a teoria ventricular teve a sua importância para a consolidação dos estudos sobre a relação cérebro-mente.

Tratando-se das primeiras imagens do cérebro criadas pela cultura ocidental, uma série de desenhos diagramáticos acompanham os textos que introduzem a teoria ventricular. Esses desenhos originaram várias escolas, tiveram bastante importância para a história dos estudos da mente, do desenvolvimento das ciências neurológicas, da prática médica, e se configuram como uma forma de arte pautada em uma linguagem diagramática. A arte da argumentação diagramática trabalha múltiplos aspectos da teoria ventricular e se constrói, de modo geral, por meio de desenhos que representam a cabeça humana com áreas demarcadas e textos esquemáticos explicativos.

Embora incorporem padrões da teoria ventricular, os desenhos diagramáticos apresentam variações no modo como as funções mentais e o fluxo de informações no cérebro ocorrem (PEVSNER, 2002; WHITAKER, 2007; SMITH, 2014). É possível verificar como os fisiologistas questionaram, por meio de esquemas, quais seriam as bases físicas da vida mental, se ela estaria localizada nos ventrículos cerebrais e nas substâncias ao seu redor, ou apenas dentro dos ventrículos; ou, até mesmo, se os espíritos animais seriam, de fato, a base da função psíquica (SMITH, 2014).

As divisões em células presentes na cabeça, representadas nos desenhos, ilustram cada um dos ventrículos que fazem parte do modelo cognitivo que é discutido (figura 4). Como será visto, encontramos desenhos de três a cinco células. Mas, de modo geral, a primeira célula está relacionada à entrada dos órgãos dos sentidos no cérebro que atravessam as outras duas células. As sensações oriundas dos sentidos produziriam imagens e, por isso, fantasia e imaginação foram frequentemente localizadas nessa mesma região. A segunda célula é a área onde os

processos cognitivos acontecem, como o raciocínio, o julgamento e o pensamento. Já a terceira célula ilustra o lugar da memória e do movimento do corpo (*ibid.*).

No final do século XV e início do século XVI, os desenhos diagramáticos dos ventrículos cerebrais foram adotados e adaptados em textos médicos, resultando em desenhos que combinavam a localização das faculdades cognitivas nos ventrículos com a anatomia ou patologias da cabeça humana. Muitas imagens desse gênero foram descobertas<sup>39</sup> e, a partir daí, investigações heurísticas e outros exames de como esses desenhos se relacionam com textos díspares possibilitaram interpretações mais completas (VERBOON, 2014).

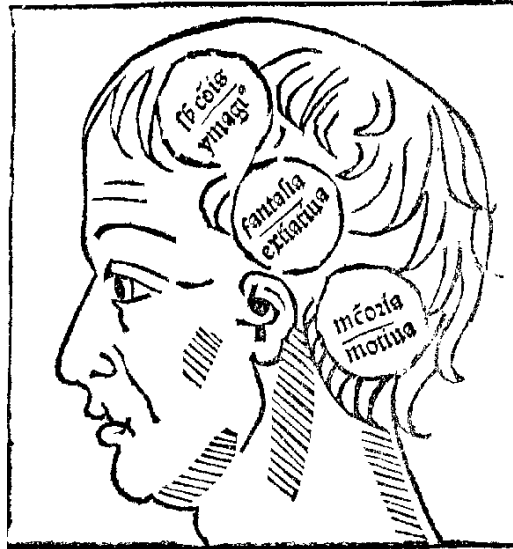
### 3.5.1.1 Desenhos diagramáticos com áreas ventriculares representadas por três células

A figura 6 apresenta um diagrama feito por um anatomista de Bolonha, em 1503. Ele retrata um arranjo celular clássico, baseado nas funções cognitivas aristotélicas (ver figura 4). Os três círculos mostram as seguintes funções do cérebro: o primeiro, na região da testa, alude à entrada sensorial comum (os sentidos) e à imaginação; o segundo, acima da orelha, diz respeito à fantasia e à apreciação; e, o terceiro, na parte de trás da cabeça, relaciona-se à memória e ao movimento (WHITAKER, 2007).

---

<sup>39</sup> Verboon (2014, p. 221) lista alguns: *Fasciculus medicinae*, de Johannes Ketham (Veneza: Johannes et Gregorius de Gregoriis, 1491); *Das Buch der Chirurgia* (Estrasburgo: Johannes Grüninger, 1497), de Hieronymus Brunschwig – o primeiro manual cirúrgico impresso em alemão; *Compendiosa capitis phisici declaratio*, de Johannes Peylygk (Leipzig: Melchior Lotter, 1499); *Tractatus de factura calve, sive cranei*, de Jacopo Berengario da Carpi (Bolonha: Hieronymus de Benedictis, 1518); *Antropologium de hominis dignitate, natura, et pro-prietatibus; de elementis, partibus et membris humani corporis* (Leipzig: Wolfgang Stöckel, 1501), escrito por Magnus Hundt; *Anatomiae, hoc est, corporis humani dissectionis pars prior*, de Johann Dryander (Marburg: Eucharius Cervicornus, 1537).

Figura 6 - Desenho diagramático feito por anatomista de Bolonha em 1503



Fonte: Whitaker (2007, p. 46).

O desenho de Alberto Magno (figura 7), no livro *Philosophia naturalis* (1506), mostra um esquema em três divisões do cérebro: **senso comum** e **imaginação**, localizados no ventrículo anterior; **fantasia** e **pensamento** (*cogitatio*), no ventrículo médio; e **memória** (*reminiscentia*), no ventrículo posterior (SMITH, 2014). Segundo Whitaker (2007), esse modelo era tão conhecido no final da Idade Média que Magno não precisou sequer nomear os três ventrículos.

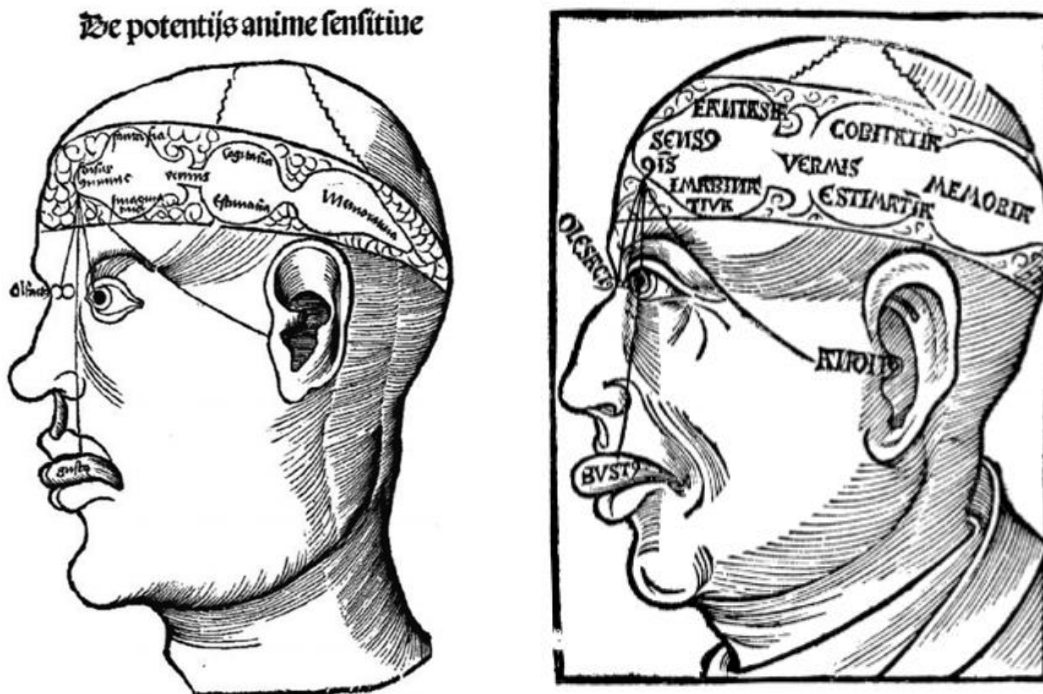
Figura 7 - Desenho de Alberto Magno em *Philosophia naturalis* (1506)



Fonte: Whitaker (2007, p. 46).

A figura 8a, presente em uma das primeiras enciclopédias modernas, a *Margarita Philosophica (Pearls of Philosophy)* (1503), apresenta *Os órgãos da alma sensível*, de G. Reisch. O desenho é mais uma interpretação da doutrina ventricular baseada em três células e foi muito copiado (ver figura 8b). Os órgão dos sentidos, visão, audição, olfato e paladar, ligam-se ao senso comum no primeiro ventrículo (ou célula), que também contém fantasia e imaginação. O *vermis* é o que conecta o primeiro ventrículo ao segundo, no qual encontramos o pensamento (cogitativa) e julgamento (estimativa); o terceiro ventrículo, por sua vez, é dedicado à memória (memoria) (GROSS, 1997). Gross observa que as ondulações em torno dos ventrículos talvez sejam uma representação da topografia do cérebro.

Figura 8a e Figura 8b – Respectivamente, *Os órgãos da alma sensível* de G. Reisch, em *Margarita Philosophica* (1503), e desenho de Reisch-Brunschwig (1525)

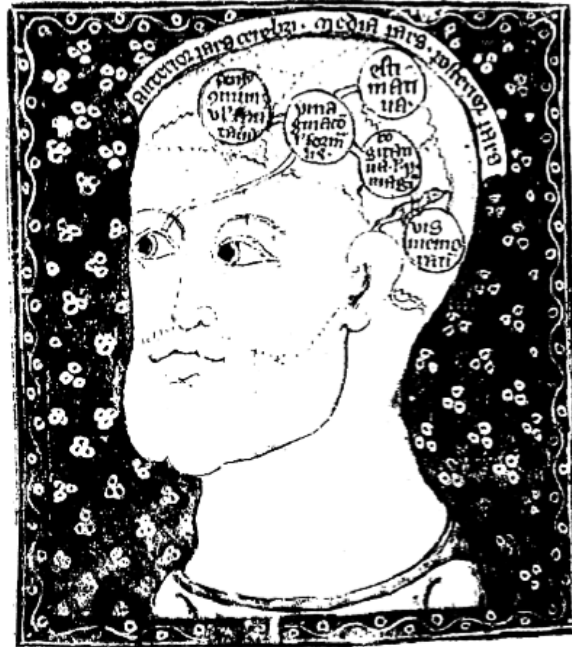


Fonte: Gross (1997, p. 12); Whitaker (2007, p. 50).

### 3.5.1.2 Desenhos diagramáticos com áreas ventriculares representadas por cinco células

O desenho de 1310 (figura 9) particiona o cérebro em cinco regiões. A ligação dinâmica entre a primeira célula relativa aos canais sensoriais e as demais células é feita com linhas duplas, segundo a tradição de Avicena, para enfatizar que existe um fluxo de informação ali presente. De modo geral, nos desenhos da teoria ventricular a ligação entre as células recebe a notação textual “*vermis*” (verme), porém, neste desenho, um verme com um pequeno olho é representado, de fato, para enfatizar o vínculo entre as duas últimas células. Ainda na segunda célula, encontramos a imaginação (ou formas) que, segundo Whitaker (2007), significa uma associação direta à ideia de imagem sensorial formal.

Figura 9 - Desenho segundo a teoria ventricular com cinco células, 1310



Fonte: Whitaker (2007, p. 50).

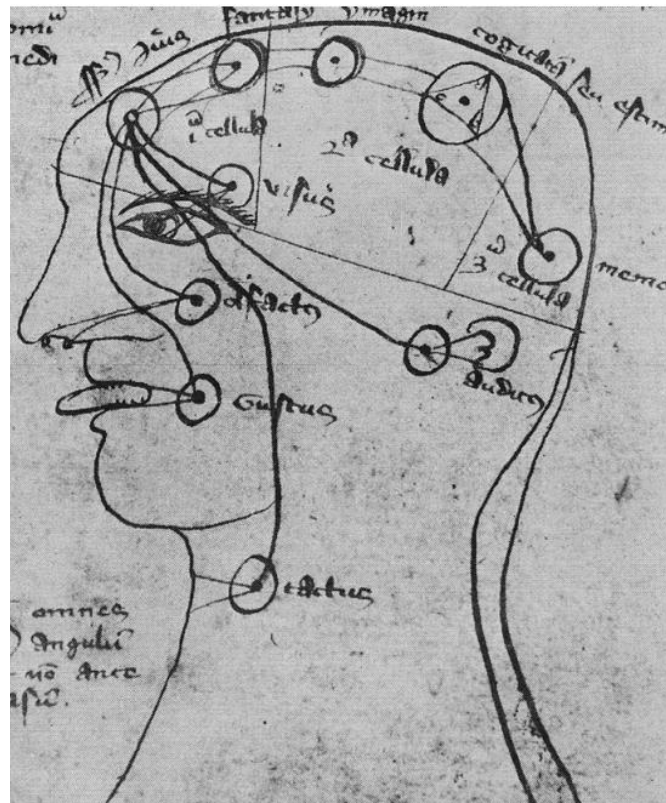
A *Anatomia da cabeça para médicos* registrada na figura 10, provavelmente copiada em 1347, é encontrada no tratado *De generatione embryonis*, do famoso médico árabe Avicena. Esse desenho é peculiar porque exhibe um modelo dinâmico dos processos cognitivos, reforçando o fluxo de informação no cérebro. No desenho, existem cinco células interconectadas, sendo que a primeira está ligada aos sentidos (olfato, paladar, visão, audição e tato), assim como nos diagramas de inspiração aristotélica, que contêm três células nas quais a primeira, por convenção, é dedicada à entrada sensorial comum aos sentidos (SMITH, 2014).

As quatro células seguintes correspondem à fantasia, à imaginação, à cognição e à memória. O esquema apresenta duas marcações verticais para distinguir as funções imaginativa e cogitativa (O'NEILL, 1993; WHITAKER, 2007; SMITH, 2014). A dinâmica dos processos cognitivos é retratada com linhas duplas que perpassam cada uma das células, evidenciando o fluxo de informação entre elas.

De acordo com Whitaker (2007), na teoria ventricular, as substâncias intangíveis, concebidas a partir das ideias de Aristóteles, formam a “imagem mental”, que é estimulada pela entrada dos cinco sentidos na primeira célula e emprega as funções fantasia ou imaginação

(segunda e terceiras células) para concretizá-la. Quando uma imagem interna passa para o terceiro “compartimento” do cérebro, a memória a armazena permanentemente. Esta seria a explicação aristotélica padrão sobre como as imagens mentais são criadas (O’NEIL, 1993; SMITH, 2014).

Figura 10 - *Anatomia da cabeça para médicos*, c. 1347



Fonte: Smith (2014, p. 9).

### 3.5.1.3 Desenho de Peter von Dresden para o texto *Parvulus philosophiæ naturalis*

De acordo com Annemieke R. Verboon (2014), o conjunto de lâminas que compõem o texto denominado *Parvulus philosophiæ naturalis*, que circulou em diferentes versões e quantidades de lâminas a partir do século XV, contém o maior número de desenhos de diagramas de ventrículos do cérebro que se tem notícia. Essa obra possui muitas cópias sobreviventes do século XV – um total de oitenta manuscritos, que é apenas uma fração do enorme número que foi produzido. Verboon acredita que *Parvulus philosophiæ naturalis* teve um papel muito importante na difusão do tipo iconográfico do diagrama de ventrículo cerebral

devido à alta taxa de desenhos que o texto apresenta e o fato de os primeiros exemplares serem relativamente antigos, datados de 1413, 1423 e 1438.

*Parvulus philosophiæ naturalis* é descrito por Verboon como um manuscrito medieval-tardio curto (20 páginas) que apresenta a filosofia natural e contém vários diagramas especialmente criados para ilustrar a discussão sobre *De anima*, de Aristóteles, uma obra dividida em três livros que discutem os problema da alma. *Parvulus philosophiæ naturalis* é um compêndio para estudantes que engloba tópicos da física e da psicologia cognitiva em voga naquele período. Por conta da extensão e obscuridade da ciência da natureza de Aristóteles, o livro medieval é considerado uma introdução ao filósofo grego:

[...] ideal para iniciantes e os que ainda não são especialistas em ciências naturais. Para que aqueles que começam a aprender a ciência de Aristóteles tenham um ponto de partida mais seguro e mais simples – este pequeno tratado, abreviado e frutífero, e contendo as flores mais ricas dessa ciência, foi composto desses mesmos elementos para os alunos que ainda não começaram a preparação sólida (ROSE *apud* VERBOON, 2014, p. 217).

Na cópia feita por Peter von Dresden (professor das Universidades de Dresden e Praga, nascido em 1365), o desenho diagramático (figura 11) aparece na parte inferior de um fólio de pergaminho, material usado para todos os tipos de experimentações com caneta (VERBOON, 2014). Embora o desenho aparente ser um esboço casual, Verboon observa que este não deve ser assim interpretado, pois trata-se, na realidade, de um diagrama elaborado e elegantemente executado cujas rubricas fazem dele um documento bastante especial.

É um tipo básico de desenho diagramático, mas com legendas muito mais elaboradas, que retrata cinco ventrículos cerebrais. A informação sensorial originada dos cinco sentidos externos (audição, tato, visão, olfato e paladar) segue para o primeiro ventrículo (senso comum), que determina uma região do cérebro responsável por reunir as diferentes percepções. A segunda célula tem a ver com a imaginação; a terceira, com a fantasia; a quarta, com o raciocínio; e, a última, com a memória (*ibid.*).

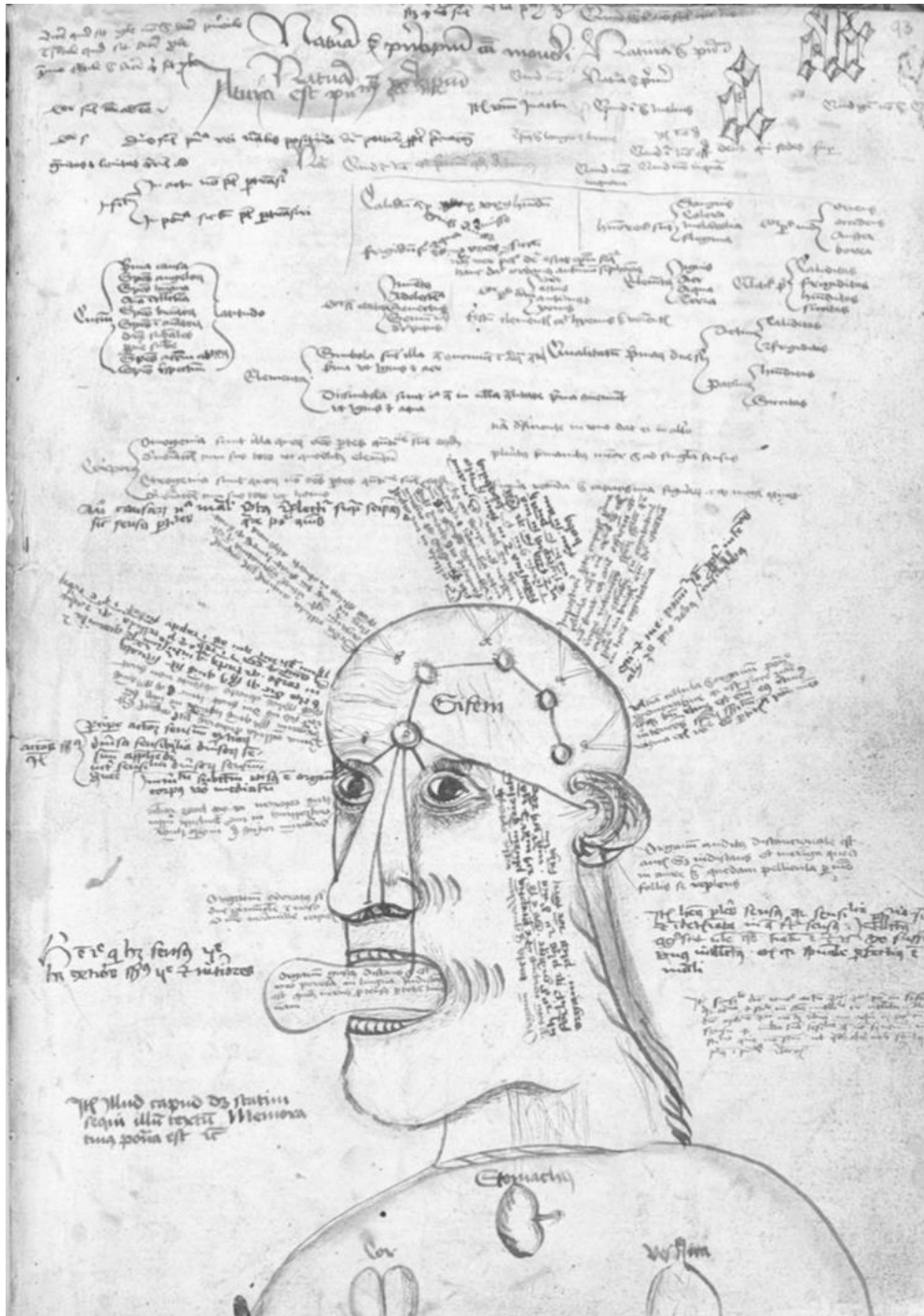
Verboon destaca um aspecto peculiar do desenho, a abreviação “SIFEM” no centro da cabeça. Segundo a autora, a expressão se refere à ordem dos sentidos internos, a saber: *sensus communis, imaginatio, fantasia, estimativa e memoria*. Neste caso, existe uma função didática, uma vez que a abreviação reça o papel mnemotécnico dessas imagens no cenário educacional no qual *Parvulus philosophiæ naturalis* se insere.

Embora a terceira parte do *Parvulus philosophiæ naturalis* aborde a alma, os sentidos e o intelecto, sob a perspectiva da teoria ventricular, e diagramas cerebrais apareçam regularmente anexados ao texto, dentre os quais o correspondente à figura 11, Verboon observa



que não há qualquer referência específica aos desenhos e especula se estes foram colocados antes ou depois no livro medieval.

Figura 11 - Desenho de Peter von Dresden para o texto *Parvulus philosophiae naturalis*, c. 1420



Fonte: Verboon (2014, p. 220).

### 3.5.1.4 Desenho ilustrativo para o livro *De Anima* (1491)

O desenho diagramático mostrado na figura 12 foi feito para ilustrar uma edição de 1491 do livro *De Anima*, de Aristóteles, que surge em associação à teoria ventricular criada por Nemésio (século IV)<sup>40</sup>. A imagem contém letras indistintas e quatro regiões demarcadas do cérebro que representam quatro ventrículos: *sensus communis*, *virtus cogitativa*, *virtus imaginativa* e *memoria*. A percepção e a imaginação encontram-se alocadas nos dois ventrículos anteriores, as habilidades intelectuais (raciocínio), no ventrículo médio, e a memória, no ventrículo posterior (BENNETT; HACKER, 2002). Essa localização foi defendida por Nemésio sob o seguinte argumento:

[...] A prova mais convincente é aquela derivada do estudo das atividades das várias partes do cérebro. Se os ventrículos frontais sofrerem algum tipo de lesão, os sentidos são comprometidos, mas a faculdade de inteligência continua como antes. Quando o meio do cérebro é afetado a mente fica perturbada, mas os sentidos permanecem com suas funções naturais. Se os ventrículos frontais e médio forem afetados conjuntamente, ambos inteligência e sentidos apresentam-se alterados. Se o cerebelo for danificado, segue-se apenas a perda de memória, enquanto os sentidos e inteligência não se alteram. Mas se os ventrículos frontais, o meio do cérebro e o cerebelo compartilharem o dano, a sensação, o pensamento e a memória, todos juntos, comprometem-se igualmente, resultando em perigo de morte para o sujeito. Além das lesões, esses fatos estão em evidência em várias outras doenças e acidentes, particularmente ligados à inflamação do cérebro. [...] Galeno descreveu alguns desses casos... (NEMÉSIO, 2006, p. 341-342).

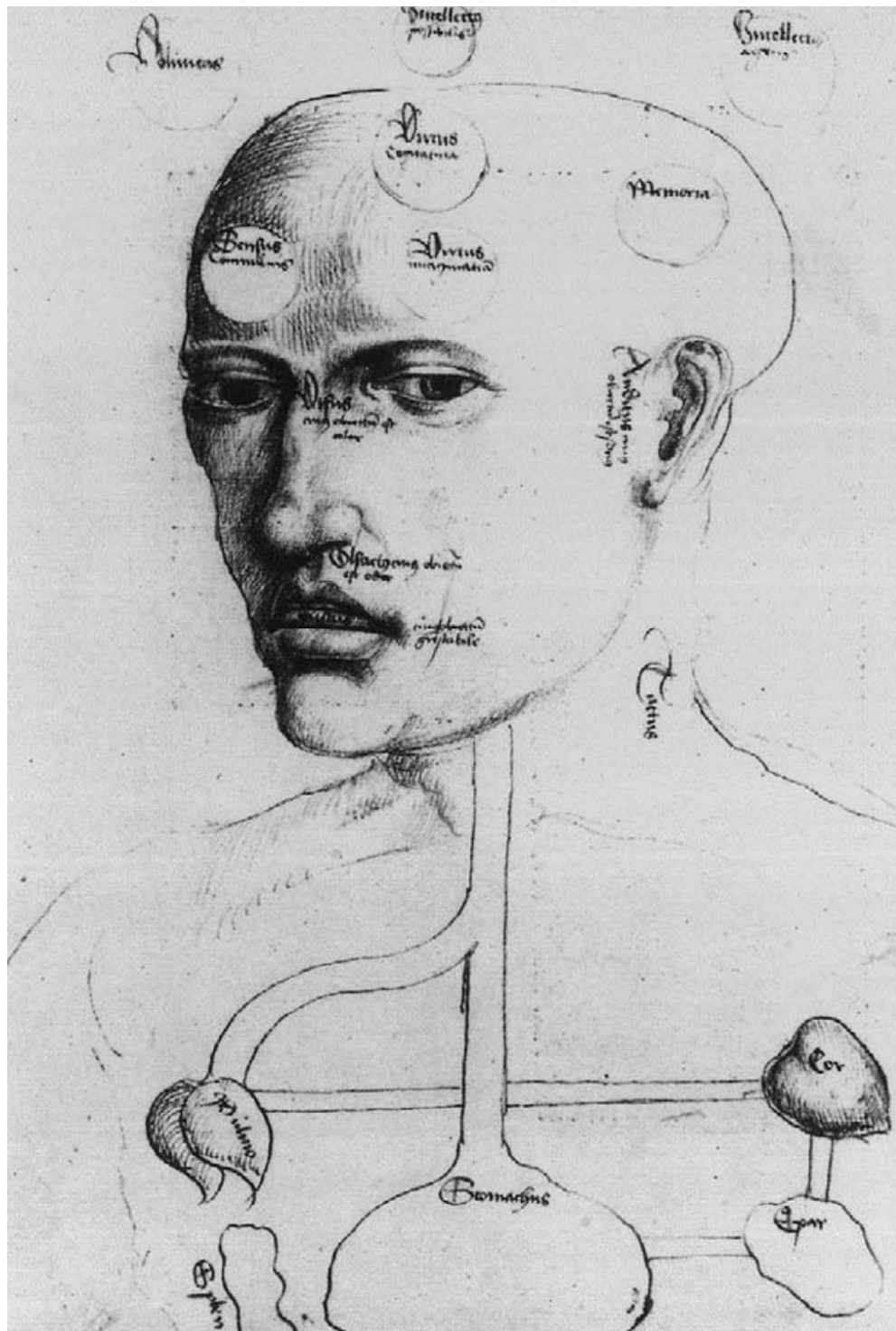
Sobre os ventrículos anteriores, Nemésio diz que:

[...] Como órgãos, a faculdade da imaginação tem, primeiramente, os lóbulos frontais do cérebro e do espírito psíquico neles contidos, depois os nervos impregnados de espírito psíquico que procedem deles e, finalmente, toda a construção dos sentidos. Esses órgãos dos sentidos são cinco em número, mas a percepção é uma e é um atributo da alma. Por meio dos órgãos dos sentidos e de seu poder de sentir, a alma toma conhecimento do que acontece neles (NEMÉSIO, p. 321, 2006).

---

<sup>40</sup> Bennett e Hacker (2002) mapearam como Nemésio concebe cada um dos ventrículos cerebrais e esse material serviu de guia para consultarmos a obra do fisiologista grego.

Figura 12 - Ilustração do século XV para a edição de 1491 do livro *De Anima*, de Aristóteles



Fonte: Bennett e Hacker (2002, p. 8). O desenho apresenta letras indefinidas e representações de quatro ventrículos que demarcam regiões do cérebro para as seguintes funções: percepção (*sensus communis*), habilidades intelectuais (*virtus cogitativa*); imaginação (*virtus imaginativa*) e memória (*memoria*).

Nemésio concebeu a alma em termos muito diferentes de Aristóteles e seus seguidores, pois era cristão, mas foi mais influenciado pelo neoplatonismo do que pela filosofia aristotélica.

Ele não concebeu a alma como a forma do corpo, mas como uma substância espiritual separada e indestrutível, ligada ao corpo em uma "união sem confusão" na qual a identidade de cada substância é preservada (BENNETT; HACKER, 2002).

Max R. Bennett e P. M. S. Hacker apontam na obra de Nemésio o trecho em que este explica a existência dos dois ventrículos posteriores.

[...] Por essa razão, ele (O Criador) fez ali dois ventrículos na frente, de modo que os nervos sensoriais que correm de cada ventrículo deveriam constituir os órgãos dos sentidos em pares. Era de seu abundante cuidado que os fazia em pares, de modo que, se ambos fossem afetados, o outro estaria ali para preservar esse sentido particular. Sim, e mesmo que uma criatura viva perca a maior parte dos órgãos dos sentidos, isso não é um prejuízo fatal para a própria vida. Mas quando o sentimento é comprometido, a criatura viva também perece. Sentir é o único sentido compartilhado por todos os tipos de criaturas vivas (NEMÉSIO, 2006, p. 332).

### 3.5.2 Doutrina meníngea

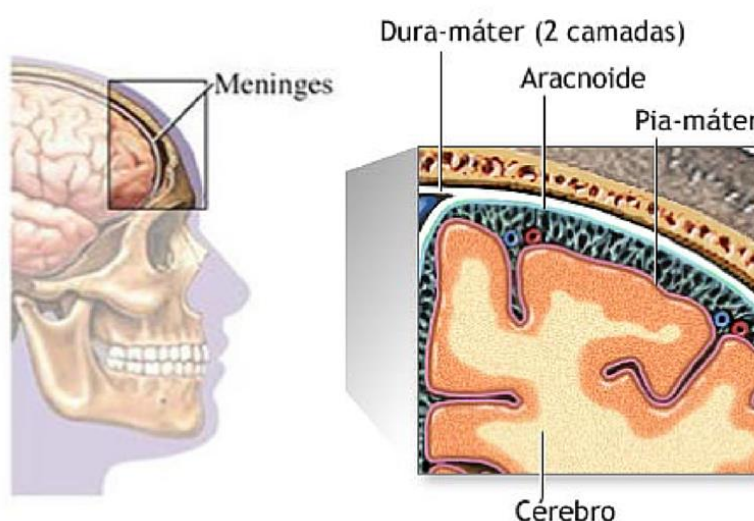
Ynez O'Neill (1993) diz haver uma visão da anatomia e da fisiologia do cérebro completamente diferente daquela que apregoa que o pensamento é uma função fisiológica regular e que a sua ideação ocorre abaixo do córtex cerebral, em câmaras chamadas células ou ventrículos, o equivalente ao que hoje conhecemos como sistema ventricular cerebral. Para a autora, uma abordagem alternativa não apenas existiu, mas também foi muito difundida, e permite ajustar e esclarecer alguns textos e ilustrações medievais, assim como crenças e procedimentos médicos e cirúrgicos daquela época que, até muito recentemente, eram incompreendidos. Assim sendo, uma revisão histórica dos estudos da mente do período medieval é proposta por O'Neill visando corrigir a impressão de longa data que difunde o predomínio da teoria ventricular.

Whitaker (2007) destaca a importância do trabalho de revisão de O'Neill que, para o autor, modificou consideravelmente nossa compreensão da doutrina medieval das células e da teoria ventricular, pois:

[...] O'Neill mostrou que, desde o século XII, houve uma segunda versão da doutrina medieval das células que localiza as funções cerebrais nas meninges ou no córtex cerebral, em vez dos espaços vazios presumidos dos ventrículos cerebrais. Isso é importante porque data teorias modernas da função cerebral cerca de 600 anos antes do que se acredita atualmente. Além disso, reconhecer uma variante de localização cortical da doutrina medieval das células leva-nos a reinterpretar muitos dos diagramas de células do décimo segundo ao décimo sexto séculos e a reanalisar certos relatos de casos de deficiências funcionais após danos cerebrais dessa época (*ibid.*, p. 46).

O principal argumento de O'Neill, segundo Whitaker, foi baseado na análise do desenho geométrico do cérebro e dos olhos, do século XII, mostrado na figura 14. A pesquisadora demonstrou que o desenho foi baseado em um procedimento de dissecação que evidencia a dura-máter, meninges e pia-máter (figura 13), que são estruturas que cobrem o cérebro – as funções cognitivas apareceriam no desenho alocadas nessas estruturas. Whitaker concorda que o argumento de O'Neill fornece “evidências convincentes de que havia um modelo competitivo para a doutrina ventricular, um modelo que colocava as funções cognitivas diretamente na substância cerebral” (WHITAKER, 2007, p. 47).

Figura 13 - Proteções do cérebro



Fonte: Olhar o cérebro. Disponível em: <http://olharocerebro.com/index.php/2016/01/10/protecoes-do-cerebro>. Acesso em: 11 jul. 2018.

O'Neill (1993) denominou como **doutrina meníngea** essa outra visão medieval de mente. De acordo com a autora, a doutrina meníngea foi de grande aceitação na Idade Média e propunha que as faculdades mentais do cérebro teriam uma localização meningocortical – uma localização extensa relacionada às meninges que cobrem o cérebro. O'Neill nota que uma característica original dessa explicação é que as células são colocadas ao longo da cabeça, e não, especificamente, no cérebro. Tal abordagem desenvolveu-se por volta do século XI e sua protoversão foi identificada pela autora em um tratado intitulado *De eodom et diverso* (c. 1116), de Adelardo (Inglaterra, c. 1080 -1152).

Utilizando terminologia náutica, Adelardo afirmou que certas partes da cabeça regulam determinadas faculdades mentais: a proa (testa), regula a imaginação; o meio, a razão; e a popa da cabeça (parte de trás), a memória. Em outra obra, *Quaestiones naturales* (c. 1121), um tratado escrito em forma de diálogo ciceroniano<sup>41</sup>, Adelardo refina essa localização e relaciona cada uma dessas faculdades a câmaras particulares que ele chama de células (*ibid.*).

A formalização proposta por Adelardo foi retrabalhada por William de Ockham (Inglaterra, 1287 - 1347) (WHITAKER, 2007). Empregando a mesma metáfora do navio, William relaciona a fantasia, a imaginação e a visão à célula localizada na proa da cabeça; *logistikon*, ou razão e poder do discernimento, à célula do meio; e memória, ou virtude retentiva, à célula na parte posterior. Conforme O'Neill (1993), William considera que:

[...] A célula da fantasia é quente e seca, e a virtude de ver e de entender usa essas qualidades para atrair formas e cores. A célula do meio é quente e úmida porque o poder do discernimento opera melhor em tal clima, e a sede da memória é fria e seca, já que essas são qualidades retentivas (*ibid.*, p. 213).

William fundamentou suas ideias na explicação tradicional da nutrição e nos princípios básicos da patologia humoral e sua proposta seria inovadora porque ele defende que:

[...] todos os nervos do corpo humano derivam das meninges e, portanto, essas membranas são chamadas de "maters" ou "mães". Os nervos sensoriais originados na pia-máter estendem-se anteriormente em direção às "janelas dos sentidos", enquanto os nervos do movimento voluntário, que derivam da dura-máter, se estendem posteriormente (*ibid.*).

Falemos agora de alguns desenhos inspirados na doutrina meníngea. A figura 14 apresenta uma representação geometrizada que é bastante característica do século XII. Os olhos são representados por dois círculos concêntricos e o nariz está na parte inferior entre ambos. A linha vertical central escura liga o nariz ao cérebro e indica o caminho olfativo. Já os nervos óticos são mostrados através de duas linhas que convergem no final da linha preta que indica o caminho olfativo, acima do qual encontram-se estruturas do nervo auditivo e da razão (O'NEILL, 1993; WHITAKER, 2007).

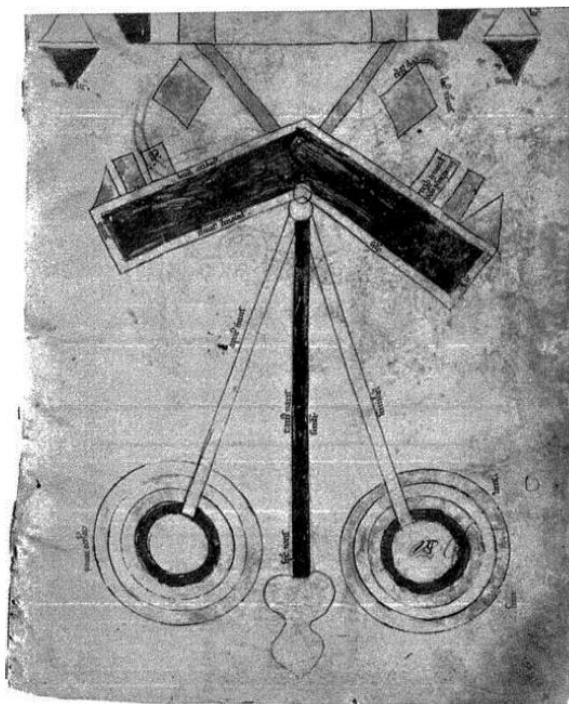
O ângulo formado pela bifurcação, acima da área escura, origina outros dois canais que levam até a barra superior do desenho, onde poliedros duplicados estão desenhados, tanto do lado esquerdo, quanto do direito. Eles indicam como as células funcionais nas meninges seriam exibidas na sequência de um procedimento padrão de dissecação. As funções da terceira célula,

---

<sup>41</sup> Tipicamente voltado aos problemas religiosos e filosóficos.

referentes à memória e ao movimento, são representadas como poliedros na barra na parte superior da imagem (*ibid.*; *ibid.*).

Figura 14 - Desenho diagramático geométrico das funções cerebrais, século XII



Fonte: O`Neil (1993, p. 233).

Um outro desenho serve de exemplo da representação da doutrina meníngea. A figura 15, retirada de um livro de 1537 de Johann Eichmann (Alemanha, 1500 - 1560), mostra um desenho em estilo renascentista nórdico, bastante peculiar, porque propõe um modelo de como se daria o controle motor em áreas da meninge e do córtex cerebral – estas são expressas nas marcações A, B, C, D, F, G e nos três compartimentos funcionais de forma oval, "VEN" (WHITAKER, 2007).

A dinâmica dos movimentos do corpo fluiria tanto da segunda célula, quanto da terceira (*motiva*). Particularmente na terceira célula existe a indicação em linha dupla da motricidade. Whitaker acredita que a terceira célula é associada à saída motora por causa do cerebelo e a sua firme estrutura de fibras localizadas nessa região. A terceira célula indica que essa área cerebral possui influência na fala e no paladar.

Com base no modelo cognitivo aristotélico, a entrada sensorial (olho) é associada à primeira célula, mas igualmente à segunda. Entre os olhos, Whitaker identifica a “rede

maravilhosa” (*rete mirabile*) de Galeno, que seria o ponto em que os **espíritos animais** se transformam em **espíritos** representantes das imagens sensoriais, da memória, entre outros. O modelo aristotélico segue a lógica de que, se os olhos estão na frente da cabeça, e estes originam os processos cognitivos, portanto, a memória, a fala e o movimento, deveriam ocupar os ventrículos posteriores (*ibid.*).



Figura 15 – Desenho de Johann Eichmann (1537)



Fonte: Whitaker (2007, p. 47).

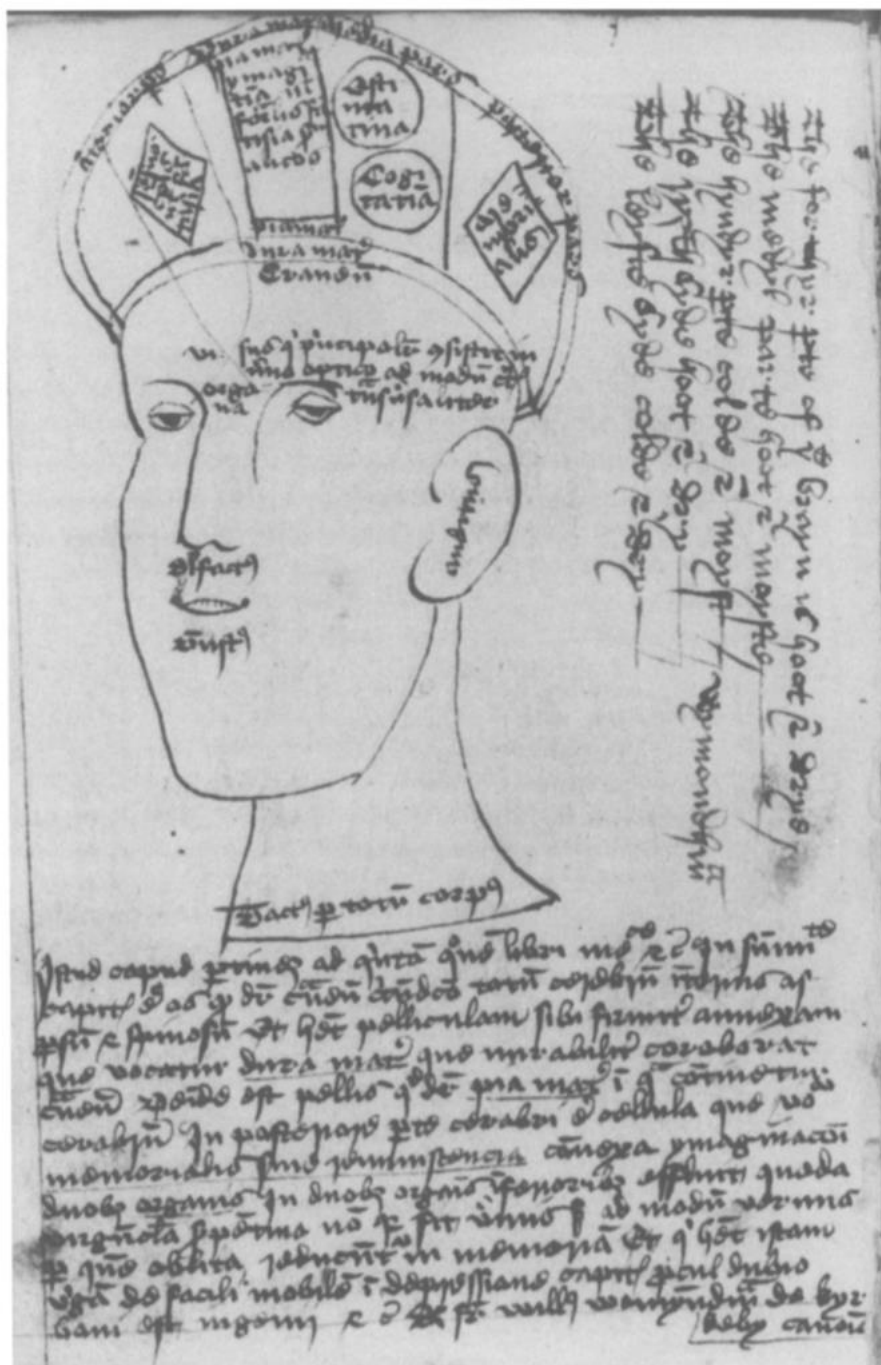
Já as figuras 16 e 17 são dois exemplos apresentados por O'Neill (1993) para ilustrar a doutrina meníngea. Os artistas que se dedicaram à execução dos desenhos, em vez de adotarem esferas para representar os ventrículos cerebrais, preferiram poliedros “dobrados”, para produzir o efeito de perspectiva do posicionamento das células na cabeça, como se estas tivessem a cobrir partes do córtex cerebral.

Figura 16 - Desenho de 1441



Fonte: O'Neill (1993, p. 235).

Figura 17 - Desenho do crânio e membranas cerebrais subjacentes, de 1410



Fonte: O'Neill (1993, p. 236).

### 3.5.3 *Disease Man* para o *Fasciculus Medicinae*, de Johannes de Ketham

O desenho (figura 18), nomeado *Disease Man*, faz parte de uma ilustração para o *Fasciculus Medicinae* (1491), um compêndio de seis tratados médicos medievais impressos, em volumes independentes e com temas bastante diferentes entre si<sup>42</sup>, que foram publicados em latim e originaram outras versões ao longo dos vinte e cinco anos posteriores à sua primeira publicação, em 1491, em Veneza, na Itália, pelos frades Johannem e Gregorius de Forlívio (TESSMAN; SUAREZ, 2002).

De acordo com Tessman e Suarez (2002), trata-se do primeiro material impresso a conter ilustrações anatômicas e médicas, embora versões manuscritas desse tipo de obra existissem anteriormente. A publicação é apontada pelos dois autores como de grande importância para o desenvolvimento das ciências neurológicas, uma vez que contribuiu, ainda que aos poucos, para a divulgação em maior escala de um certo conhecimento sobre o corpo humano e o cérebro.

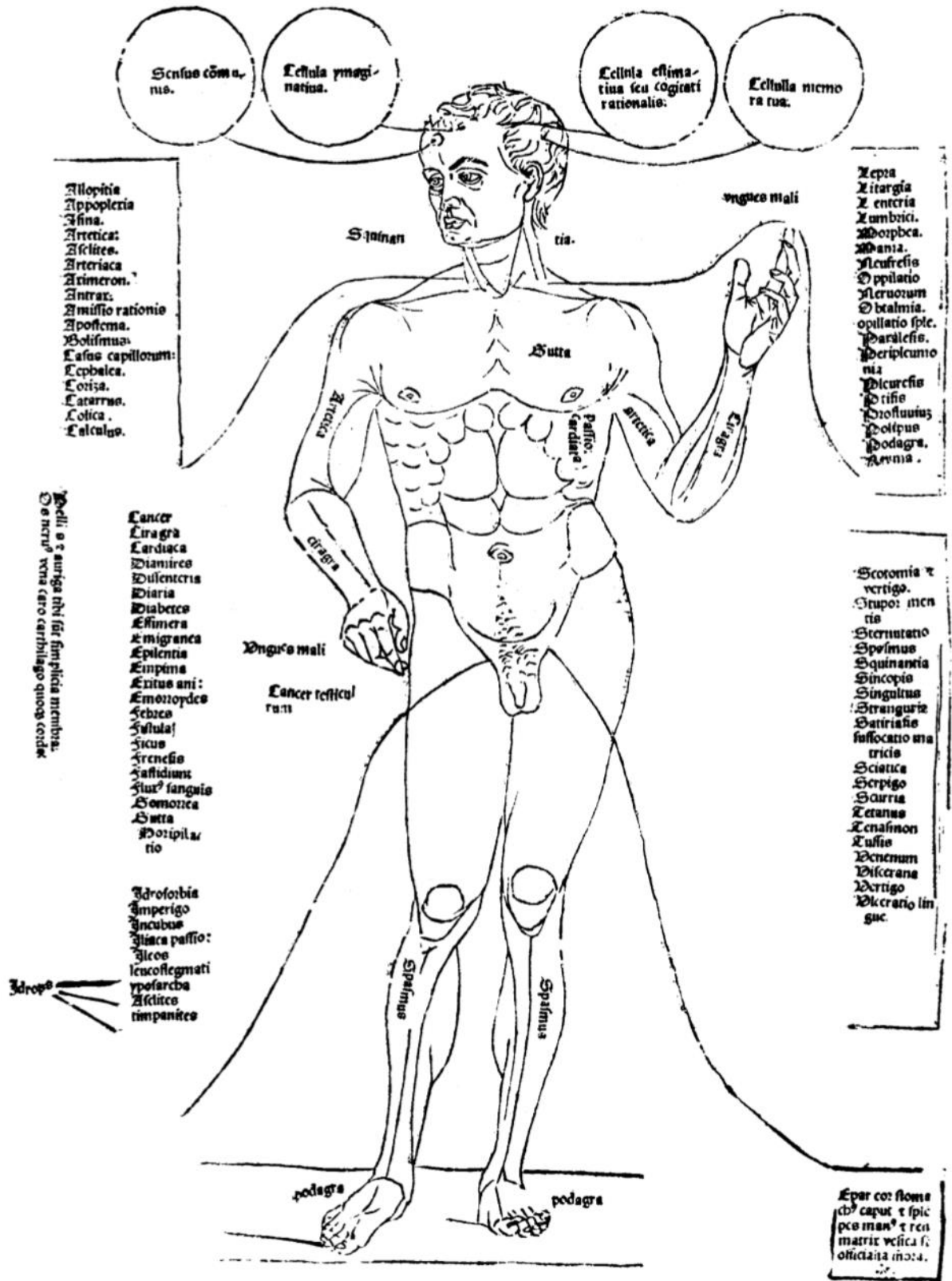
O fascículo possui dez ilustrações de página inteira feitas em xilogravura, dentre as quais a figura 18, que influenciaram muito vários artistas no ramo da ilustração médica nos anos que se seguiram à publicação da obra (*ibid.*). Quanto à iconografia da figura 18, a imagem mostra a cabeça em  $\frac{3}{4}$  de um homem com quatro ventrículos exteriorizados, ligados a ela por linhas que representam os chamados **sentidos internos** ou as quatro funções do cérebro: o senso comum (*sensus communis*), na primeira célula; imaginação/fantasia (*ymaginativa*), na segunda; intelecto (*cellula estimativa seu cognati*), na terceira; e a memória (*memorativa*), na última célula. Tessman e Suarez informam que a xilogravura foi feita por um artista, possivelmente da escola de Bellini, ou pelo próprio Gentile Bellini (Itália, 1429 - 1507) ou, ainda, talvez por Andrea Mantegna (Itália, 1431 - 1506). Os mesmos autores notam que o detalhamento dos músculos humanos da figura mostram forte influência do trabalho de Mantegna.

Ao contrário de outros desenhos que retratam a cabeça em perfil, este inclui o corpo, o que vem expandir o modo de representação da mente para além do cérebro. O desenho representa uma visão holística da mente, e do modo como ela funciona, ao mostrar como o ser humano, como um todo, e em sua relação com o ambiente, adquire e processa informação sobre o mundo.

---

<sup>42</sup> Os fascículos organizam um amplo espectro de conhecimentos e técnicas médicas medievais europeias sobre o tratamento de doenças e ferimentos, dissecação e saúde das mulheres, além de astrologia. *Fasciculus Medicinae* é apontado como o primeiro tratado médico impresso (TESSMAN; SUAREZ, 2002).

Figura 18 - *Disease Man* para o livro organizado por Johannes de Ketham



Fonte: Tessman e Suarez (2002, p. 1966).

### 3.5.4 Modelo ventricular mecânico de Leonardo da Vinci

Os estudos anatômicos de Leonardo da Vinci (1452 - 1519) são exemplos fascinantes de resultados que fundem arte e ciência e cuja amplitude inspira a criação de abordagens interdisciplinares para investigar a relação corpo-mente-ambiente. Da Vinci criou um modelo próprio de mente que é explicado a partir de desenhos que apresentam os mecanismos da fisiologia dos cinco sentidos com o objetivo de fornecer explicações físicas de como o cérebro processa a informação sensorial e a integra à alma (PEVSNER, 2002).

Pevsner destaca a importância da pesquisa anatômica de da Vinci para a época e relaciona os seus métodos aos dos cientistas da atualidade. Enquanto estes últimos são especialistas e reducionistas, o artista buscou entender todos os aspectos do cérebro, de sua estrutura à sua função, dedicando-se inclusive a compreender a relação dos sentidos com a alma.

O método investigativo de da Vinci baseava-se em um método empirista próprio e no estudo de tratados anatômicos, tais como os de Galeno e os de Avicena. O artista também adotava a anatomia comparada via dissecação de animais e sistemas experimentais vantajosos, baseados, por exemplo, no estudo do sistema olfativo de um leão por ele ser maior em relação à escala humana; ou no estudo do olfato por meio da potência do almíscar, cujo odor é sentido a quilômetros de distância (*ibid.*).

Segundo Pevsner, os recursos adotados nos desenhos de da Vinci para criar modelos explicativos das funções do cérebro não tiveram precedentes. A figura 20 representa a base física da fisiologia sensorial através da qual o cérebro interpreta estímulos e faz a mente funcionar. O texto que acompanha o desenho é um roteiro explicativo, cuja ortografia encontra-se em escrita espelhada, uma notação característica de da Vinci. O sistema de *épura*<sup>43</sup>, mostrado na parte de baixo da figura, é adotado para representar a perspectiva do seccionamento e reforçar a visão tridimensional dos ventrículos e canais sensoriais e, portanto, melhor esclarecer o modelo explicativo (SMITH, 2014).

As camadas que cobrem o cérebro são mostradas no desenho e comparadas por Pevsner (2002) com as camadas de uma cebola (ver figura 21). Vemos também três ventrículos cerebrais

---

<sup>43</sup> “Representação, num plano, de qualquer figura tridimensional, mediante projeções ortogonais de sua elevação, planta e perfil” (HOUAISS). Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2019.

representados, que são nomeados como **imprensiva** (ventrículos dianteiros emparelhados), **senso comum** (ventrículo do meio) e **memória** (ventrículo posterior). Da Vinci usou o termo *imprensiva*<sup>44</sup> para descrever a estrutura ventricular cerebral anterior que faz a mediação entre os órgãos dos sentidos e o senso comum. Nesse modelo, o senso comum seria o *locus* da alma, a memória o seu monitor e a *imprensiva* o padrão de referência, segundo as notas do próprio artista (SMITH, 2014).

O que torna o desenho de da Vinci notável, de acordo com Pevsner (2002), é que ele descreve a função ventricular em termos mecânicos, assunto esse de grande domínio do artista devido a seus exaustivos estudos de física e engenharia. O modelo ventricular mecânico de da Vinci pode ser assim explicado:

[...] Uma vez que um estímulo visual chega ao olho, ele provoca a transdução de um impulso nervoso (sentimento), através das fibras ocas do nervo ótico pelo poder da percussão, até atingir a *imprensiva*. A *imprensiva* recebe e integra outra entrada sensorial antes de transmitir a informação ao senso comum (e, portanto, à alma e consciência) (DA VINCI *apud* Pevsner, 2002, p. 218)

Embora da Vinci fosse muito conhecido em sua época e sua fama tenha crescido ao longo dos séculos, Pevsner considera que suas contribuições à anatomia e aos estudos do cérebro tiveram pouca influência na história da medicina, mas isso não diminui o significado e a importância dos modelos que ele propôs. As realizações de da Vinci voltadas à área da ciência sempre enfrentaram dificuldades de apreciação. Pevsner elenca vários motivos para isso, dentre os quais: 1. o fato de as anotações de da Vinci não terem sido transcritas, traduzidas, publicadas e interpretadas até o século XX; 2. a dificuldade de apreender o sistema filosófico medieval, que embasa suas realizações, sobretudo para um cientista da contemporaneidade; e 3. o fato de a visão de da Vinci ser oposta ao pensamento vigente nos séculos seguintes, o que deixou o trabalho do artista no ostracismo.

---

<sup>44</sup> Os termos utilizados para nomear os ventrículos podem variar de acordo com a interpretação da doutrina celular, como foi sinalizado anteriormente na introdução dessa teoria.



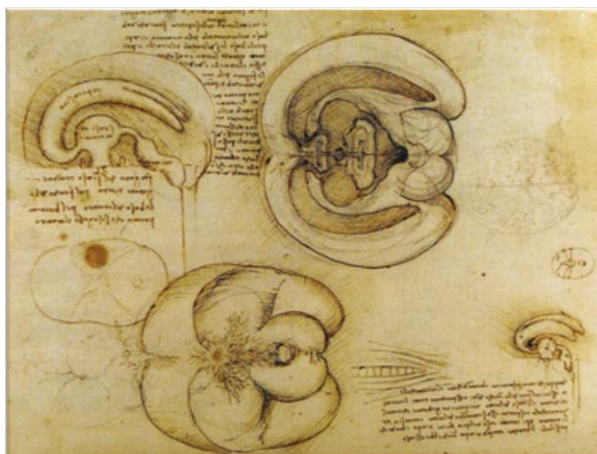
Figura 19 - Desenho dos ventrículos tripartidos de Leonardo da Vinci (c. 1490 - 1494)



Fonte: Smith (2014, p. 13).



Figura 20 - Desenho em épura dos ventrículos de Leonardo da Vinci (c.1490 - 1494)



Fonte: Smith (2014, p. 14).

### 3.5.5 Andreas Vesalius

O livro *Fabrica* (1543), de Andreas Vesalius (Bélgica, 1514 -1564), produzido sob o livre pensamento do Renascimento italiano (séc. XIV - XVII), é um marco na história da cultura ocidental, pois reconfigurou o conhecimento sobre o corpo e, conseqüentemente, sobre a mente humana. Além da inovação na forma como os desenhos explicativos do corpo humano foram apresentados, novos conhecimentos foram introduzidos. Vesalius revê os dogmas adotados por mais de um milênio, originários das ideias de Aristóteles, Hipócrates e Galeno, que não eram vistos pela Igreja Católica como profanadores de Deus, devido à relação que mantinham com a natureza, concebida como criação divina (FINGER, 2005; SMITH, 2014).

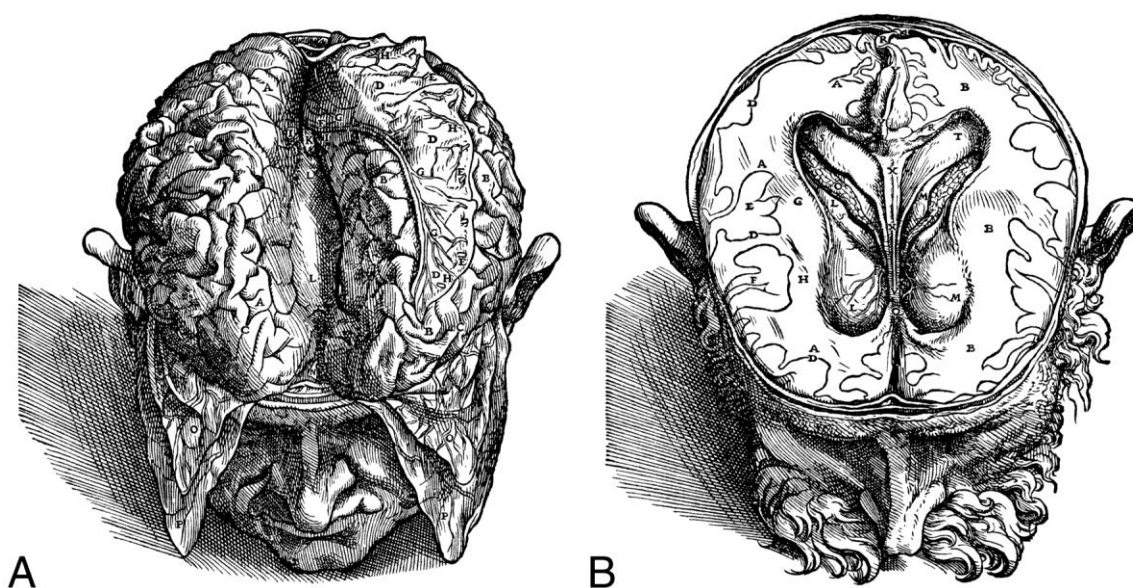
Graças à possibilidade de dissecar corpos humanos, Vesalius pôde verificar *in locus* o modelo fisiológico do cérebro de Galeno e constatou que o médico grego havia cometido vários equívocos. Todavia, Vesalius observa que os erros cometidos por Galeno não eram decorrentes de uma suposta inabilidade como anatomista, mas devido ao fato de Galeno ter se apoiado em dissecações animais, em virtude das restritas leis romanas que proibiam a manipulação de corpos humanos. A liberdade para dissecar o corpo humano, que Vesalius teve na Itália, somada ao seu brilhantismo, resultou em um dos livros de ciência médica mais importantes da história. A obra de Vesalius recebe muito destaque pelos historiadores da ciência porque inaugura o modo de fazer ciência da era moderna ao introduzir um sólido modelo de sistematização anatômica e fisiológica do corpo humano, que foi organizado com rigor e método para além

das práticas adotadas até então (FINGER, 2005).

No que concerne à relação cérebro-mente no modelo de Vesalius, os ventrículos como áreas imaginárias para indicar as bases físicas da psicologia humana no cérebro deixam de existir e dão lugar a um desenho naturalista nos moldes das representações atuais de anatomia humana (figura 22). Stanley Finger (2005) atenta para a riqueza desses desenhos:

[...] houve uma melhoria acentuada em seus detalhes finos. Entre outras coisas, vinte e cinco ilustrações magníficas apresentam o cérebro humano e suas partes como foram reveladas em uma dissecação habilidosa de cima a baixo. Mas, desta vez, Vesalius não identificou o talentoso artista ou artistas que trabalhavam para ele. Nem há marcas de identificação nas placas. Como resultado, uma especulação considerável girou em torno de quem fez a obra de arte. A única certeza é que eles eram indivíduos tão magistrados que poderiam fazer com que as pilhas de ossos secos continuassem a viver (*ibid.*, p. 62).

Figura 21 - Desenho de Andreas Vesalius



Fonte: American Journal of Neuroradiology (2014). Disponível em: <http://www.ajnr.org/content/35/1/19/F1>. Acesso em: 27 mar. 2018.

Vesalius constatou que os ventrículos continham fluido aquoso, de fato, e que não eram vazios como Galeno afirmava: “para que os espíritos pudessem disparar através da grande rede de tubos para trazer informações sensoriais para o cérebro, bem como para controlar os músculos” (FINGER, 2005, p. 64). No entanto, Vesalius ainda permaneceu com muitas incertezas sobre como o cérebro funcionava e questionou se as diferentes funções da mente

poderiam realmente estar associadas aos espíritos nos ventrículos, algo que fazia pouco sentido para ele (FINGER, 2005). Mas, como as dissecações não permitiam fazer qualquer afirmação sobre isso, Vesalius preferiu não opinar:

[...] Posso, em certo grau, seguir as funções do cérebro em dissecações de animais vivos, com probabilidade e acerto suficientes, mas não consigo entender como o cérebro pode desempenhar seu ofício de imaginar, meditar, pensar e lembrar... (VESALIUS, *apud* FINGER, 2005, p. 64).

Vesalius dedicou especial atenção a duas estruturas básicas do modelo de Galeno: os ventrículos e o *rete mirabile*, este último, associado à rede de vasos sanguíneos na base do cérebro, supostamente responsável pela produção de espíritos animais. A existência da *rete mirabile* foi negada por Vesalius que observou que, muitas leis do corpo humano utilizadas por séculos, nunca foram averiguadas e se basearam, exclusivamente, nas descrições de Galeno, que, por sua vez, construiu seu conhecimento baseado, principalmente, na anatomia animal (FINGER, 2005).

Diante dos estudos *in locus* de Vesalius, alguns mitos seculares do corpo humano foram desfeitos. Vesalius ficou conhecido como um empirista que acreditava apenas no observável. Considerava, portanto, as questões relativas à mente ou à alma além de sua capacidade de compreensão. Embora intuísse que as antigas teorias fisiológicas que relacionavam corpo e mente estavam erradas, não ousou formular novas ideias, visto que tinha em mãos poucos argumentos observáveis (FINGER, 2005; SMITH, 2014; CATANI; SANDRONE, 2015).

### 3.5.6 Robert Fludd

O desenho *O cérebro espiritual do homem* (figura 23) é uma interpretação muito peculiar da teoria ventricular que apresenta um modelo cognitivo de como Deus e homem se comunicam. Robert Fludd<sup>45</sup> (1574 - 1637), criador dessa interpretação, foi uma figura bastante emblemática. Nascido na Inglaterra, médico e filósofo hermético versado em música, Fludd foi um profundo adepto da prática médica e mágica do teólogo alemão Theophrastus Paracelsus von Hohenheim<sup>46</sup> (1493 - 1541). Este se baseava na análise da urina, pulso e horóscopo para

---

<sup>46</sup> Também conhecido como Paracelso (Suíça, 1493 -1541), foi um médico-cirurgião inovador, filósofo da natureza e alquimista, além de teólogo leigo e teórico do sobrenatural. Apontado como um dos autores mais originais e prolíficos da Europa do século XVI (Renascimento alemão), Paracelso escreveu sobre medicina, filosofia, teologia e vários tópicos afins. “No decorrer da década de 1520, ele desafiou autoridades acadêmicas e urbanas na Suíça e no sul da Alemanha, exigindo reformas médicas. Reprovado por seus oponentes, ele continuou vagando pelo resto

diagnosticar o paciente. As publicações de Fludd descrevem uma clínica quase desprovida de remédios químicos, que eram substituídos por oração. Esse tipo de medicina devocional foi fundada em uma teologia mística advinda do judaísmo, adaptada por Fludd ao cristianismo (GODWIN, 1979).

De acordo com Joscelyn Godwin (1979), embora a proposta de Fludd contenha três ventrículos que são os canais de acesso à alma (*anima*), o seu modelo diferencia-se por colocá-los sob a influência de um conjunto maior de agentes. O corpo é considerado em associação com todas as coisas que existem no microcosmo (vida humana na Terra) e no macrocosmo (o universo, incluindo o domínio espiritual do Divino). O resultado é um modelo que desenha uma complexa relação de correspondência entre o homem, a natureza e o divino.

Segundo Fludd, a razão (*ratio*), a inteligência (*intellectus*) e a mente (*mens*), são as três faculdades mais elevadas presentes no ventrículo superior do cérebro. Por meio delas, acessamos a consciência ao divino, e vice-versa – o mundo inteligente de Deus e a hierarquia dos anjos encontram nesse ventrículo o portal de entrada para a alma. O divino é representado com muita semelhança ao “lótus de mil pétalas”, como os que aparecem acima da cabeça dos iogues nas representações hindus (*ibid.*).

A alma é informada pelo mundo sensível (*mundus sensibilis*; primeira forma circular fora da cabeça), que é processado em forma intangível no primeiro ventrículo e, em seguida, transcende para o segundo ventrículo por meio do poder de julgamento e da percepção. No mundo sensível, os cinco elementos: luz, ar sutil e bruto, água e terra, influenciam os cinco sentidos, conforme vemos pelas linhas que saem em direção à mão (**terra**), boca (**água**), nariz (**ar bruto**), olho (**fogo**) e orelha (**ar sutil**). Há o mundo imaginável (*mundus imaginabilis*) também com entrada no primeiro ventrículo, como o mostrado na frente do cérebro. Na parte de trás da cabeça está representada a memória (*memoriae*) e o movimento (*motus*), localizados no terceiro ventrículo (*ibid.*).

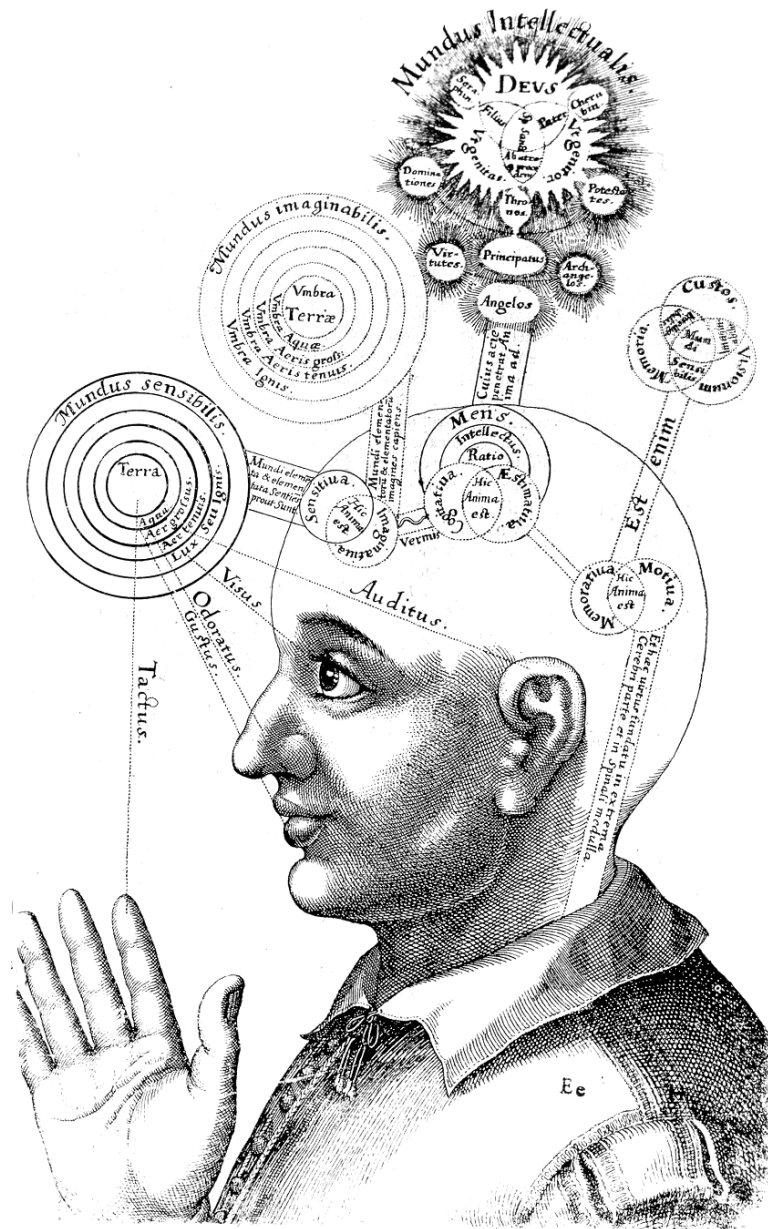
Diferentemente de René Descartes (1596 - 1650), Fludd incorpora a realidade metafísica em seu modelo (*ibid.*). O desenho de Fludd, considera Godwin, remete “à possibilidade de uma visão cósmica livre diferente da miopia do materialismo e das absurdidades do espiritualismo ingênuo” (*ibid.*, p. 5). A autora destaca que a filosofia que embasa *O cérebro espiritual do homem* é rosacruciana em essência, no sentido de que há, no modelo de Fludd, um tipo de

---

de sua vida, disseminando como autor, polemista e médico sua compreensão da medicina e da natureza. Ele morreu em Salzburgo, mas antes do final do século sua influência se espalhou, resultando em controvérsias partidárias póstumas entre defensores e detratores” (WEEKS, 2008, p. 1).

filosofia que combina o exame prático da natureza com uma visão espiritual do universo.

Figura 22 - O cérebro espiritual do homem, em *Medicina Catholica* (1629 - 1631), de Robert Fludd



Fonte: Godwin (1979, p. 70).

### 3.5.7 A neurofisiologia hidráulica de René Descartes

A visão de mente de Descartes é conhecida como dualismo. Mark Rowlands (2010) diz que, no modelo cartesiano, a mente é uma substância não-física (no sentido medieval), não espacial, algo como um “órgão corporal” cuja função é pensar.

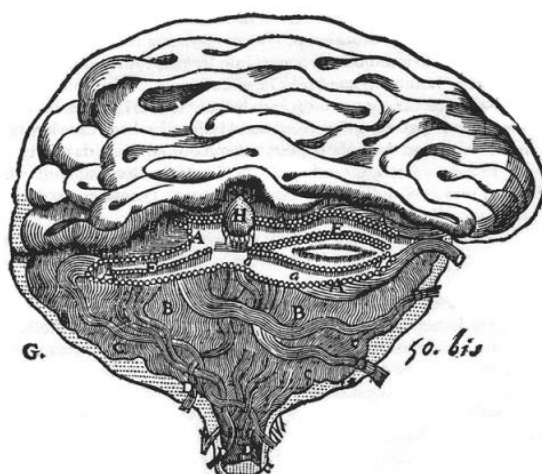
As figuras 24 e 25 são interpretações de von Gutschoven da neurofisiologia hidráulica de René Descartes, presente no tratado *L'Homme* (1648), primeiro texto organizado por Descartes sobre filosofia natural, publicado postumamente em tradução latina em 1662.

Segundo Smith (2014, p. 18), o trabalho de René Descartes foi fundamental para o processo de desenvolvimento dos estudos do cérebro, pois o filósofo “buscou esclarecer o dilema neuropsicológico entre o que pertencia à ciência física e o que cabia à mente”. A teoria ventricular é explorada de forma bem diferente por Descartes, pois, em vez de três ventrículos, encontramos a **glândula H**, localizada na câmara cerebral central cheia de **espíritos animais**. Vale lembrar que esses espíritos eram, para Aristóteles, uma das três forças habitacionais da alma que motivam o corpo humano. As outras duas forças do modelo aristotélico seriam a **vegetal** e a **racional** (RICHET, 1910).

[...] (Tal glândula) recebe impressões dos nervosos sensoriais, principalmente das fibras óticas da retina, fazendo com que a *consciência* se torne capaz de movê-la de um lado para o outro, de modo que os *espíritos animais* sejam direcionados pelos nervos motores adequados para atuar nos músculos comportamentais apropriados” (*ibid.*, p. 17).

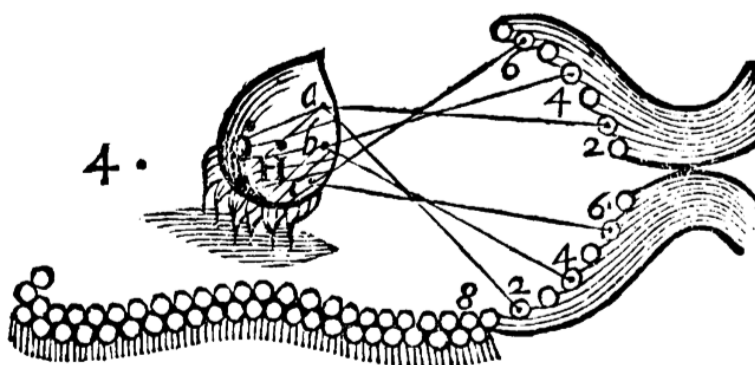
Os espíritos animais nos ventrículos e nos nervos são, portanto, mensageiros físicos. Segundo as ideias de Descartes, o mental está confinado à **glândula H**, assim como a percepção e a vontade. Smith (2014) chama atenção para o fato de que Descartes não elucidava como uma substância *res cogitans* (o sujeito imaterial) afeta a substância *res extensa* (o corpo material) da glândula cerebral. No sistema cartesiano, a relação mente-cérebro decorre “do mero arranjo de cada pedaço dos órgãos da máquina que são tão naturais como os movimentos de um relógio” (DESCARTES *apud* SMITH, 2014, p. 17).

Figura 23 - Desenho criado por von Gutschoven inspirado no tratado *L'Homme* (1648), de René Descartes (1632 - 1662)



Fonte: Smith (2014, p. 16).

Figura 24 - Detalhe do funcionamento da glândula pineal

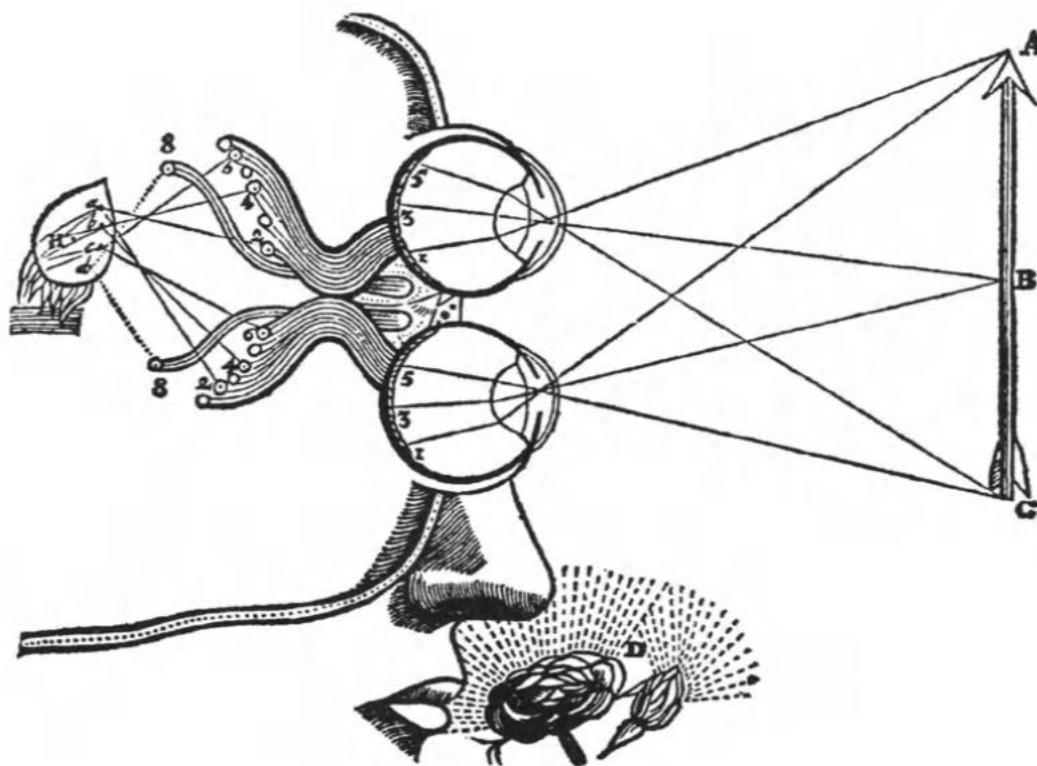


Fonte: Finger (2005, p. 76). Glândula pineal inclinando-se e liberando espíritos animais nos nervos através de aberturas nas paredes dos ventrículos.

Quanto à próxima imagem (figura 26):

Vários aspectos da teoria do processamento sensorial de Descartes são ilustrados nesta figura que consta no livro de fisiologia, *L'Homme*. A luz refletida da flecha entra no olho; a lente lança uma imagem invertida, mas topograficamente ordenada, na retina. A mensagem, então, viaja nos nervos óticos ocos de cada olho por meio dos espíritos animais para a glândula pineal central, onde a informação dos dois olhos é unida de forma correspondente para produzir uma única imagem vertical. Mensagens olfativas da flor também viajam para o corpo pineal, mas a força do sinal visual (devido à atenção) suprime essa entrada olfativa (DESCARTES, 2004, p. 157).

Figura 25 - Desenho para o livro *L'Homme* (1630 - 1633), de René Descartes



Fonte: Descartes (2004, p. 157).

### 3.5.8 Frenologia

Franz Josef Gall (1758 - 1828), neuroanatomista e fisiologista alemão, idealizou a frenologia no final do século XVIII a partir de estudos de anatomia e fisiologia, principalmente voltados ao cérebro e ao sistema nervoso. A frenologia teve como proposta estabelecer as bases para uma "ciência do homem" focalizada na observação anatômica e na abordagem fisiológica. Tornando-se um movimento que antecedeu a psicologia aplicada, a frenologia fez parte de um período em que “as normas de verificação científica estavam em processo de codificação” (MCGREW; MCGREW, 1985, p. 260).

Roderick E. McGrew e Margaret P. McGrew (1985) apontam que Gall ganhou e manteve grande reputação científica por causa de seu talento para a dissecação e pesquisa anatômica, fatos que deram credibilidade à frenologia em seu início, ainda que as dissecações cerebrais daquela época não fornecessem evidências para sustentar a tese frenológica.



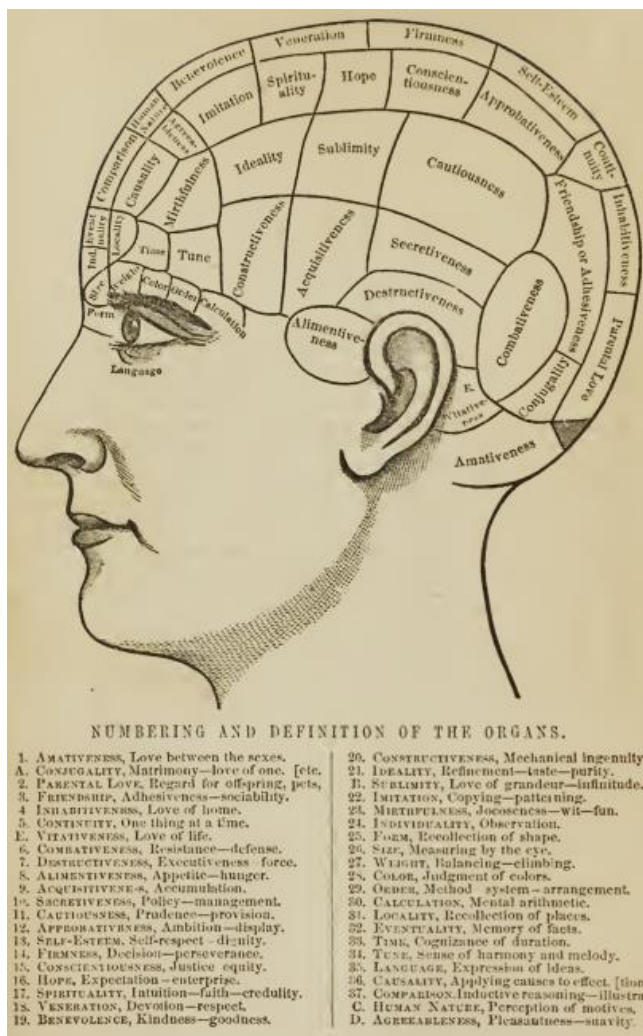
Como argumento filosófico complementar às discussões sobre a natureza do ser humano, a frenologia encontrou um vasto campo de aplicação que incluiu a medicina, a psicologia, a antropologia e a educação. Tornando-se muito popular na França, Inglaterra, Escócia e Estados Unidos até, aproximadamente, 1850, a frenologia deixou, a partir dessa década, de estar em sintonia com os avanços dos estudos do cérebro e caiu em desuso no começo da Primeira Guerra Mundial. A literatura se refere à frenologia como uma pseudociência, embora cientistas e médicos a tenham adotado nas primeiras décadas do século XIX (FOWLER, 1859; MCGREW; MCGREW, 1985).

Em síntese, a frenologia propõe que o cérebro: 1. origina o pensamento e a vontade; 2. controla o caráter; 3. sua estrutura e configuração podem fornecer um guia para descrever a personalidade de um indivíduo. Isto está baseado na ideia de que o cérebro contém órgãos separados, que ocupariam áreas específicas responsáveis por controlar as qualidades, ou "canções", que compõem a personalidade; o tamanho desses órgãos influenciaria na construção da personalidade (*ibid.*; *ibid.*).

Como o interior do cérebro era inacessível para inspeção, a avaliação era feita pela topografia do crânio, suas depressões e protuberâncias (cranioscopia). Além disso, a forma geral da cabeça também poderia atestar o caráter e a potencialidade de qualquer pessoa. Foram classificadas aproximadamente 60 categorias e inclinações de personalidades baseadas na cranioscopia (FOWLER, 1859), dentre as quais mostramos algumas nas figuras 27 e 28.

Para os padrões da atualidade, a classificação da frenologia apresenta traços de comicidade quando propõe localizações na cabeça do amor sexual e familiar, ou da engenhosidade mecânica, ou quando diz que alguns homens se assemelham às espécies de animais na aparência ou caráter (figura 29), como, por exemplo: "o corvo possui grande sigilo e cautela na cabeça, que é como ele é conhecido por seu caráter" (*ibid.*, p. 64). Com base nessa classificação, a frenologia oferecia orientação diagnóstica ao médico, acreditando que ajudaria a identificar e explorar as potencialidades do paciente que poderiam ser mobilizadas para orientá-lo a se ajudar.

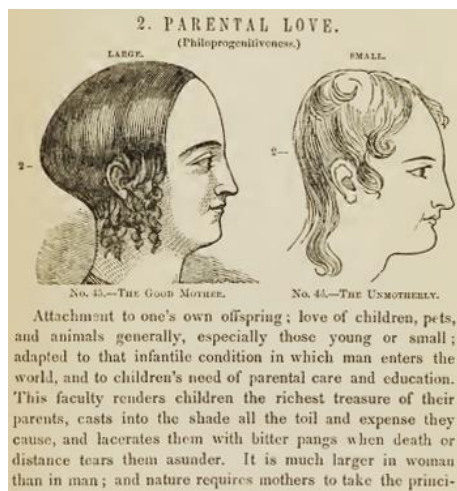
Figura 26 - Numeração e definição dos “órgãos” cerebrais em uma de suas primeiras versões, segundo a frenologia de Franz Josef Gall



Fonte: Fowler (1859<sup>47</sup>).

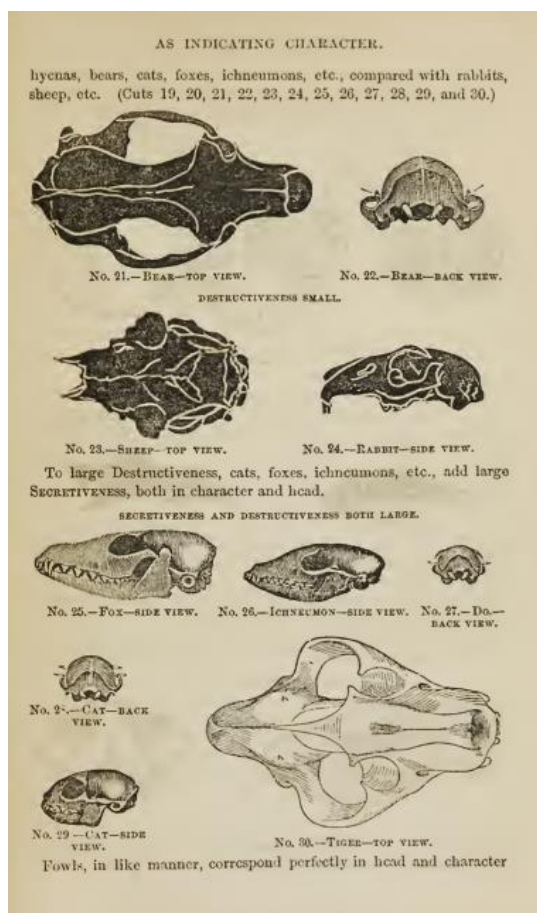
<sup>47</sup> O exemplar do livro é muito antigo e não há numeração em algumas páginas.

Figura 27 - Descrição do órgão 2 do cérebro, segundo a classificação da tabela da figura 27



Fonte: Fowler (1859, p. 81). O órgão 2 é relativo ao amor parental para com os descendentes e animais de estimação, baseado no formato do crânio

Figura 28 - Orientações para classificar o caráter com base em comparações entre o homem e animais



Fonte: Fowler (1859, p. 63).

Os críticos da frenologia diziam que, no modelo de Gall, o cérebro determinava a personalidade, restando pouca ou nenhuma liberdade para o indivíduo. Em contrapartida, os frenologistas argumentavam que sua “ciência” promovia a autoconsciência e, conseqüentemente, daria subsídios para o desenvolvimento e autocontrole do sujeito. Embora com muitos problemas de sustentação científica, a frenologia, em suas variadas aplicações, estabeleceu as bases para o desenvolvimento da psicologia aplicada do século XX (MCGREW; MCGREW, 1985).

### 3.6 Considerações

Os casos apresentados anteriormente permitem conhecer como se construiu uma tradição imaginativa ocidental em torno do corpo humano e de sua relação com a emergência da mente. Percebemos o quão difícil foi estabelecer essa vinculação, algo que foi se

consolidando lentamente ao longo dos séculos através de abordagens obscuras baseadas em muita fantasia e imaginação, ainda que muitos tenham buscado um embasamento científico para explicar a relação corpo-mente-ambiente. Identificamos, na construção dessa trajetória, uma extraordinária criatividade experimental voltada às pesquisas de como os fenômenos fisiológicos poderiam ser combinados para fazer surgir a experiência subjetiva (VERBOON, 2014).

Por meio dos métodos antigos de criação de modelos psicofisiológicos, verificamos como problemas semelhantes aos da neurociência cognitiva moderna eram tratados. Traçando comparativos, para a teoria ventricular fundamentada no modelo aristotélico e nos estudos de Galeno, a percepção era a força motriz dos processos cognitivos; e a percepção, os processos cognitivos e a motricidade, embora tivessem os sentidos internos que os processavam localizados nos ventrículos cerebrais, eram explicados como operações da alma. Entretanto, para a neurociência cognitiva moderna, de modo geral, a cognição é um processo que solicita a participação do corpo como um todo e a emoção teria um papel crucial nesse processo.

Mesmo havendo diferentes interpretações da teoria ventricular, nenhuma delas elucidou como o cérebro intervém entre os órgãos sensoriais e a alma. O ponto mais conflitante dessa teoria parece ser o entrelaçamento entre os reinos físico e metafísico, pois os desenhos não esclarecem o problema e apresentam apenas o estado relacional entre os elementos envolvidos em um dado modelo cognitivo. Mas, independentemente disso, os desenhos agregam uma outra dimensão ao discurso ao englobarem esquemas, legendas ou poesias que esclarecem ou reforçam aspectos da teoria ventricular.

A concepção estética desses desenhos apresenta elementos do pensamento medieval que envolvem, essencialmente, medicina, filosofia e psicologia. De acordo com Verboon (2014), os desenhos pavimentaram caminho para os estudos desenvolvidos mais tarde sobre a corporificação da mente. Verboon chama a atenção para o curioso fato do alcance que esses registros tiveram ao tornarem-se um paradigma para a pesquisa corpo-mente por vários séculos. Ademais, para a mesma autora, os desenhos se constituem como um veículo importante na transferência das teorias cognitivas aristotélicas para a época moderna.

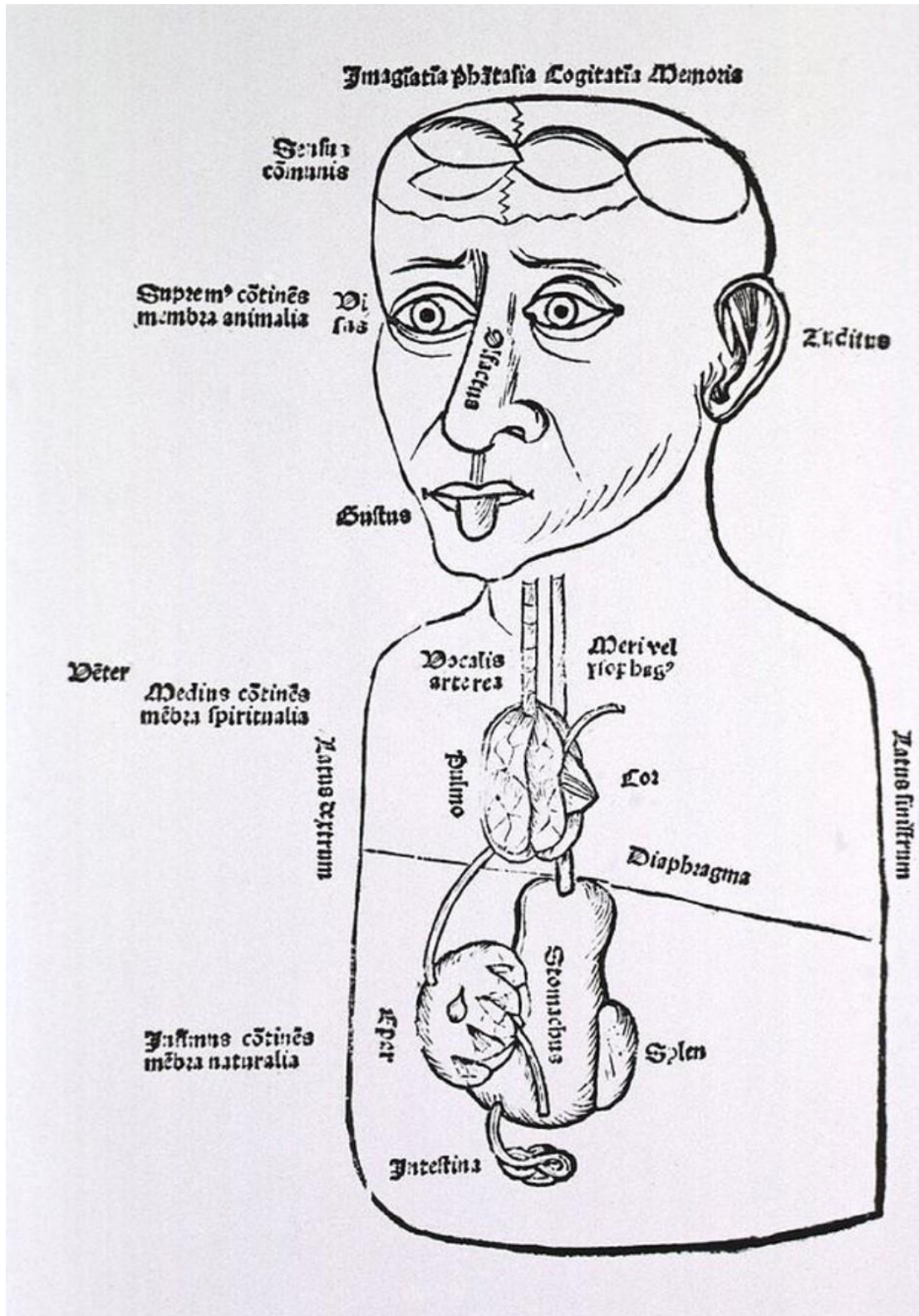
Como elemento complementar à construção de conhecimento, os desenhos inspirados na teoria ventricular e meníngea foram uma das primeiras formas de representação visual da psicofisiologia do homem e podem ser associados com o que as tecnologias atuais de neuroimagem realizam, como a ressonância magnética estrutural e funcional, que localizam fontes de comportamento em áreas do cérebro (PEVSNER, 2002). Inclusive, os desenhos

apresentados se assemelham ao modo de operar dos dispositivos de *biofeedback*, já que estes monitoram a atividade fisiológica em pontos específicos do corpo, ou do cérebro, e a correlacionam com estados mentais, emoções e sentimentos. Aqui cabe também um comparativo dos dispositivos de *biofeedback* com a frenologia: no que tange ao autocontrole, a frenologia, assim como os dispositivos de *biofeedback*, promovem o autocontrole e o desenvolvimento pessoal e de novas habilidades cognitivas, além de mudanças no comportamento, ainda que com métodos completamente diferentes.

A prática limitada da dissecação de cadáveres e a escassez de livros são apontadas por Tessman e Suarez (2002) como as maiores dificuldades para a renovação e o avanço do pensamento científico da Antiguidade até o Renascimento. Mas, mesmo assim, os autores observam que as gravuras e os livros ilustrados elaborados ao longo da Idade Média tiveram um papel importante na divulgação do conhecimento produzido pelos fisiologistas, ainda que esse conhecimento tenha circulado lentamente. Da Antiguidade à Idade Média, os desenhos de representação da mente e da interocepção foram feitos e copiados à mão. O conhecimento representado não se baseou na experimentação e observação, uma vez que os corpos humanos não podiam ser abertos e desmembrados. Por isso, os desenhos anatômicos e fisiológicos que conhecemos desse período são, em grande maioria, de natureza não realista, esquematizada e emblemática (GURUNLUOGLU *et. al.*, 2013).

Nos séculos XV a XVII, com o advento da impressão, os livros se tornaram relativamente acessíveis. O reflexo disso no desenvolvimento dos estudos da mente, de acordo com Raffi Gurunluoglu *et. al.* (2013), é que a complexidade do sistema nervoso passou a ser melhor delineada e mais facilmente transmitida, levando cientistas a reverem a doutrina das células e a caminharem em direção a uma compreensão mais sofisticada da anatomia e das funções do cérebro. Um dos exemplos nesse sentido, de acordo com os mesmos autores, é o desenho presente no livro *Compendium philosophiae naturalis*, de Johannes Peyligk (1474 - 1522), publicado em Leipzig, Alemanha, em 1499 (figura 29). Outro exemplo são os desenhos encontrados nas obras de Peter of Abano, Hieronymous Brunschwig, Johannes de Ketham, Johannes Peyligk, Gregory Reisch, Magnus Hundt, Laurentius Phryesen e vários outros igualmente importantes para a documentação e exibição do desenvolvimento e evolução desse tipo de ilustração.

Figura 29 - Figura humana com alguns órgãos internos, os sentidos e seções do cérebro



Fonte: Peyligk (1499). Disponível em: <https://fineartamerica.com/featured/human-figure-half-length-with-some-everett.html>. Acesso em: 9 abr. 2018. Desenho publicado no livro de Johannes Peyligk (1474-1522), em 1499.



A partir da segunda metade do século XV, a ilustração anatômica alcançou uma combinação de características artísticas e científicas, o que pode ser atestado no trabalho de Leonardo da Vinci (1452 - 1519), que foi exibido neste capítulo, e que inaugura um novo método baseado na observação e na razão (GURUNLUOGLU *et. al.*, 2013). À medida que o campo da ciência médica foi se consolidando, firmou-se a ideia de que:

[...] a conduta de quase todos os esforços científicos, incluindo a neuroanatomia, dependia da capacidade de criar imagens reprodutíveis exatas. Impressões ou representações pictóricas eram os únicos métodos pelos quais essas imagens podiam ser feitas” (GURUNLUOGLU *et. al.*, 2013, p. 227).

O capítulo apresentou uma cronologia de ideias, desenvolvidas principalmente a partir das preocupações da medicina, sobre o interior do corpo humano e sua relação com a emergência da mente. O diálogo entre esse material e a arte de *biofeedback* ocorre na medida em que ambos são fundamentados em princípios biológicos e fisiológicos para fazer projeções imaginativas sobre a vida mental. Neste sentido, a arte de *biofeedback* pode ser considerada como uma prática que deu continuidade à tradição imaginativa sobre a interioridade do corpo, iniciada na Antiguidade.



## 4 HISTÓRICO DA ARTE DE *BIOFEEDBACK*

### 4.1 Um novo paradigma de interfaces

A arte de *biofeedback* utiliza ferramentas de interatividade que permitem a integração de dados motores e fisiológicos do interator ao dispositivo. As ondas cerebrais, a função cardíaca, a respiração, a atividade muscular, a temperatura e a condutividade elétrica do corpo são as atividades fisiológicas mais comumente utilizadas nesses dispositivos. A integração do corpo biológico à máquina faz emergir um novo gênero de interfaces que estabelece uma mudança de paradigma em relação às interfaces convencionais, que têm sido pensadas, desde os anos 70, predominantemente, a partir de referências gráficas para conduzir modos de interação (PARAGUAI, 2010; ENACTIVE CONSORTIUM, 2018<sup>48</sup>).

Sob a perspectiva da comunicação, **interface** é o meio (físico ou digital) que viabiliza a comunicação ou a interação entre dois ou mais grupos (SANTAELLA; NÖTH, 1998). Sob o ponto de vista da computação, interface é pensada como:

[...] a conexão entre os dispositivos de *hardware*, entre dois aplicativos, ou entre um usuário e um aplicativo que facilita a troca de dados mediante a adoção de regras comuns, físicas ou lógicas. Tal dispositivo permite remediar os problemas de incompatibilidade entre dois sistemas, atuando como um conversor que permite a conexão (GIANNETTI, 2006, p. 207).

Enquanto na interface tradicional a interação acontece por meio da mediação baseada no conhecimento simbólico (palavras, símbolos matemáticos ou outros sistemas de símbolos) ou icônico (forma visual de imagens, tais como diagramas e ilustrações, acompanhadas ou não de informação verbal), nas interfaces de *biofeedback* o corpo do interator é utilizado e a interação ocorre via respostas motoras (natural e intuitiva), fisiológicas e orgânicas (conscientes e inconscientes) constituídas no ato da interação e exigidas para a realização de tarefas (PARAGUAI, 2010) (ver figura 1).

Em se tratando de uma mídia emergente e experimental, os dispositivos de *biofeedback*, fora do contexto médico, têm poucas convenções a seguir e, justamente por isso, permitem livre exploração (figura 1). Muitas questões continuam em aberto como, por exemplo, o tipo de linguagem que esse dispositivo suporta e como guiar a atenção do usuário. Pelo fato de se

---

<sup>48</sup> Fonte: <http://www.enactivenetwork.org/>. Acesso em: 18 mai. 2018.

basearem no controle do estado psicológico e emocional, ou lidarem com o foco de atenção, novas habilidades cognitivas são exigidas (*ibid.*).

São inúmeras as possibilidades de aplicação dos dispositivos de *biofeedback*. No campo da interação humano-computador eles recebem diferentes nomenclaturas, tais como interface enativa, computação fisiológica, biossível ou afetiva; ou ainda, computação baseada em interação corporificada (*embodied interaction*). Independente da nomenclatura utilizada, o que importa dizer é que todas essas nomenclaturas referem-se a um tipo específico de dispositivo que é pensado a partir de problemas ligados à relação corpo-mente e que considera o corpo biológico como interface literal com a máquina.

Figura 1 - *Lazybrains*



Fonte: PhysOrg (2008). Disponível em: <https://phys.org/news/2008-08-students-mind-control-interface-video-games.html>. Acesso em: 18 mai. 2018. *Lazybrains* é um videogame sobre Morby, uma batata que usa seu poder mental para navegar por obstáculos e encontrar o caminho de volta para casa. As ações são baseadas em exercícios de foco de atenção e concentração. Quando o sistema percebe que o “poder mental” de Morby foi exercido suficientemente em algumas tarefas, o jogador pode prosseguir em novas etapas do jogo. O dispositivo que aparece na cabeça do jogador é equipado com sensores que medem a atividade do cérebro. Ao brilhar luz do infravermelho próximo ao crânio e medir a intensidade da luz refletida, os níveis de oxigênio correspondentes à atividade cerebral são registrados. O dispositivo foi originalmente desenvolvido pelos engenheiros biomédicos da Drexel para monitorar o cérebro de pacientes sob anestesia.

## 4.2 Contextualização histórica

Ao longo da história das artes visuais observamos diferentes níveis de envolvimento do corpo do observador com a obra de arte, ainda que o corpo como um todo seja sempre solicitado para a fruição, uma vez que não existe separação entre “os pensamentos, as sensações e o corpo inteiro” (SOGABE, 2007, p. 1582).

De fato, a primeira grande mudança nos paradigmas da arte ocorre no século XX, quando o corpo passa a ser utilizado também como tela, pincel, suporte e plataforma (WARR; JONES, 2000). Mas é com o uso do computador pelos artistas que as relações entre o corpo do observador e a obra de arte são intensificadas, graças às possibilidades de produção de trabalhos eminentemente interativos. O corpo do observador passa a ser elementar e imprescindível para a concretização e atualização da obra de arte, e ele ganha um novo status, o de “interator” (WARR; JONES, 2000; COUCHOT, 2003; SOGABE, 2007).

Com o acréscimo das tecnologias de *biofeedback* às práticas artísticas, ocorre uma mudança significativa nos paradigmas da arte, pois observa-se uma potencialização no modo como o corpo se relaciona com a obra, dada a inclusão do nível biológico operando diretamente no dispositivo tecnológico. Esse fato faz com que não haja descontinuidade entre o corpo e a obra de arte, tornando-os interconectados via acoplamento estrutural. Surge, assim, um tipo peculiar de obra de arte que depende, primordialmente, do corpo do interator para a sua existência e funcionamento. Ao corpo não cabe apenas a função de fruidor-interator, ele também faz parte, no sentido estrito, do maquinário que constrói a obra de arte.

Miguel A. Ortiz *et al.* (2011) observam que as obras de arte que utilizam tecnologias de *biofeedback* possuem, basicamente, dois modos de envolvimento do público. O primeiro o inclui diretamente, seja sozinho ou com vários participantes. Já o segundo, considera-o apenas como audiência. Para os autores, a não participação direta do público na obra não deve ser considerada um problema. Todavia, sugerem restringir a pequenos grupos a performance que envolve a apresentação da arte de *biofeedback* no caso de haver apenas a participação do artista propositor, de modo que as pessoas tenham uma experiência mais intimista com o corpo do artista durante a performance. De toda maneira, não se trata de um formato definido, apesar das performances para pequenos públicos prevalecerem na apresentação dessa forma de arte.

Embora o uso de dispositivos de *biofeedback* esteja presente há mais de cinquenta anos nas práticas da arte (ROSENBOOM, 1976; BLUM, 1989), trata-se de um tipo de apropriação pouco conhecida e documentada, se comparada ao uso de outras tecnologias (ORTIZ, 2011). Pelo fato da manipulação dos biosinais ser algo complexo e envolver muitas técnicas, o trabalho

com os mesmos necessita da colaboração com cientistas da área médica, biológica e da computação. Esse fato fez com que até muito recentemente poucos artistas se dedicassem às práticas com o *biofeedback*.

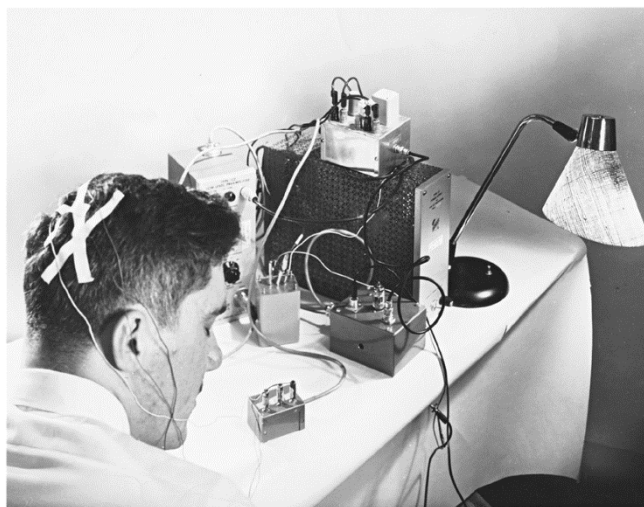
Ainda que as formas de arte que se nutrem do corpo remontem às ideias de “máquinas de carne” da cibercultura dos anos 80 (JONES, 2006), a primeira experiência com um dispositivo de *biofeedback* de que se tem registro é bem anterior, data dos anos 60. O trabalho pioneiro foi *Music for Solo Performer* (1964 - 1965), do compositor Alvin Lucier (EUA, 1931), um dos precursores da música eletrônica experimental. Lucier, valendo-se de suas próprias ondas cerebrais *alfa*, criou uma peça sonora que foi apresentada na Universidade de Brandeis (Massachusetts, EUA) (HOLMES, 2008; ORTIZ, 2011).

Os ritmos *alfa*, ondas cerebrais de frequência entre 8 a 13 Hz, são relacionados à consciência relaxada, falta de foco de atenção específica e estado zen de relaxamento e consciência. A similaridade e a conexão entre o estado mental que se atinge durante a meditação zen e o requerido para produzir ondas de frequências *alfa* foram estabelecidos nos estágios iniciais da pesquisa com *biofeedback* (BLUM, 1989).

Lucier se aproximou das ciências do corpo em torno de 1960, quando iniciou colaboração com o físico Edmond Dewan (EUA), que possuía especial interesse na inter-relação entre música, natureza e ciência. Dewan foi o primeiro a colocar um ser humano para controlar uma máquina externa a partir de suas próprias ondas cerebrais. Nos laboratórios de pesquisa da força aérea em Cambridge, Lucier e Dewan desenvolveram juntos um dispositivo de leitura de ondas cerebrais que ganhou muita notoriedade, o qual foi utilizado para desenvolver *Music for Solo Performer* (HOLMES, 2008) (ver figura 2).

Bart Lutters e Peter Koehler (2016) destacam a importância do dispositivo desenvolvido por Lucier e Dewan, e o quanto ele significou para o aperfeiçoamento das pesquisas de conversão de sinais de eletroencefalograma (EEG) em sons (sonificação). Segundo os autores, esse tipo de técnica tem sido aplicada às ondas cerebrais desde a década de 30, mas foi apenas nos anos 60 que a mesma se popularizou tornando-se uma ferramenta de utilização na área da música experimental.

Figura 2 - Edmond Dewan e o sistema de controle de ondas cerebrais desenvolvido em 1964



Fonte: Lutters e Koehler (2016, p.3).

Em *Music for Solo Performer* (figuras 3 e 4), Lucier senta-se sozinho em uma cadeira no centro do palco com eletrodos de EEG atados a sua cabeça por uma bandana. O modo dos eletrodos explorarem as modulações cerebrais rítmicas de bandas *alfa* ocorre por:

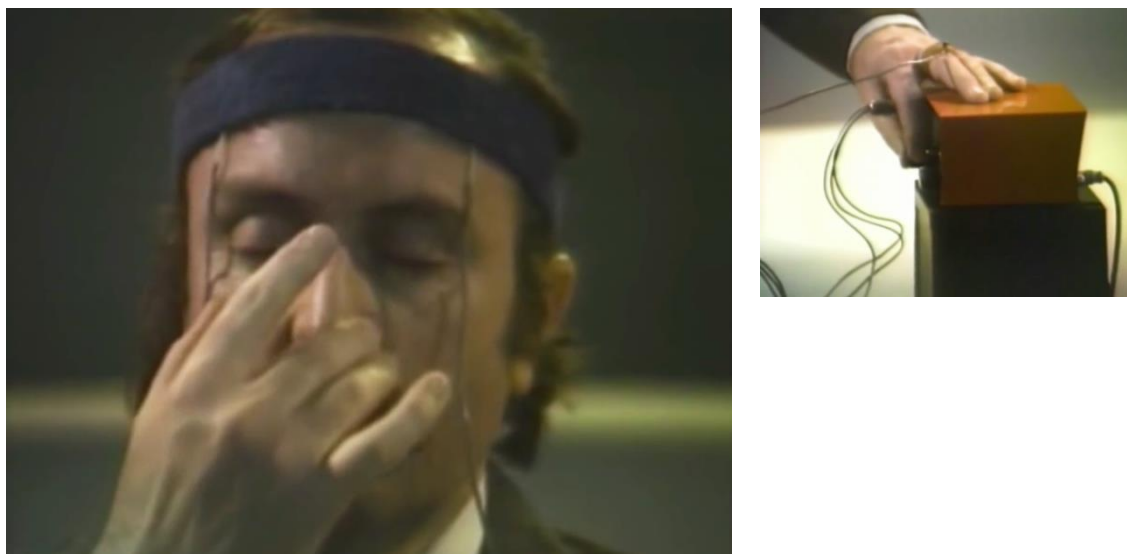
[...] meio de audificação direta com a adição de instrumentos de percussão: címbalos, tambores e gongos que foram acoplados a auto-falantes grandes; [...] rajadas de atividade *alfa* fazem com que os auto-falantes excitem os instrumentos acústicos que, por sua vez, ativam um conjunto de percussão descorporificado (ORTIZ, 2011, p. 10).

Figura 3 - *Music for Solo Performer* (versão 1965), de Alvin Lucier



Fonte: Universidade de Calgary. Disponível em: [http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view\\_blog\\_post.php?postId=584](http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view_blog_post.php?postId=584). Acesso em: 18 mai. 2018. Visão geral do concerto-performance. Para os tambores, foram colocados alguns alto-falantes próximos as suas superfícies; para os gongos, colocou-se alto-falantes bem próximos de sua borda ou quase tocando-a. Segundo Lucier, esse arranjo permitiu desenhar a vibração simpática da peça (HOLMES, 2008).

Figura 4 - Detalhes de *Music for Solo Performer* (1965), de Alvin Lucier



Fonte: Universidade de Calgary. Disponível em: [http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view\\_blog\\_post.php?postId=584](http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view_blog_post.php?postId=584). Acesso em: 22 mai. 2018.

A concepção de *Music for Solo Performer*, de Lucier, lida tanto com o tema das ondas cerebrais quanto da ressonância, pois, segundo Thomas B. Holmes (2008), o artista ressalta que a ideia da obra:

[...] não era apenas gerar sons através da amplificação das ondas cerebrais, mas colocar as superfícies vibratórias dos alto-falantes em contato com instrumentos de percussão que, por seu turno, criariam sons próprios. Tambores, gongos e outros objetos pequenos foram usados. Eles foram colocados embaixo, em cima ou contra os alto-falantes (*ibid.*, p. 393).

Holmes observa que, à exceção das expressões faciais de Lucier e da abertura e fechamento de seus olhos, não havia nenhum índice visível entre o performer e o concerto de sons. Todavia, nota-se que as ondas *alfa* ficavam mais intensas quando Lucier fechava os olhos ou rareavam quando ele os abria – tal verificação poderia ser distinguida pela intensidade dos sons nos auto-falantes. O fechar dos olhos auxiliava a atingir o estado de relaxamento e a intensificar a produção de ondas *alfas* no cérebro, e vice-versa. O autocontrole de Lucier é orientado pelo som e, ao mesmo tempo, pela sua vida mental. O artista propõe uma correlação para a obra, tal como a apresentada na tabela 1 abaixo:

Tabela 4.1 - Correlação modelada em *Music for Solo Performer* (1965), de Alvin Lucier

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aumento da consciência relaxada</li> <li>2. Diminuição do foco atencional</li> <li>3. Aumento do estado de relaxamento</li> </ol>	Aumento da intensidade de ondas <i>alfa</i>	Aumento da intensidade de som (zumbido persistente)
---	---	---

Fonte: Holmes (2008, p. 393-394)

Ainda na década de 60, outros pioneiros no uso de tecnologias de *biofeedback* desenvolveram importantes contribuições, tanto para a arte, quanto para a ciência, ao investigarem correlações entre a fisiologia e estímulos sensoriais sonoros. Assim como Alvin Lucier, os outros precursores também são do campo da música experimental eletroacústica, colaboraram com cientistas e ajudaram a consolidar a tradição da arte de *biofeedback* que se seguiria depois.

David Rosenboom (EUA, 1947), por exemplo, um compositor-cientista e diretor do Laboratório de Estética Experimental da Universidade de York e dos Estúdios de Música Eletrônica, em Ontário, além de ter produzido várias obras utilizando *biofeedback*, também organizou uma importante referência teórica, *Biofeedback and the Arts – Results of Early Experiments Aesthetic Research Center* (1976), que apresenta as pesquisas desenvolvidas durante os anos de 66-74 de Rosenboom e colegas, dentre eles Lloyd Gilden e Richard Teitelbaum. Segundo Thom Blum (1989), o livro é uma importante referência para as artes, sobretudo para a música experimental, porque torna conhecidos os conceitos, técnicas, métodos científicos e processos de pesquisa e produção dos artistas pioneiros da arte de *biofeedback*, além de elucidar o pensamento que guiou essa produção.

O trabalho de Rosenboom, enquanto artista experimental, oferece uma visão única da junção de disciplinas orientais ligadas à espiritualidade e à prática da meditação com métodos ocidentais de pesquisa e monitoramento fisiológico científico. Essa combinação de conhecimentos, de acordo com Blum, é o fundamento do pensamento dos artistas daquela época.

O fascínio com as representações das redes neurais do cérebro nos anos 60 e início dos 70 se difere das motivações atuais, em parte, por causa do contexto político e histórico nos quais as tecnologias de *biofeedback* surgiram e foram utilizadas. Nos anos 60, as pesquisas

sobre as tecnologias de *biofeedback* e suas aplicações eram financiadas pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos e não possuíam o aspecto comercial e de entretenimento que existe hoje (*ibid.*). Para Rosenboom (*apud* BLUM, 1989, p. 86) a aplicação das tecnologias de *biofeedback* na compreensão dos processos neurológicos, psicológicos e criativos do homem deveria seguir uma orientação com fins sociais e ser usada, sobretudo, para aprimorar a “habilidade de experimentar e trazer autocontrole consciente aos processos neurais, até então inconscientes, nos quais a vida mental é fundada”.

Os primeiros experimentos de Rosenboom utilizavam medição da atividade eletroencefalográfica, eletrocardiográfica e respiratória para controlar módulos de geração de som. A obra *Ecology of the skin* (1970 - 1971) (figura 5) permitia que até dez participantes utilizassem eletrodos detectores de ondas cerebrais *alfa* em conexão com um módulo lógico digital<sup>49</sup> (*ibid.*).

O dispositivo projetado por Rosenboom para *Ecology of the skin* (figura 6) permitia rastrear a quantidade de tempo que o participante levava para gerar ondas *alfa* – quanto mais tempo ele gastasse para produzir ondas *alfa*, melhor seria o seu controle sobre os módulos de síntese de som conectados ao circuito. O participante, para manter o estado *alfa*, tinha de obter um *feedback* positivo na forma de um controle maior sobre a saída de som resultante. Normalmente, as obras de Rosenboom solicitavam dois ou mais participantes que recebiam *feedback* visual ou aural quando conseguiam gerar ondas *alfa* sincronizadamente – a ideia aqui era prover, através da improvisação musical, uma forma de comportamento coletivo (*ibid.*).

---

<sup>49</sup> Série-K, da Digital Equipment Corporation.



Figura 5 - David Rosenboom e colegas. Preparação para a performance *Ecology of the Skin* (1970)



Fonte: Rosenboom. Disponível em: <http://davidrosenboom.com>. Acesso em: 18 mai. 2018.

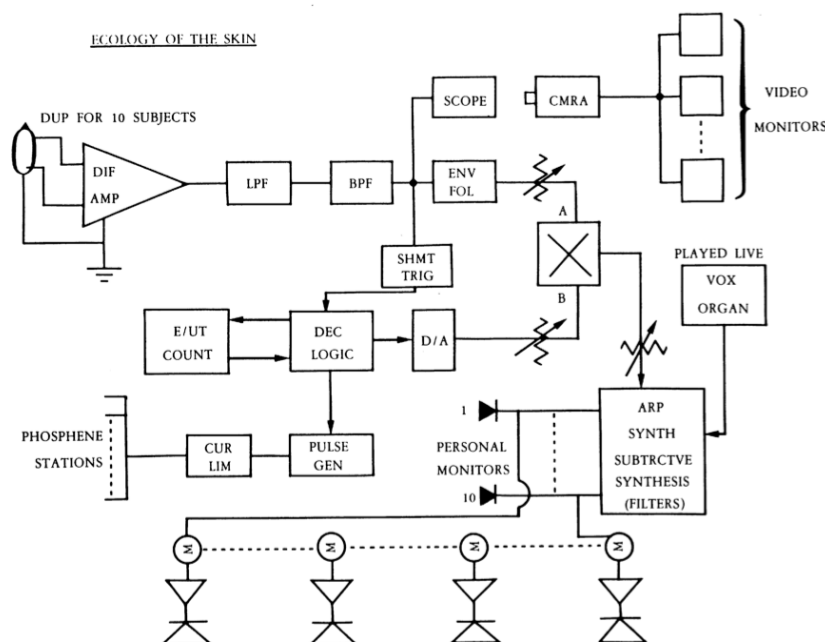
O compositor americano Richard Teitelbaum (EUA, 1939), também pioneiro na arte com o *biofeedback*, criou *Spacecraft* (1967) usando biosinais de seu próprio corpo e de outros participantes. O dispositivo de *biofeedback* foi construído com eletrodos de eletroencefalografia e eletrocardiografia e microfones de contato com amplificadores para captar sons do coração, das cavidades torácicas e da respiração – estes foram usados como material biológico musical em tempo real. A experiência resultou em uma combinação de ações musicais conscientes dos participantes, integradas com as ações biológicas de Teitelbaum. Nessa obra, os biosinais funcionavam em um sistema de *loop* automático ou eram ajustados manualmente no controle da saída para um Sintetizador Moog<sup>50-51</sup>.

Trabalhos posteriores de Teitelbaum, como o *Alpha Bean Lima Brain* (1972) e *Tai Chi Alpha Tala* (1974), foram igualmente controlados por ondas cerebrais, porém ampliavam a experiência para além da sonificação e incluíam: “exibição visual como luzes estroboscópicas, objetos escultóricos, sintetizador de Vídeo Paik-Abe e o Processador de Imagens Dan Sandin para produzir peças que se estendem a outros meios como artes marciais, telecomunicações e televisão” (TEITELBAUM, 2007, p. 500).

<sup>50</sup> Fonte: MOOG. Disponível em: <http://moogfoundation.org/early-live-moog-modular-artists-richard-teitelbaum-first-moog-modular-synthesizer-europe/>. Acesso em: 22 mai. 2018.

<sup>51</sup> Dispositivo responsável por popularizar a eletrônica na música.

Figura 6 - *Ecology of the Skin* (1970), de David Rosenboom



Fonte: Rosenboom (1999, p. 11). Diagrama de configuração do sistema de *biofeedback*, no qual DIF AMP: amplificador diferencial de ondas cerebrais; LPF: filtro de passagem baixa; BPF: filtro de passagem de banda; ENV FOL: suporte de envelope; SHMT TRIG: Circuito de gatilho Schmitz; E / UT: eventos por unidade de tempo; DEC LOGIC: sistema de circuito de lógica modular; D/A: conversores digital-analógico; CUR LIM: circuito de limitação de corrente; CMRA: câmera de vídeo. “A configuração eletrônica para este trabalho incluiu a capacidade de ajustar o grau de controle de ondas cerebrais sobre o som, para cada um dos 10 participantes, de acordo com uma medida estatística simples, a quantidade de tempo gasto por minuto produzindo ondas *alfa*” (*ibid.*).

*Alpha Bean Lima Brain* inclui uma inusitada manipulação das ondas cerebrais. Estas eram enviadas por telefone da Califórnia para Nova Iorque para fazer um pote de feijão saltar durante o *Festival Avant Garde*, de Charlotte Moorman<sup>52</sup>.

Lloyd Gilden (EUA), outro artista pioneiro e psicólogo experimental, dedicou-se ao trabalho com *biofeedback* e a música nos anos 60-70, com o objetivo de realizar pesquisas qualitativas que eram aplicadas após as performances. No questionário de Gilden havia perguntas sobre os sentimentos despertados nos participantes durante a experiência com eletrodos de medição de ondas *alfa*. Trata-se, pois, de algo bastante semelhante aos testes da neuropsicologia atual. Desse questionário, Gilden retirava informações para remodelar a obra ou teorizar sobre ela. Declarações recorrentes estavam normalmente associadas a sentimentos de “soltar-se”, “libertar-se”, “evitar tornar-se emocionalmente envolvido na produção dos sinais

<sup>52</sup> Fonte: MOOG. Disponível em: <http://moogfoundation.org/early-live-moog-modular-artists-richard-teitelbaum-first-moog-modular-synthesizer-europe/>. Acesso em: 22 mai. 2018.

de *feedback*”, “mente em branco”, “não repetir refrões de alguma atividade desejada/não desejada”, “serenidade” e “paz” (BLUM, 1989, p. 87).

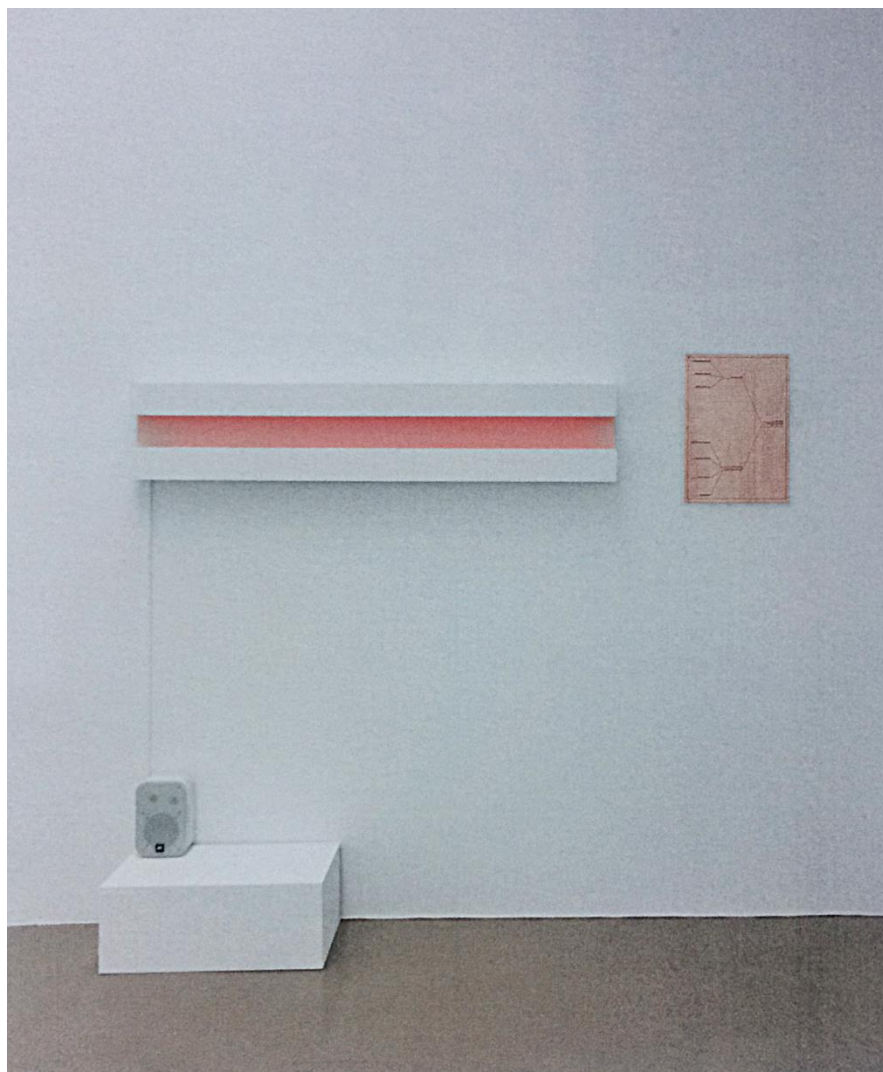
Embora em seus primórdios, a prática artística com *biofeedback* tenha sido um campo explorado predominantemente por homens, Teresa Burga (Peru, 1935), uma precursora da arte-tecnologia latinoamericana, bastante invisibilizada pela história da arte até muito recentemente, realizou obras em diferentes suportes focalizadas no corpo feminino. Burga colaborou inclusive com a psicóloga Marie-France Cathelat para produzir o trabalho multidisciplinar *O perfil da mulher peruana*, desenvolvido entre 1980-1981, sendo este um projeto pioneiro sobre as genealogias do feminismo na América Latina no qual as autoras fazem um estudo socioantropológico sobre jovens mulheres peruanas, resultando em uma exposição e em um livro (LÓPEZ; WEISS, 2014; FAJARDO-HILL; GIUNTA, 2018).

Especificamente no campo da arte de *biofeedback*, Burga se destaca com um trabalho criado em 1970, *Heart beating recording and light* (figura 7). Este é um elemento da instalação *Autorretrato* (1972), que se tornou a obra mais complexa da artista, cuja proposta foi documentar seu próprio corpo por meio de desenhos, fotografias, prontuários médicos e registros visuais e sonoros, tais como seu batimento cardíaco obtido de uma gravação realizada por Burga durante o período de um dia. *Heart beating recording and light* integra uma sessão de *Autorretrato*, que resultou em uma instalação dividida em 3 partes – *Informe do rosto*, *Informe do coração* e *Informe do Sangue* – que visou, segundo a artista, demonstrar a padronização do sujeito em formas gráficas e numéricas. Para Burga, usar o batimento cardíaco como autorretrato é um modo de fugir das restrições estéticas da arte, mas também uma maneira de apontar uma outra forma de relacionar seres humanos, informação e tecnologia e sugerir como esse tipo de representação altera as estratégias de controle.

As experiências com ondas cerebrais e sons dos artistas pioneiros já mostravam que a fruição em obras de arte com *biofeedback* exige habilidade (a de atingir e manter estados *alfa*, por exemplo), treino e destreza. A literatura sobre técnicas de biocontrole defende que o mesmo pode ser atingido com disciplina e prática, embora se saiba que, no caso do estágio *alfa*, ele seja facilmente perturbável por pequenas distrações visuais, mentais e esforço motor mínimo (ORTIZ, 2011).

Portanto, a experiência com dispositivos de *biofeedback* pode ser frustrante para alguns. Tendo consciência do problema, Richard Teitelbaum chegou a treinar os participantes de suas performances em disciplinas de consciência corporal como ioga e meditação zen, visando aperfeiçoar suas habilidades durante a execução das peças (BLUM, 1989).

Figura 7 - *Heart beating recording and light* (1970), obra de Teresa Burga



Fonte: Fajardo-Hill e Giunta (2018, p. 70). Nos anos 70, Burga desenvolveu vários projetos conceituais que combinavam instruções e diagramas baseados em texto.

As experiências artísticas com *biofeedback* comentadas anteriormente são representativas da história das pesquisas sobre a interocepção e a relação corpo-mente e alicerçam as práticas que se seguiram nos anos 90 associadas ao uso de tecnologia computacional. Os pioneiros na arte com *biofeedback* têm algo em comum: suas obras resultam da colaboração direta com cientistas, e exploram, principalmente, a sonificação de biosinais no contexto da música eletroacústica, que se vale especificamente de um dispositivo, geralmente um alto-falante, que transduz energia elétrica para energia acústica (HOLMES, 2008).

A forma que esses artistas exploraram os biosinais e os sons primordiais do corpo encontra paralelos com as técnicas de detecção, avaliação, auscultação e percussão<sup>53</sup> do corpo na medicina.

Rosenboom comenta que a música é um recurso privilegiado para explorar paradigmas de apreensão por oferecer liberdade “para trabalhar, interagir e explorar inter-relações dentro de realidades especulativas” (aqui, no caso, interpretar a fisiologia do sujeito) (ROSENBOOM, 1987a, 2000c *apud* ROSENBOOM, 2003, p.7). Ainda a respeito da correlação possível entre biosinais e a música a partir de dispositivos de *biofeedback*, Rosenboom comenta:

[...] Eventos nesse meio psicofísico podem tornar-se simbólicos de quase tudo o que a mente pode conceber. As ondas acústicas permanecem relativamente abstratas através dos estágios de processamento primário da percepção auditiva no sistema nervoso. Detectores de características acústicas no sistema nervoso auditivo assemelham-se muito proximamente da natureza física do som. Conseqüentemente, a música é um meio ideal para explorar como ouvimos, processamos, armazenamos, associamos e recuperamos imagens sônicas. Dentro da música, é relativamente fácil identificar níveis de abstração e explorar os processos através dos quais apreendemos e atribuímos significado a eventos psicofísicos (*ibid.*).

Contudo, Rosenboom nota que, embora a música utilize o meio das ondas acústicas e percepção auditiva para criar modelos psicofísicos do sujeito, outras possibilidades podem ser exploradas.

Enquanto a arte dos pioneiros priorizou o uso da música para criar representações psicofisiológicas, algumas formas de arte que surgiram posteriormente investiram em outras linguagens e elementos matéricos, o que passa a ser facilitado pela inclusão do meio computacional. Particularmente Stelarc, um artista bastante emblemático, adota uma série de recursos para além dos musicais, embora estes estejam presentes em suas obras, para criar modelos psicofísicos de si mesmo e, assim como Tânia Fraga, ambos produziram sistemas de *biofeedback* que incluem elementos da robótica; já Pia Tikka parte da linguagem cinematográfica para criar uma nova forma de cinema, o cinema enativo.

Mas, de modo geral, o uso da linguagem musical ainda permanece bastante presente na produção contemporânea, a exemplo das obras criadas por artistas como o próprio Stelarc, Laura Guerra e Lisa Park, que serão comentadas no próximo capítulo. O interesse pela eletroencefalografia se mantém e ela tem sido muito empregada na criação de sistemas

---

<sup>53</sup> Ato de escutar os ruídos internos do organismo, para controlar o funcionamento de um órgão ou perceber uma anomalia (HOUAISS, 2018).

multimídia para a execução de exercícios de criação audiovisual e procedimentos de indução da emoção.

Segundo Blum (1989), houve uma descontinuidade no processo de desenvolvimento da música de *biofeedback* no final da década de 70, mas essa resurgiu nos anos 90 com a emergência das tecnologias digitais. A tensão da guerra do Vietnã na década de 70, segundo o autor, refletiu muito no cenário das pesquisas com dispositivos de *biofeedback*, minando os movimentos de psicodelia e a esperança de aplicação social desse tipo de tecnologia. O cenário cultural que se seguiu deu vazão a um outro tipo de pensamento, dominado pelas fantasias da ficção científica e do universo *cyberpunk*.

Para o mesmo autor, os artistas abandonaram o uso dos bio-eletrodos, mas, obviamente, carregaram consigo as experiências que haviam adquirido com seu uso. Alguns deles inclusive, décadas depois, retomam a sua utilização, como é o caso de David Rosenboom, com as obras interativas *On Being Invisible Ii (Hypatia Speaks To Jefferson In A Dream)* (1994), *Ringing Minds* (2014) e *Portable Gold And Philosophers' Stones (Deviant Resonances)* (2015).

Nos últimos dez anos, aproximadamente, graças à popularização dos biosensores, que se tornaram economicamente acessíveis, e de mais fácil integração aos computadores, o trabalho com dispositivos de *biofeedback* no campo da arte se intensificou.

## 5 ARTE DE *BIOFEEDBACK*: DESDOBRAMENTOS POÉTICOS

Neste capítulo, apresentamos oito obras de arte que pertencem à segunda geração da produção artística com *biofeedback* que incluem o uso de tecnologia computacional e que foram desenvolvidas entre 1995 e 2017. Os exemplos utilizam várias implementações poéticas de *biofeedback* que permitem estudar a mente corporificada sob diferentes perspectivas.

Comentamos mais detalhadamente *NeuroBodyGame* (2010), de Rachel Zuanon, e *Obsession* (versão de 2017), de Pia Tikka. Esta última foi a única obra estudada a partir de trabalho de campo. As outras obras foram estudadas principalmente por meio de documentação disponibilizada nos sítios eletrônicos dos artistas ou de seus canais no Youtube. Quando foi possível, entrevistamos alguns artistas de maneira presencial ou remota e usamos o material da entrevista ou artigos como consulta complementar.

As obras de arte são apresentadas em ordem cronológica.

### 5.1 *Ping Body* (1995)

A carreira de Stelarc (Chipre, 1946), iniciada no final dos anos 60, é marcada por uma produção artística muito difícil de categorizar. Em essência, o artista explora arquiteturas anatômicas alternativas para o corpo baseadas em próteses, robótica, tecnologias médicas, biotecnologia e internet. Um de seus trabalhos mais controversos foi a implantação de células-tronco no braço que cresceram no formato de uma orelha (ZYLINSKA, 2002).

Segundo o próprio Stelarc, em entrevista a Darren Tofts (2008), sua carreira se desenvolveu sob forte influência das pesquisas com *biofeedback* nos anos 60 que o levaram a pensar sobre as possibilidades de utilização no contexto da arte dos sons e movimentos do corpo. O trabalho de Stelarc já foi muito estudado à luz das teorias da cibernética<sup>54</sup> e do pós e trans-humanismo, principalmente sob o foco da descorporificação (*disembodiment*) e do corpo obsoleto (ZYLINSKA, 2002). Em essência, no caso das discussões sobre o corpo pós-humano e o trans-humanismo, o corpo é abordado como:

[...]um corpo de autoria de suas tecnologias, que também reconta e reconfigura o que significa ser humano. Consequentemente, a suposição do pós-humano, e sua imagem

---

<sup>54</sup> Definida em meados do século XX por Norbert Wiener (2013) como o estudo científico do controle e da comunicação no animal e na máquina. Os campos de estudo que influenciaram ou foram influenciados pela cibernética incluem a sociologia, psicologia (especialmente neuropsicologia, psicologia comportamental, psicologia cognitiva), filosofia, arquitetura entre outros.

visual, tanto é um fato quanto uma ficção, na medida em que são construídos como real por sua representação e teorização, mas é simultaneamente o produto do imaginário. O termo pós-humano, no entanto, pode parecer um ponto final no qual o corpo humano é descartado como uma espécie não viável, em comparação com organismos que superaram suas limitações biológicas por meio de tecnologias avançadas. Parece-me que o termo "trans-humano", descrevendo um estado de transição em que os devires são múltiplos, envolve a noção de personas liminares de uma maneira mais complexa. [...] A noção de trans-humano aponta para uma transição suave, ou mesmo uma interação sutil entre dois objetos, nenhum dos quais se torna obsoleto no processo (CLARKE, 2002, p. 34).

*Ping Body* utiliza o mesmo sistema de outras duas performances anteriores, *Fractal Flesh* e *Parasite*. O que as diferenciam é o tipo de dados que o computador manipula para dialogar com o corpo de Stelarc. Essas performances incluem o dispositivo *Third Hand* (figura 1) e interfaces de estimulação elétrica dos músculos.

Apesar de identificarmos o uso do computador na década de 80, inclusive por alguns artistas pioneiros que foram apresentados no capítulo anterior, as obras ali produzidas continuam a explorar essencialmente a linguagem sonora. *Ping Body*, por sua vez, se destaca e serve de exemplo de uma das primeiras obras da segunda geração da arte de *biofeedback* que utilizam o computador pela forma como radicaliza e expande as experiências iniciadas pelos artistas pioneiros nos anos 60.

A palavra “*ping*”, presente no título da performance, refere-se a um mecanismo computacional que controla o corpo por meio de um sistema de dados externos. “*Ping*”, do inglês, “silvar”, “sibilar”, significa fazer um som agudo e curto<sup>55</sup>. É uma palavra usada para descrever o som gerado pelo equipamento de sonar em submarinos. Os sonares emitem sons que se assemelham a um silvo e servem para medir a distância entre o submarino e um determinado objeto. O cálculo do sonar é feito com base no tempo que esse som leva para ecoar no espaço e encontrar o objeto.

Nas redes de computadores, “*ping*” é usado para determinar se uma conexão está "ativa" e se ela é boa, estável. Os dados processados pelo computador na obra *Ping Body* são gerados por método *ping* – vários domínios na internet são tomados como parâmetros para medir as distâncias espaciais e o tempo entre esses computadores e o computador de Stelarc; as variações nos valores de *ping* dependem da distância e do tráfego na rede. Os dados assim coletados são usados para alimentar um estimulador muscular múltiplo que ativa os músculos de Stelarc por

---

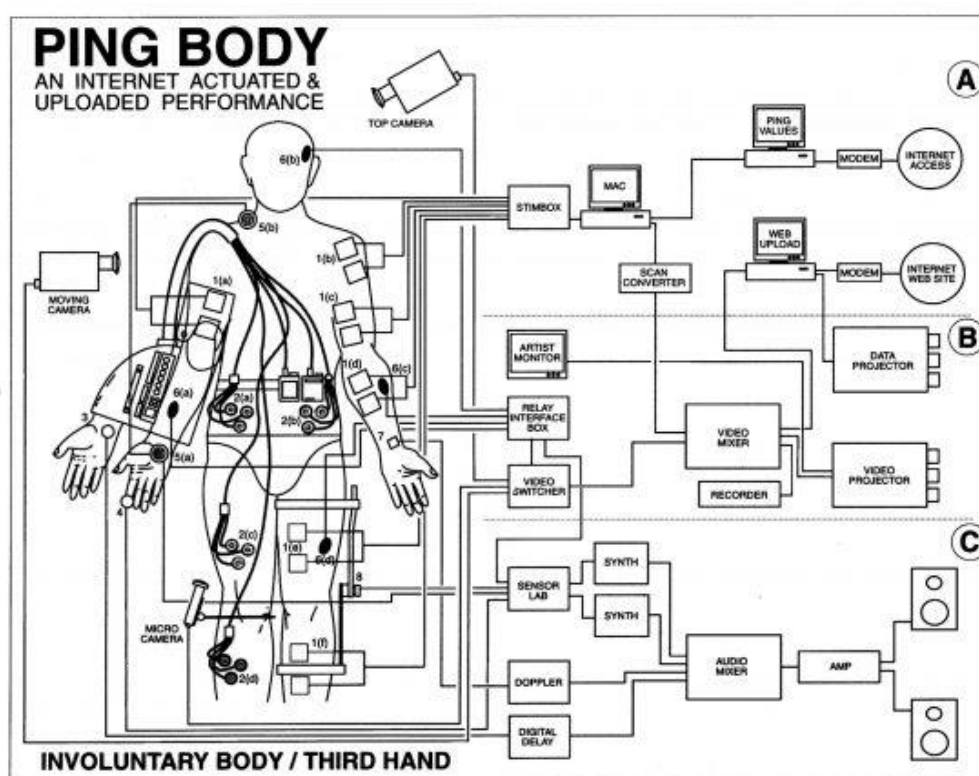
<sup>55</sup> Fonte: CAMBRIDGE. Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-portuguese/ping>. Acesso em: 25 fev. 2018.



corrente elétrica. A atividade na rede, portanto, é convertida e usada para definir movimentos no corpo do artista<sup>56</sup>.

Pessoas localizadas no Centro Pompidou (Paris), no Media Lab da Universidade de Aalto (Helsinki) e na Conferência *Doors of Perception* (Amsterdam) iniciam um processo de acionamento remoto no corpo de Stelarc através de um sistema de estimulação muscular, baseado em uma tela de toque que envia dados pela internet (figura 2). Esses dados são processados via método *ping* aleatório, que calcula a distância e o tempo de tráfego que os mesmos levam para atingir cerca de trinta domínios. Os domínios produzem valores de 0 a 2.000 milissegundos, que são distribuídos sob a forma de tensão elétrica nos músculos de Stelarc que provocam movimentos involuntários, resultando em uma coreografia em tempo real<sup>57</sup> (figura 3).

Figura 1 - Desenho esquemático de *Ping Body* com detalhe da *Third Hand* à esquerda

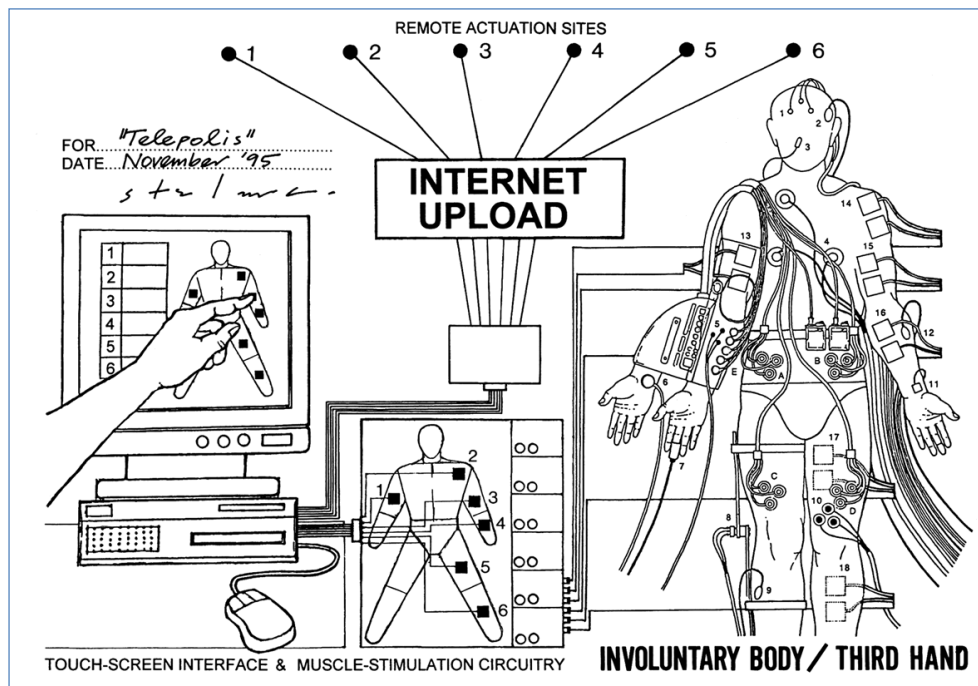


Fonte: Stelarc. Disponível em: <http://stelarc.org/?catID=20290>. Acesso em: 25 fev. 2018.

<sup>56</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://v2.nl/archive/people/stelarc/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

<sup>57</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://v2.nl/archive/people/stelarc/>; <http://stelarc.org/?catID=20290>. Acesso em: 25 fev. 2018.

Figura 2 - Sistema de estimulação muscular remota via tela de toque da performance *Ping Body*



Fonte: Stelarc. Disponível em: <http://stelarc.org/?catID=20290>. Acesso em: 25 fev. 2018.

Portanto, o desempenho do corpo tem a ver apenas indiretamente com o acionamento das pessoas em outros lugares, uma vez que eles respondem aos sinais *ping* que elas ajudam a construir e que são mapeados para a musculatura – dessa maneira, o corpo torna-se um barômetro da atividade da internet (STELARC, 1997).

Figura 3 - Coreografia involuntária, automatizada e improvisada da performance *Ping Body*



Fonte: Stelarc. Disponível em: <http://stelarc.org/?catID=20290>. Acesso em: 25 fev. 2018.

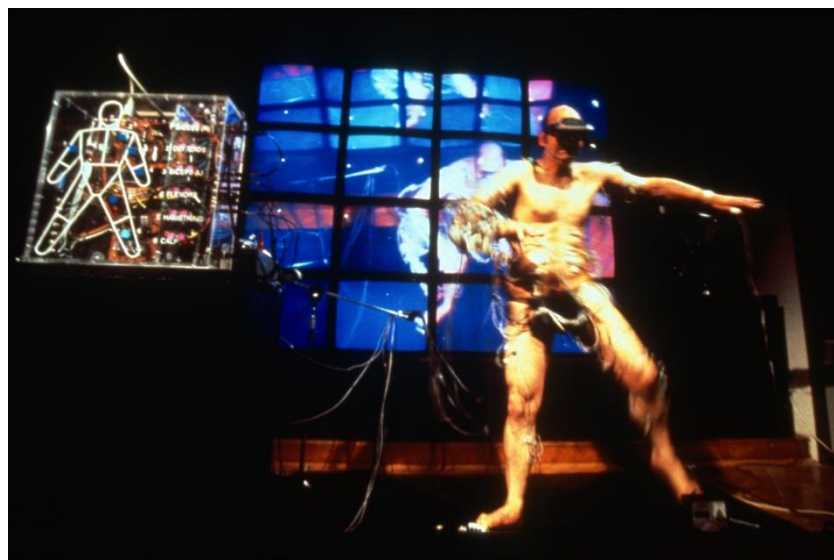
O desempenho do tráfego de dados na internet (ou valores de cálculo *ping*), em sua relação com a proximidade, posição e ângulo dos braços e pernas de Stelarc, pode ser observado ao vivo sob forma de som e imagem no ambiente da performance e, também, à distância<sup>58</sup> (figura 4).

Além dos eletrodos de estimulação muscular, Stelarc usa outros sensores, eletrodos e transdutores nas pernas, braços e cabeça que captam sinais e sons corporais, que são, então, amplificados para compor uma paisagem sonora-visual no ambiente. O sistema permite que Stelarc veja as pessoas conduzindo o processo de acionamento de seu corpo remotamente e, do outro lado, as pessoas podem ver imagens do artista e a composição de sons e imagens que elas estão ajudando a gerar.

---

<sup>58</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://v2.nl/archive/people/stelarc/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

Figura 4 - Performance *Ping Body*



Fonte: Stelarc. Disponível em: <http://stelarc.org/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

Segundo Stelarc, expor a pele, os eletrodos, os sensores e a fiação presos a ela, é visualmente importante porque ajuda a construir a ideia de sistema nervoso externo ao corpo. Na visão do artista, “o corpo é escalonável telematicamente para responder aos sinais reverberantes de um sistema nervoso externo e estendido”<sup>59</sup>.

Um outro aspecto apontado por Stelarc é que a obra inverte a relação usual que temos com a internet. Em vez da internet ser construída com a contribuição das pessoas, é ela que conduz a atividade no corpo de Stelarc produzindo aumento de sua propriocepção muscular. O corpo se torna um ponto para a atividade da rede e uma construção estatística dela.

Stelarc (1997), seguindo a tradição dos artistas pioneiros, estudou muito os sons do corpo e seu uso amplificado. Ele os descreve como zumbidos, apitos, clicados, chiados, batidas, coisas que se movem no ar e na água<sup>60</sup>. *Ping Body*, uma orquestra conduzida pela fisiologia, adota, ainda, técnicas de eletroencefalografia, eletromiografia e ecocardiografia – sinais elétricos do corpo de Stelarc são capturados por eletrodos fixados na pele que são pré-amplificados via instrumentos de monitoração médica e usados para modular um sintetizador analógico. Além disso, a performance também inclui um pletismógrafo, que é “um aparelho que mede e registra variações de volume em um órgão ou membro do corpo, através da medição das variações da quantidade de sangue nele encontrado ou que por ele passa” (HOUAISS,

<sup>59</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://stelarc.org/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

<sup>60</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://v2.nl/archive/articles/parasite-visions>. Acesso em: 25 fev. 2018.

2019)<sup>61</sup>, um potenciômetro para medir as diferenças de potencial elétrico e disjuntores de mercúrio para indicar posições do corpo.

*Ping Body* resulta das pesquisas desenvolvidas pelo artista desde os anos 60 focalizadas em modos de capturar sinais fisiológicos de várias partes do corpo, sobretudo o batimento cardíaco e o movimento muscular que, segundo Stelarc, por serem sons bastante abstratos, são facilmente sintetizáveis. O artista chama a atenção em *Ping Body* para como a respiração afeta o corpo todo e como isso pode ser verificado durante a performance<sup>62</sup>.

## **5.2 Lungs [the breather] (2008)**

*Lungs: [the breather]*, concebida e dirigida pela artista Laura Colmenares Guerra (Colômbia, 1978), que também produziu os vídeos, é uma obra feita em parceria com Todor Todoroff (interação sonora e composição) e Yacine Sebti (visualização). Trata-se de uma instalação que explora a atividade dos processos corporais involuntários, no caso a respiração, com o objetivo de ampliar a percepção do corpo (figura 5).

---

<sup>61</sup> Fonte: HOUAISS. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#11>. Acesso em: 15 jan. 2019.

<sup>62</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://stelarc.org/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

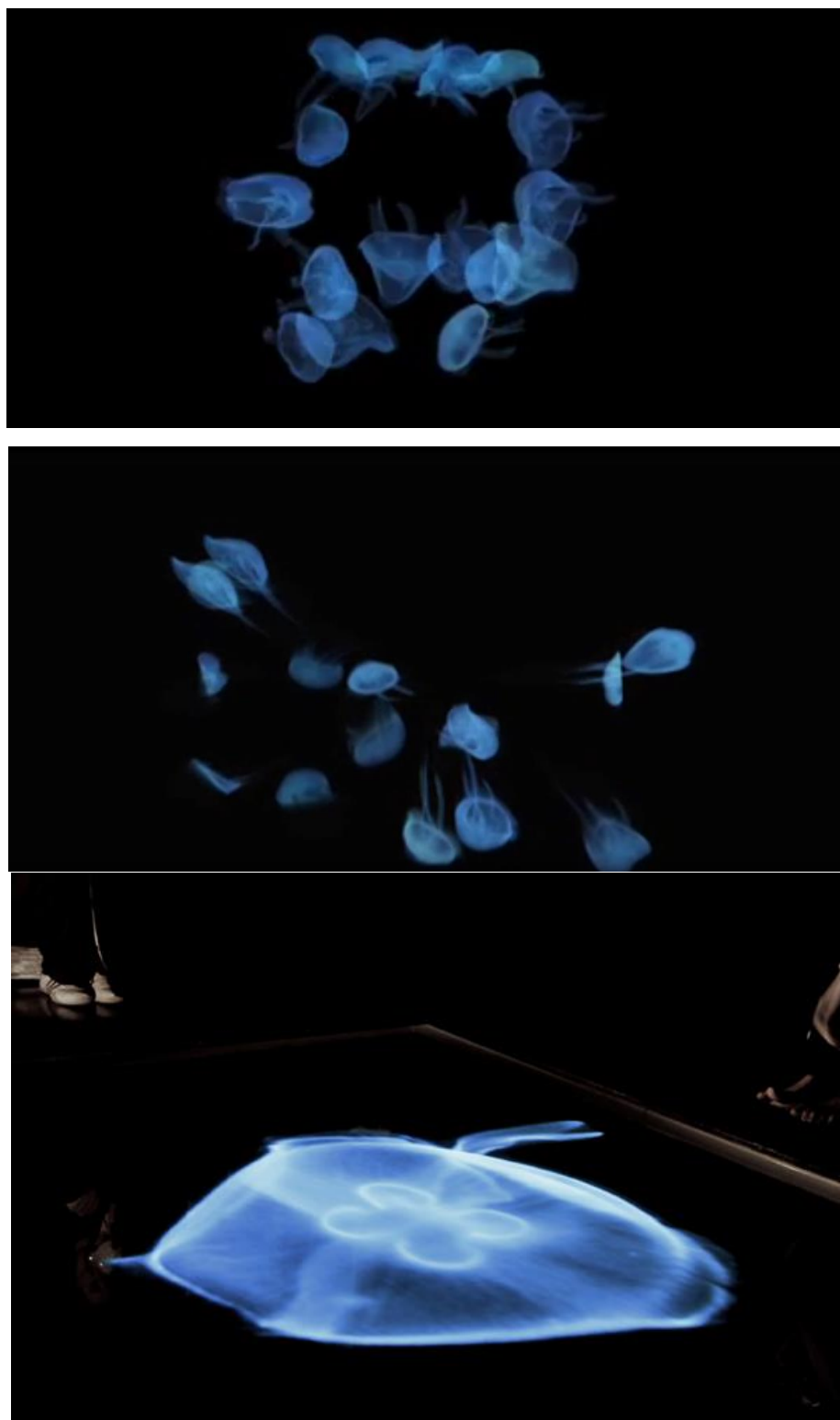
Figura 5 - *Lungs: [the breather]*, instalação responsiva para quatro participantes



Fonte: Guerra. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.

A experiência proporcionada pela obra, que amplifica e intensifica a respiração, estimula a percepção de processos corporais individuais e coletivos fazendo com que se tornem conscientes e voluntários. Por meio da respiração, os participantes recebem *feedback* de seu próprio processo respiratório, bem como dos de outras pessoas com quem dividem a experiência de fruição da obra. Esses processos são traduzidos em respostas de áudio e vídeo (águas-vivas) em tempo real, os quais, além de fornecerem respostas individuais, ajudam a interconectar os participantes (figuras 6, 7 e 8).

Figuras 6, 7 e 8 - *Lungs: [the breather]*, detalhes dos vídeos responsivos

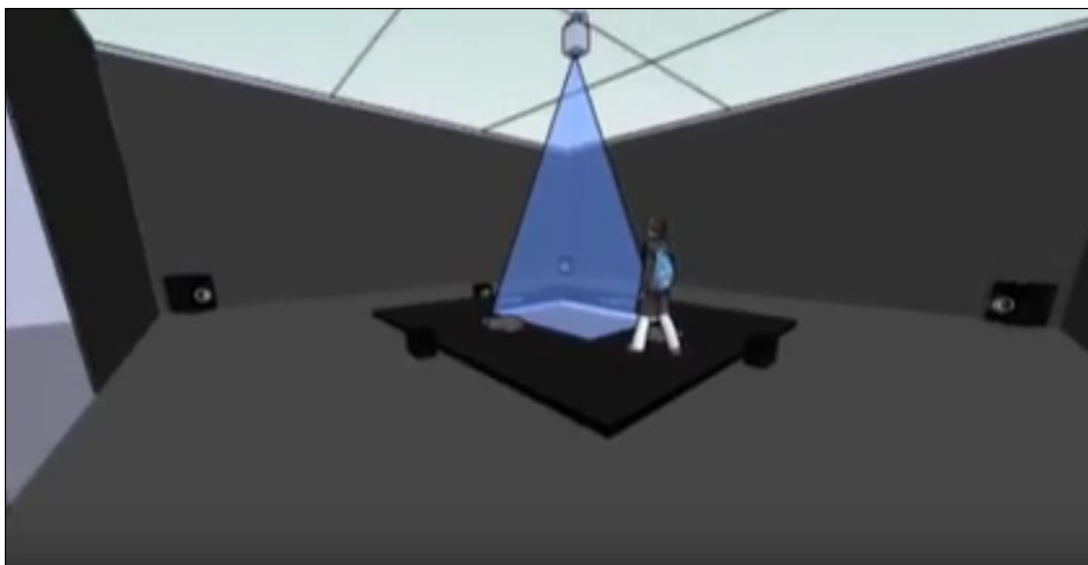


Fonte: Guerra. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.

*Lungs: [the breather]* permite a participação de até quatro pessoas, que são convidadas a se sentarem sobre quatro pedras posicionadas em cada um dos lados de uma tela de projeção que reproduz uma piscina retangular repleta de águas-vivas. Utilizando máscaras respiratórias, cada participante manipula quatro águas-vivas. Assim que os participantes começam a respirar por essa máscara, que possui sensores acoplados, um vídeo é acionado (figuras 6, 7 e 8)<sup>63</sup>.

Na piscina (figura 9), existe um conjunto de dezesseis águas-vivas cujas ações ocorrem em função do ritmo da respiração do participante. A experiência com as águas-vivas dura cerca de dez minutos, sendo possível guiá-las através de estados de interação generativa de áudio e vídeo. Embora *Lungs: [the breather]* ofereça uma experiência pessoal, esta é desestabilizada pela presença de outros corpos que não podem ser controlados. A respeito desse fato, Guerra observa que, embora a experiência de *Lungs: [the breather]*: “[...] implique em observação consciente e identificação de nossos próprios processos involuntários específicos, ela também aumenta a tensão entre os diferentes aspectos de nós mesmos, como seres humanos, em um quadro coletivo”<sup>64</sup>.

Figura 9 - Projeto da instalação de *Lungs: [the breather]* em cenário 3D



Fonte: Guerra. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.

<sup>63</sup> Fonte: GUERRA. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.

<sup>64</sup> Fonte: GUERRA. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.



### 5.3 *Caracolomobile* (2010)

*Caracolomobile*, de Tania Fraga (Brasil, 1951), baseado em uma interface neural de computação afetiva, fica pendurado no teto do local expositivo e funciona em resposta aos estados emocionais e expressivos do interator que, nesse caso, são interatores treinados devido à logística da exposição. A artista apresenta *Caracolomobile* como um organismo artificial que se diferencia de um robô por sua leveza, flexibilidade e simplicidade e por ter um sistema pneumático que o movimentam (FRAGA, 2011) (figuras 10 e 11).

Figuras 10 e 11 - *Caracolomobile*, sob diferentes ângulos, da artista brasileira Tânia Fraga



Fonte: Fraga. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ya4N2AcXyE8>. Acesso em: 25 fev. 2018.

A obra utiliza um capacete neural com dezesseis sensores biométricos que identificam as flutuações da atividade cerebral que são correlacionadas com as imagens, sons e movimentos

que dão vida à obra. O organismo é capaz de reagir, reconhecer e expressar características comportamentais do interator – se o interator atingir um estado de meditação, isto é, se ondas *alfa* forem captadas, o organismo se abre completamente e um som mais constante e grave é reproduzido. Se níveis de estresse forem identificados, o objeto se contorce, se fecha. A cada estímulo recebido dos dezesseis biosensores ocorre uma resposta diferente no organismo.

Em associação ao organismo artificial, a artista desenvolveu uma interface visual para que os humores e flutuações da mente possam ser acompanhados em tempo real pelo interator e o público (figura 12).

Figura 12 - Interface visual associada a *Caracolomobile*



Fonte: Fraga. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ya4N2AcXyE8>. Acesso em: 25 fev. 2018.

*Caracolomobile* possui uma estrutura que é o resultado de uma série de estudos sobre geometrias 3d (cubo-octaedro, organizações fractais e espirais) e de uma longa pesquisa desenvolvida por Fraga sobre materiais que fornecem movimentos orgânicos que conseguem receber força mínima e gerar movimento máximo (figura 13).

Figura 13 - Estudo da estrutura de *Caracolomobile* em 3D



Fonte: Fraga. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ya4N2AcXyE8>. Acesso em: 25 fev. 2018.

#### **5.4 *NeuroBodyGame* (2010)**

*NeuroBodyGame*, obra de Rachel Zuanon (Brasil, 1974), é descrita pela artista como um computador vestível que usa dados fisiológicos do usuário (resposta galvânica da pele e volume de sangue do pulso) e eletrofisiológicos (atividade do sistema nervoso central) para jogar (figuras 14 e 15).

Figuras 14 e 15 - Detalhes dos biosensores



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br/neurobodygame/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

O jogo é composto de uma interface sem fio, o computador vestível, e uma tela que apresenta a parte gráfica do sistema que funcionam em retroalimentação (figura 16). *NeuroBodyGame Dragon* e *NeuroBodyGame Car* são os dois jogos que acompanham o sistema, criados com código aberto, sendo que o último é mais complexo e exige um usuário mais experiente (ZUANON; LIMA, 2011) (figuras 17 e 18).

Figura 16 - Interface gráfica e computador vestível de *NeuroBodyGame*



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br/neurobodygame/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

Rachel Zuanon e Geraldo Lima (2011) discutem *NeuroBodyGame* partindo da computação ubíqua, que propõe dispositivos distribuídos no ambiente físico de forma “transparente” e “invisível” para o usuário. Nesse tipo de computação, a presença corporal do usuário, sua locomoção e movimento, assim como sua voz, substituem os mouses, teclados e *joysticks* e estabelecem os fluxos de comunicação com os sistemas computacionais distribuídos no espaço físico. A ideia central da computação ubíqua é que o espaço digital imite as ações do usuário.

[...] Movimentos, gestos e vozes constroem a expressão do corpo visível, num diálogo contínuo mediado pela invisibilidade das interfaces intangíveis. A mobilidade configurada, portanto, anuncia outra condição para a existência interativa em que os jogos podem ser (re)pensados dentro de um universo da realidade híbrida, física e digital (ZUANON; LIMA, 2011, p. 2687).



Figuras 17 e 18 - Detalhes da interface gráfica de *NeuroBodyGame* e das reações do computador vestível



Fonte: Zuanon e Lima (2011, p. 2686). O computador vestível muda de cor de acordo com os estados emocionais e psicológicos do usuário.

Para Zuanon e Lima, *NeuroBodyGame* dialoga com a computação ubíqua, porém a expande ao adicionar biointerfaces e elementos da computação afetiva que reconfiguram o computador como uma máquina com habilidades afetivas focalizada na emoção e na biologia do corpo do usuário. Para os mesmos autores (*ibid.*, p. 2688), “a emoção do interator entra em jogo literalmente para que uma interatividade de outra natureza possa se apresentar”. *NeuroBodyGame* incorpora os conceitos da computação ubíqua, da computação afetiva vestível e da computação biosensível valendo-se de interfaces biométricas funcionais e cérebro-computador para:

[...] proporcionar uma interação orgânica entre humanos e jogos e, assim, levar esses sistemas a uma relação co-evolutiva em que o jogo e o computador vestível vão mudando de acordo com os pensamentos e emoções do usuário no momento da interação (*ibid.*, p. 2688).

O desenvolvimento do sistema *NeuroBodyGame* envolveu uma equipe transdisciplinar composta por artistas, designers, médicos e engenheiros. O sistema integra interfaces sem fio para realizar as interações entre o corpo e os jogos de modo que os usuários joguem usando seus sinais neurológicos e fisiológicos. Cabe às interfaces biométricas funcionais verificar a variabilidade do sistema nervoso autônomo do jogador e fornecer informações sobre seu estado físico ou comportamento. As mesmas interfaces biométricas funcionais reúnem os dados fisiológicos de forma continuada e, por isso, não interrompem a jogabilidade, fazendo com que o jogo seja um processo contínuo<sup>65</sup>. Ou seja: “[...] as informações fisiológicas do jogador atuam como dados para configurar uma interação que corresponde ao *status* de seu organismo, especificamente naquele momento da sua relação com o jogo” (*ibid.*, p. 2688).

As frequências das ondas cerebrais adquiridas via interface cérebro-computador, assim como os outros parâmetros fisiológicos do jogador obtidos por meio das interfaces biométricas funcionais, são lidos simultaneamente durante a jogabilidade e informam a variabilidade emocional, o nível de ansiedade, a resposta emocional, o reflexo dos sistemas nervoso simpático e parassimpático, o nível de oxigênio funcional e a frequência cardíaca. Esse mapeamento é:

[...] associado em tempo real às características dos jogos, que começam a reagir de acordo com o estado fisiológico do jogador. Em outras palavras, o *feedback* obtido pelo interator a partir do jogo, bem como do computador vestível, resulta de seu estado emocional durante a interação com todo o sistema digital (*ibid.*, p. 2688).

---

<sup>65</sup> Fonte: ZUANON. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br/neurobodygame/>. Acesso em: 24 mai. 2018.

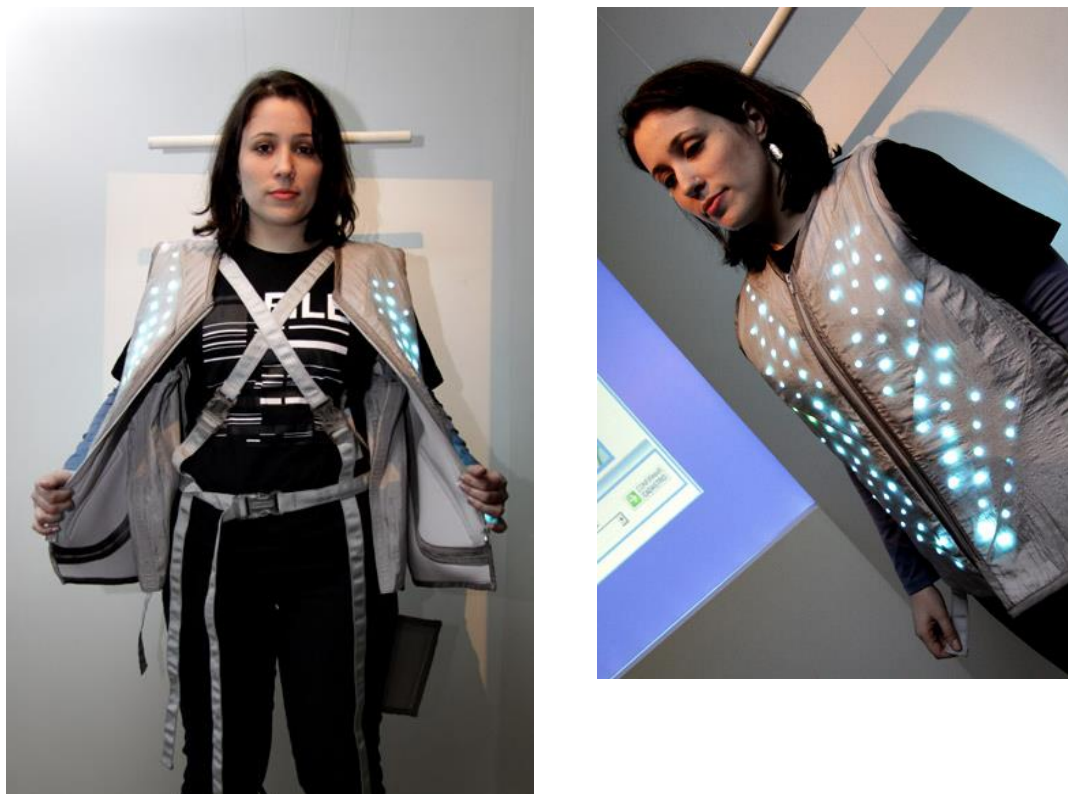
No memorial descritivo de *NeuroBodyGame* (*ibid.*) a artista diz que o conceito norteador para a criação da correlação entre os dados fisiológicos do corpo do usuário e os jogos leva em conta que o *NeuroBodyGame* é um sistema cuja estrutura interna reproduz o interior do corpo humano, tomando o cérebro como ponto principal de onde os estímulos nervosos responsáveis pelo funcionamento do corpo partem e chegam.

Zuanon e Lima apontam a preocupação que a equipe teve em escolher os tecidos apropriados para produzir o computador vestível e fazer com que o mesmo estivesse apto a receber todos os componentes eletrônicos necessários ao funcionamento da obra, sendo, ao mesmo tempo, confortável para o usuário, pois o ajuste inadequado da peça ao corpo pode dificultar a jogabilidade. Além da preocupação com o conforto, o design do computador vestível teve que considerar as sensações e emoções do interator relacionadas à experiência tátil com a roupa. Os mesmos autores observam que, ainda que o toque não seja exatamente uma emoção, ele “induz alterações neuronais, glandulares, musculares e mentais que juntos chamamos de emoção” (*ibid.*, p. 2688).

O design do vestível usou três matérias-primas apropriadas visando agregar conforto e estética – o primeiro tecido trabalha o interior da peça da roupa e suporta os circuitos e dispositivos; o segundo tecido é usado para acomodar e fornecer estabilidade aos componentes eletrônicos que foram inseridos impedindo-os de escorregar durante o uso; e o último tecido, que é o externo, permite a emissão das luzes de LED instaladas no interior da roupa (figuras 19 e 20).



Figuras 19 e 20 - Computador vestível de *NeuroBodyGame*



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br>. Acesso em: 24 mai. 2018.

Assim, as matérias-primas escolhidas atentam às necessidades do computador vestível. A artista levou em conta os diferentes biotipos que o usarão e, dessa forma, os tecidos também favorecem o encaixe, a elasticidade, o movimento, a aderência, a flexibilidade e a maleabilidade:

[...] essas características ou qualidades têxteis, que também lidam com o comportamento dos tecidos em relação ao tato, orientam a definição dos materiais e respectivas cores usadas, acrescentando qualidade e proporcionando os resultados desejados para a operação do *NeuroBodyGame*, como: (1) permitir transparência e não-interferência na projeção de matizes claros coloridos emitidos no interior do vestuário; (2) em sua aparência externa, traduzem conforto visual e brilho como necessidades principais; (3) as noções usadas na confecção da roupa também devem estar em harmonia cromática (*ibid.*, p. 2690).

A escolha de um colete como forma do computador vestível, segundo Zuanon, justifica-se pelo fato de ser um tipo de vestimenta mais versátil, para corpos de diferentes conformações físicas, permitindo o fácil ajuste por meio de velcros e adaptadores que estendem ou reduzem

a peça. O mesmo critério foi usado na composição da bandana que é anexada à cabeça e ao pulso, onde o teclado usado para o jogo é instalado (figuras 21 e 22).

Figura 21 - Computador vestível de *NeuroBodyGame*



Fonte: Zuanon e Lima (2011, p. 2686).

Figura 22 - Computador vestível de *NeuroBodyGame*, detalhe da bandana



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br>. Acesso em: 24 mai. 2018

Antes de jogar, o usuário faz um teste de usabilidade para que sejam realizados os ajustes necessários, que incluem a análise de aspectos relacionados ao conforto, mobilidade e adaptabilidade do participante “às interfaces funcionais biométricas e cérebro-computador e à integração de suas funções fisiológicas às funcionalidades do jogo” (ZUANON; LIMA, 2011, p. 2690) (figura 23).

Figura 23 - Calibragem do sistema



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br>. Acesso em: 24 mai. 2018.

Como o design do *NeuroBodyGame* se estende ao espaço físico, ele também é uma instalação. Além do computador vestível, existem dois ambientes computacionais, as estações *Game Training* e *Neuro Action*. Na primeira estação, o interator recebe um treinamento para se familiarizar com os jogos, interagindo diretamente em um computador *desktop*, sem o computador vestível. A *Neuro Action*, por sua vez, coloca o usuário em contato com os jogos

através de seus sinais cerebrais e fisiológicos, a partir do uso do computador vestível. Os jogos são visualizados em uma tela de 80 polegadas que apresenta a visualização das:

[...] atividades neurais e outros parâmetros fisiológicos do jogador que estão sendo adquiridos pelo *NeuroBodyGame* durante a jogabilidade. A projeção é feita em uma altura confortável para a visualização dos jogos por pessoas de diferentes alturas, atendendo aos parâmetros ergonômicos e mantendo uma distância mínima entre a tela e o interator (*ibid.*, p. 2691).

Em síntese, quando a roupa está azul implica que o usuário está muito focado, concentrado no jogo e, conseqüentemente, terá jogabilidade plena. Mas, se ele tiver algum grau de ansiedade, ficar tenso e com o pensamento desfocado, isto é, se ele se desconcentrar, a roupa fica amarela e uma leve vibração é disparada nas costas, o que fará com que o usuário tenha dificuldade para jogar. O mesmo acontece se ele estiver com alto nível de estresse, o que fará com que a roupa fique vermelha e o grau de vibração nas costas aumente, tornando-se extremamente difícil jogar<sup>66</sup> (figura 24).

---

<sup>66</sup> Fonte: ZUANON. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br>. Acesso em: 24 mai. 2018.

Figura 24 - Interator jogando



Fonte: Zuanon. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br>. Acesso em: 24 mai. 2018.

### 5.5 EEG: EGG (2013)

A obra de Lia Min nasce de uma reflexão sobre o *self*. A artista observa que a dualidade do *self*, tal como este se mostra, tanto como uma aparência para os outros, quanto como um fenômeno intrínseco à experiência subjetiva, representa um grande desafio para os estudos das ciências cognitivas. Com a intenção de explorar essas duas formas de *self*, Min construiu *EEG: EGG*. A obra propõe uma situação na qual o público se vê desafiado a realizar um exercício de construir e reconstruir o *self* sem a ajuda de sua autoimagem, no caso, o próprio rosto refletido no espelho<sup>67</sup> (figuras 25 e 26).

Figuras 25 e 26 - *EEG: EGG*, vista por fora



Fonte: Min. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eegegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.

Para tanto, a obra foca nesta questão: quem eu sou? Esta pergunta, segundo Min, leva a pensar o *self* através da eliminação de fatores que seriam manifestações das representações do *self*, mas não o *self* em si: quem sou eu além de meu nome, gênero, *status* social, idade, aparência e história pessoal?<sup>68</sup>

Para ajudar na busca de “quem eu sou?”, Min cria uma câmara de meditação em forma de lótus para ser usada por uma pessoa por vez. Dentro da câmara, o interator senta em frente a um espelho, usando um capacete neural, e é orientado a meditar de olhos abertos olhando para

<sup>67</sup> Fonte: MIN. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eegegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.

<sup>68</sup> Fonte: MIN. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eegegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.



sua própria imagem no espelho (figuras 27 e 28). Uma vez em meditação, pode-se experimentar o “silêncio mental” ou acontecer de pensamentos espontâneos tornarem-se mais presentes. Essa atividade proposta pela artista tem outros desdobramentos. Para ela:

[...] O exercício do aumento da consciência leva a uma mudança da reatividade habitual que desencadeia escolhas mais conscientes que trazem benefícios à saúde, tais como a melhora no gerenciamento do stress. Tradicionalmente, a meditação é usada em situações religiosas para esvaziar o *self*. Uma técnica comum, na prática da meditação, é focalizar uma questão que é impossível de se resolver<sup>69</sup>.

O ambiente oferece um espaço intimista que estimula a introspecção, o encontro consigo mesmo. Deve-se estar concentrado olhando para a imagem espelhada de si, de modo a atingir um ápice de autoconsciência. Quando se atinge esse estado pleno, a imagem refletida (ou *self* conhecido) desaparece. Quando o *self* projetado desaparece, emerge a pergunta: “onde está o *self* para além da minha aparência?”.

Figuras 27 e 28 - Imagem refletida no espelho durante duas fases da meditação



---

<sup>69</sup> Fonte: MIN. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eeegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.



Fonte: Min. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eeegg>. Acesso em: 24 mai. 2018. À medida que se atinge estados de relaxamento, o reflexo no espelho esvanece, até sumir completamente. A transparência pode oscilar se os sinais de EEG variarem.

O sistema é alimentado pela atividade do cérebro e utiliza EEG para medir mudanças nos padrões dos estados mentais, que são avaliados a partir de dois tipos de ondas cerebrais, *alfa* e *teta*. O primeiro tipo de onda, a *alfa*, está associada aos estados iniciais de relaxamento, à consciência relaxada, à falta de foco específico e ao estado zen de relaxamento e de consciência. As ondas *alfa* tornam-se mais intensas com os olhos fechados e suas detecções deixam a imagem no espelho mais nítida. Quanto às ondas *teta*, estas se intensificam quando se entra em estado mais profundo de meditação e indicam que a consciência está em estado de sonolência. As ondas *teta* também são associadas ao inconsciente, à inspiração criativa e à meditação profunda. Seu aumento durante a experiência com *EEG: EGG* indica a ampliação da autoconsciência e faz com que a imagem do espelho desapareça gradualmente<sup>70</sup>.

### 5.6 *Eunoia II* (2014)

A performance-instalação *Eunoia II*, de Lisa Park (EUA, Coreia, 1987), é apresentada pela artista como um diálogo entre a vida mental dela própria e a água. A emoção e os estados mentais se manifestam por meio de uma poética que recorre à espiritualidade oriental, na qual “a água torna-se um espelho do seu eu interior” (ROTHBART, 2015, p. 6). *Eunoia* deriva do grego e significa “pensamento bonito”, “mente bonita” (ROTHBART, 2015).

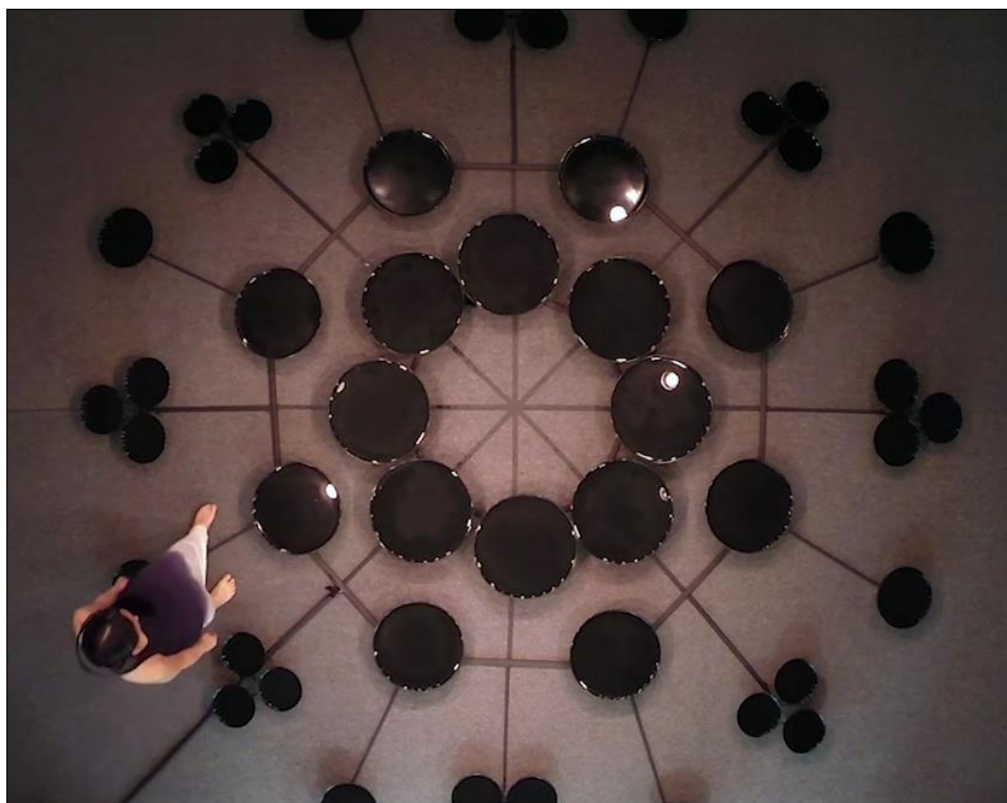
Durante a performance, Park é cercada por quarenta e oito pratos apoiados em uma placa vibratória e com alto-falantes, cheios de água, organizados concentricamente em torno dela. A

<sup>70</sup> Fonte: MIN. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eeegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.



distribuição dos pratos segue uma geometria inspirada no símbolo *Gan Gyl* do budismo coreano, que significa paz e harmonia; a cerâmica coreana, que é associada à espiritualidade e à meditação, também é evocada na obra. Os quarenta e oito pratos aludem às quarenta e oito emoções categorizadas por Baruch Espinosa (figura 29).

Figura 29 - *Eunoia II*, vista de cima



Fonte: Park. Disponível em: <http://www.thelisapark.com/#/eunoia-ii/>. Acesso em: 25 mai. 2018. A geometria da obra foi inspirada no símbolo do *Gan Gyl* e em Espinosa.

A concepção de *Eunoia II* inspira-se na *Ética* de Espinosa (1677), importante obra pioneira no estudo da emoção que discute a relação entre Deus e a Natureza e propõe uma categorização de quarenta e oito emoções. Na proposta de Espinosa, as quarenta e oito emoções seriam manifestações de três afetos básicos: o desejo, o prazer e a dor. Park incorpora na obra essa categorização das emoções e sentimentos e a distribui em quarenta e oito pratos (DAMÁSIO, 2004; ROTHBART, 2015).

A artista usa um capacete de EEG durante a performance com quatorze sensores que capturam sua atividade cerebral e as transformam em ondas sonoras. Enquanto pensamentos e

sentimentos desfilam em sua mente, o som dos alto-falantes movimenta os pratos criando reverberações sutis ou tempestuosas.

Os sinais da atividade do cérebro captados pelos sensores são correlacionados com valores emocionais ligados à frustração, meditação, aborrecimento, engajamento e excitação, entre outros, segundo a categorização de Espinosa. Os valores emocionais são modulados por um *software* que os caracteriza em diferentes intensidades de som que provocam ondulações e respingos de água nas tigelas (figura 30).

Quanto mais frustrada Park se apresenta, mais intenso é o som e a reverberação na água. Quanto mais tranquila sua mente, mais suave é o som, fazendo com que as ondas cerebrais refletidas na água oscilem como ondulações suaves. Segundo o testemunho da própria artista, na meditação sentada é mais fácil controlar os pensamentos e a reverberação da água. Na meditação em movimento, principalmente quando a artista está cercada pelo público, pensamentos e emoções invadem a sua mente e a água se movimenta mais<sup>71</sup>.

Figura 30 - Lisa Park durante a performance *Eunoia II*



Fonte: Park. Disponível em: <http://thelisapark.com/#/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

---

<sup>71</sup> Fonte: PARK. Disponível em: <http://thelisapark.com/#/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

### **5.7 *How the artist can serve as a living lab for the creative process* (2010) e *Tumult* (2014)**

O trabalho de Lia Chavez (EUA, 1979) investiga a natureza das características estéticas da consciência e modos de equilibrar a consciência com a existência corporificada através de dinâmicas entre luz, espaço e tempo. A base dessa investigação está fundamentada nas práticas da meditação.

Segundo os mestres do budismo tibetano, é possível transformar o corpo físico em novas formas de energia por meio da meditação. Essa experiência é explicada pelo budismo tibetano por meio de conceitos de luz e cor. Chavez, uma praticante experiente da meditação, afirma que, quando ela alcança um estado de meditação profunda e sustentada, consegue ver explosões de luz semelhantes a um raio em sua mente – esse fenômeno é frequentemente relatado por veteranos da meditação<sup>72</sup>.

O interesse pela luz associada à prática da meditação como recurso para a arte acompanha a artista há muito tempo. A aproximação com a ciência, de acordo com ela, veio suprir a necessidade de fundamentar seu trabalho em algo verificável. *How the artist can serve as a living lab for the creative process* (2016) é um projeto colaborativo entre Chavez e um grupo de neurocientistas cognitivos do Goldsmiths College e do Queen Mary, na Universidade de Londres. A pesquisa interdisciplinar do grupo tem duas vias: o estudo dos correlatos neurobiológicos do desempenho de Chavez durante a meditação duracional<sup>73</sup> e a verificação das possibilidades de utilização da consciência como material para a arte.

O conhecimento originado dessa parceria da artista com neurocientistas alimentou uma série de trabalhos de Chavez, dentre os quais *Tulmut*<sup>74</sup>, inspirado nos estudos sobre a visão dos quais a artista participou, e cujo método combina a sabedoria antiga das práticas contemplativas e o conhecimento recente das ciências do cérebro. Em tais estudos sobre a visão, a artista foi submetida a uma bateria de experiências de escaneamento cerebral enquanto meditava por até oito horas seguidas com a cabeça coberta por um dispositivo de EEG. Os cientistas verificaram que seus relatos de tempestades leves de luz coincidiam com o aumento na sincronização da atividade elétrica neural, especificamente na faixa de ondas *gama*, que são associadas à memória, ao foco atencional e a sentimentos de bem-estar<sup>75</sup>.

---

<sup>72</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/vision/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

<sup>73</sup> Meditação que exercita a resistência do performer.

<sup>74</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/vision/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

<sup>75</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/text/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

O que surpreendeu os cientistas, durante os experimentos, foi o local no cérebro onde essas atividades estavam ocorrendo: no lobo occipital, uma área do cérebro que processa estímulos visuais e que se tornou muito ativa durante as sessões nas quais a artista enxergava muitas luzes, embora ela estivesse meditando com os olhos fechados. De acordo com os pesquisadores, quando a artista meditou, a atividade de ondas *gama* no lobo occipital aumentou em até 700%. O que Chavez estava vendo, para os cientistas, não era uma ilusão ou fruto de sua imaginação, uma vez que vinha de uma atividade em uma área específica de seu cérebro ligada à visão<sup>76</sup>.

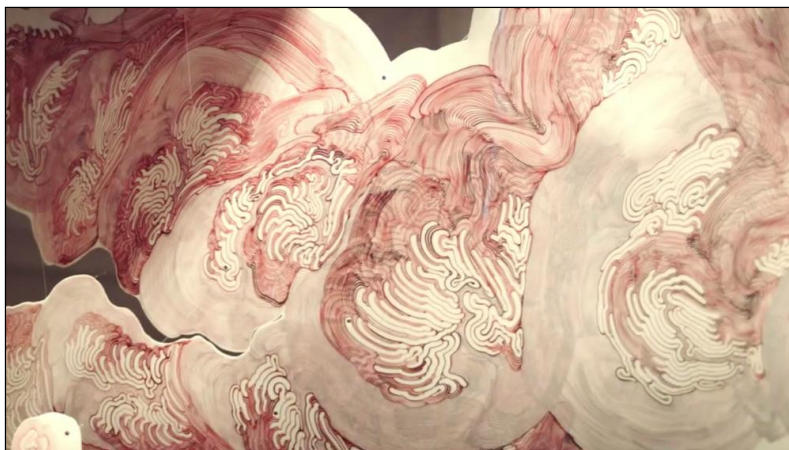
Embora não consigamos ver o que Chavez vê quando medita, a artista nos dá essa oportunidade ao criar uma série de obras de arte que mesclam ambientes imersivos e performances, que formalizam a sua experiência com a meditação e retratam o que sua mente vê durante a meditação. *Tumult*, uma performance de oito horas realizada em um ambiente escuro, vertiginoso e totalmente hipnótico, na qual Chavez passa por vários estágios de meditação, é um exemplo disso (figuras 31 e 32). Para a artista, *Tumult* é um convite para o público assistir à tempestade do fluxo de sua consciência vista através de luzes estroboscópicas usadas para dar visibilidade ao seu eu interior.

Figuras 31 e 32 - Visão geral da performance *Tumult* e detalhe de uma pintura colocada ao fundo



---

<sup>76</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/text/>. Acesso em: 25 mai. 2018.



Fonte (figura 21): Chavez. Disponível em: <https://vimeo.com/98159272>; (figura 22): Chavez. Disponível em: <https://www.theransomnote.com/culture/news/lia-chavez-explores-brainwaves-as-art-material/>. Acesso em: 25 mai. 2018. A pintura representa a ideia de tempestade no ambiente em conjunto com as luzes estroboscópicas.

A performance se vale dos dados gerados por um capacete de EEG, cujos sinais são transmitidos via *bluetooth* e processados em um Arduino<sup>77</sup>, para controlar a força e a frequência de luzes estroboscópicas. A luz, em vez de traduzir um comportamento calmo, representa uma descoberta da artista. A meditação profunda, ao invés de levar a mente apenas às instâncias calmas, também desencadeia visões tempestuosas. Assim, a artista teve como intenção reproduzir essa experiência visceral, que contradiz o que o senso comum conhece sobre a meditação profunda. Quando Chavez está em estado profundo de meditação, a luz pisca forte e intensamente; quando está em estados intermediários, a luz pisca menos (figuras 33, 34 e 35)<sup>78</sup>.

No conceito da obra, Chavez informa que o uso da luz estroboscópica não é apenas um modo de comunicar seu estado interior, mas também um gesto físico de tocar a mente do outro por meio de intensa estimulação visual. Ela afirma que *Tumult* faz referência ao trabalho do neurocientista W. Gray Walter, que na década de 40 descobriu que a luz oscilante altera o padrão das ondas cerebrais em todo o córtex. Segundo Chavez, esse tipo de efeito da luz no cérebro abre interessantes possibilidades de trabalho com a consciência humana, entendida nesse caso como um material para as artes visuais<sup>79</sup>.

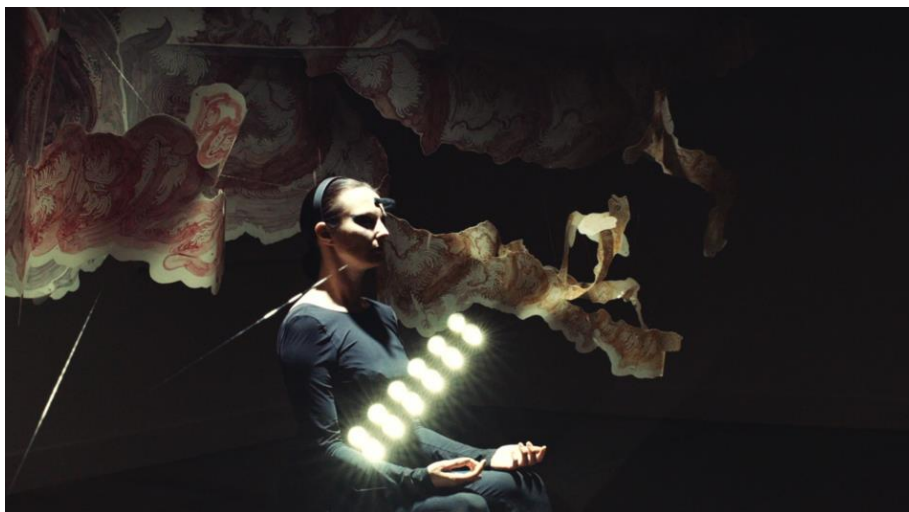
<sup>77</sup> *Hardware e software* de códigos abertos.

<sup>78</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/tumult>. Acesso em: 25 mai. 2018.

<sup>79</sup> Fonte: CHAVEZ. Disponível em: <https://www.liachavez.com/tumult>. Acesso em: 25 mai. 2018.



Figuras 33, 34 e 35 - Lia Chavez durante performance *Tumult*



Fonte: Chavez. Disponível em: <https://www.iheartmyart.com/post/93461046053/lia-chavez-collaborated-with-rehabstudio-for-her>. Acesso em: 25 mai. 2018.

## 5.8 *Obsession* (6ª versão, 2017)

O estreito envolvimento da artista Pia Tikka (Finlândia, 1961) com as pesquisas neurocientíficas desenvolvidas na Universidade de Aalto (Helsinki, Finlândia) – em algumas das quais participou coordenando experimentos que utilizam conteúdos da arte para estudar o cérebro – tem resultado em fecunda produção artística e teórica que se tornou referência para o campo de convergência entre arte e neurociência.

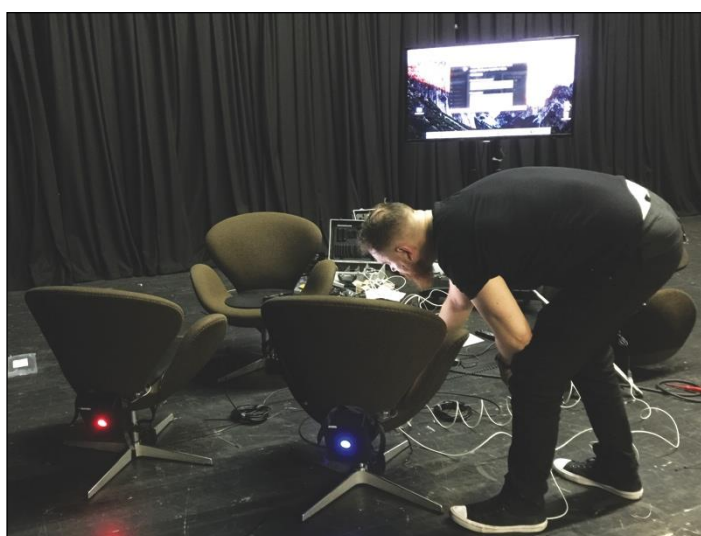
*Obsession* é uma instalação de cinema enativo concebida por Tikka e implementada por Rasmus Vuori (engenharia de *software*) e Joonas Juutilainen (design dos sensores). A obra é fruto de um trabalho colaborativo, iniciado em 2001, que veio a público pela primeira vez em 2005. A sexta versão apresentada aqui possui três implementações em relação às versões anteriores. Uma delas é a adição de um sistema de acompanhamento de visualização dinâmica de batimento cardíaco, de respiração e de excitação emocional (figuras 47 e 48); a outra diz respeito às pequenas adaptações dos sensores nas poltronas e à inserção de frases nos cliques para melhor contextualizar a história.

O estudo que apresentamos aqui é, principalmente, resultado do acompanhamento da montagem e da exibição de *Obsession*, durante o período de quatro dias (12-14 de outubro), no Teatro Alexandrinsky (São Petersburgo, Rússia), em 2017, em ocasião da *International Research-to-Practice Conference: Lighting Design 2017*, organizada pela Universidade de ITMO (São Petersburgo, Rússia) (Figuras 36 e 37). Parte da informação utilizada para compor a apresentação da obra neste capítulo é baseada em nossa vivência com *Obsession* e na série de entrevistas que realizamos com a artista, a equipe de implementação técnica e o público.

*Obsession* introduz um novo gênero de cinema, denominado por Tikka (2010) de “cinema enativo”. O termo é usado pela artista para se referir a um tipo de narrativa cinematográfica cujo ritmo e paisagem sonora se desenvolvem em função da dinâmica emocional entre o espectador e o que este vê nas telas. Ao contrário da ideia tradicional de interação, por meio da qual ocorre manipulação consciente da informação, em *Obsession* a interação envolve tanto a cognição consciente como a inconsciente, havendo, porém, o predomínio dessa última quando a obra explora as antecipações e expectativas fundamentadas nos estados emocionais que emergem da fisiologia do corpo do público. Trata-se de uma apropriação peculiar da tecnologia de *biofeedback*, pois o sujeito não consegue perceber como e nem por que seus sinais vitais alteram a narrativa. O que ele simplesmente tem a fazer é assistir ao filme (TIKKA, 2009, 2010; OLIVEIRA; LEOTE, 2013).

A história narrada em *Obsession* é contada de modo não linear por meio de *flashes*, não tem começo nem fim, é como um ciclo de Moebius em *looping*. Segundo Vuori (informação verbal)<sup>80</sup>, não é possível sequer precisar o que vai acontecer nas telas.

Figuras 36 e 37 - Rasmus Vuori e Joonas Juutilainen durante a montagem de *Obsession*



Fonte: Oliveira (2018 p. 174). Teatro Alexandrinsky, São Petersburgo (Rússia).

---

<sup>80</sup> Entrevista concedida à pesquisadora durante a montagem e exibição no Teatro Alexandrinsky (São Petersburgo, Rússia), em 13 out. 2017.



Embora uma sinopse seja fornecida na entrada da instalação, a história que esta conta não é claramente compreensível quando assistimos ao filme. Emmi, a personagem principal, é apresentada como uma jovem que trabalha em uma lavanderia *self-service* de propriedade da mãe, Jatta (figura 38). Esta está feliz porque dará à luz em breve e seu comportamento não deixa supor que o bebê é fruto de um estupro. A sinopse nos avisa que Jatta apagou a tragédia da memória e quem vive o pesadelo do estupro é a filha, Emmi, que está em luto e em processo de cura no lugar da mãe. Contudo, quando assistimos aos trechos do filme, não fica claro o que de fato ocorreu. Tikka nos confunde.

O nome *Obsession* alude aos sintomas do distúrbio psicopatológico conhecido como “obsessão”, do qual a personagem Emmi sofre. O estado mental obsessivo de Emmi é simulado no filme através de imagens violentas e repetitivas que foram desenhadas a partir dos paradigmas médicos e psicológicos da doença. Esta envolve pensamentos recorrentes e persistentes, impulsos ou imagens que são vivenciadas por algum tempo durante a perturbação, caracterizadas como intrusivas, inapropriadas e que causam acentuada ansiedade ou sofrimento (TIKKA, 2009; OLIVEIRA; LEOTE, 2013).

Tikka diz que *Obsession* busca descrever como os atos traumáticos de violência não afetam apenas o indivíduo, mas também violam a família. Sobre essa hipótese, Tikka aplicou no filme ideias oriundas da neurociência cognitiva social que propõem que as experiências traumáticas são experienciadas intersubjetivamente (TIKKA, 2010).

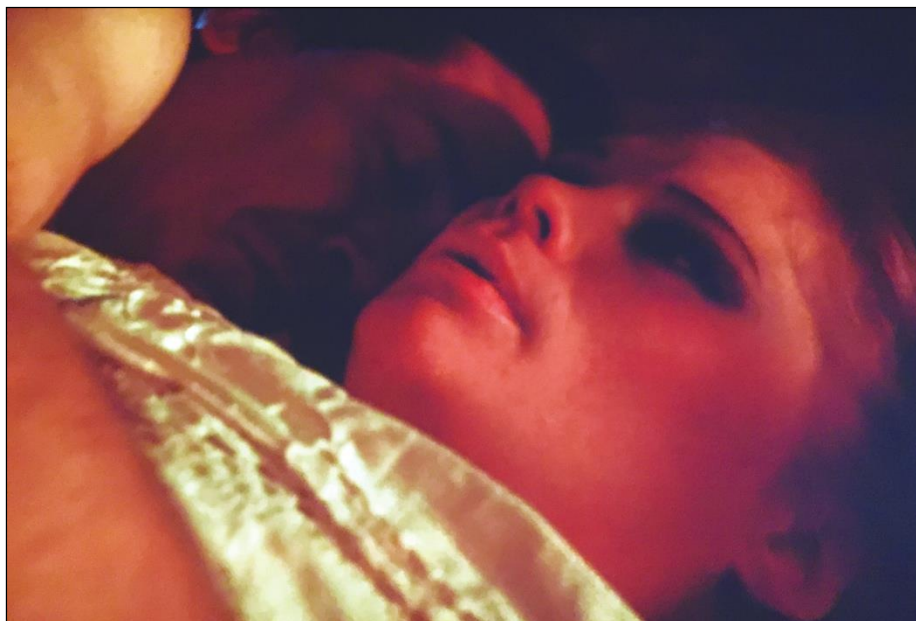
Figura 38 - Ambientação da história, a lavanderia



Fonte: Oliveira (2018 p. 176).

O personagem Henrik aparece para utilizar os serviços da lavanderia. Ao que entendemos, Emmi assume que esse desconhecido é o estuprador da mãe. Ao mesmo tempo, ela tem fantasias com ele. Henrik, em alguns *flashes*, aparece como o violador; em outros, como amante de Emmi, que chega a alimentá-lo e lhe oferece moedas para que lave suas roupas (figura 39). É difícil saber quem Henrik realmente é.

Figura 39 - Emmi e Henrik em um dos *flashes*



Fonte: Oliveira (2018 p. 177).

Jatta é retratada como mãe preocupada, mas talvez vilã. Em um momento, Jatta diz bastante preocupada com a filha: “Emmi, coloque luvas para tingir a roupa, você vai danificar tuas mãos”; em outro instante, Jatta não deixa Emmi tocar sua barriga, é ríspida e distante. Emmi, por sua vez, emite frases que indicam que a mãe a escraviza na lavanderia (figura 40).

Figura 40 - Emmi auxiliando a mãe no parto



Fonte: Oliveira (2018 p. 178).

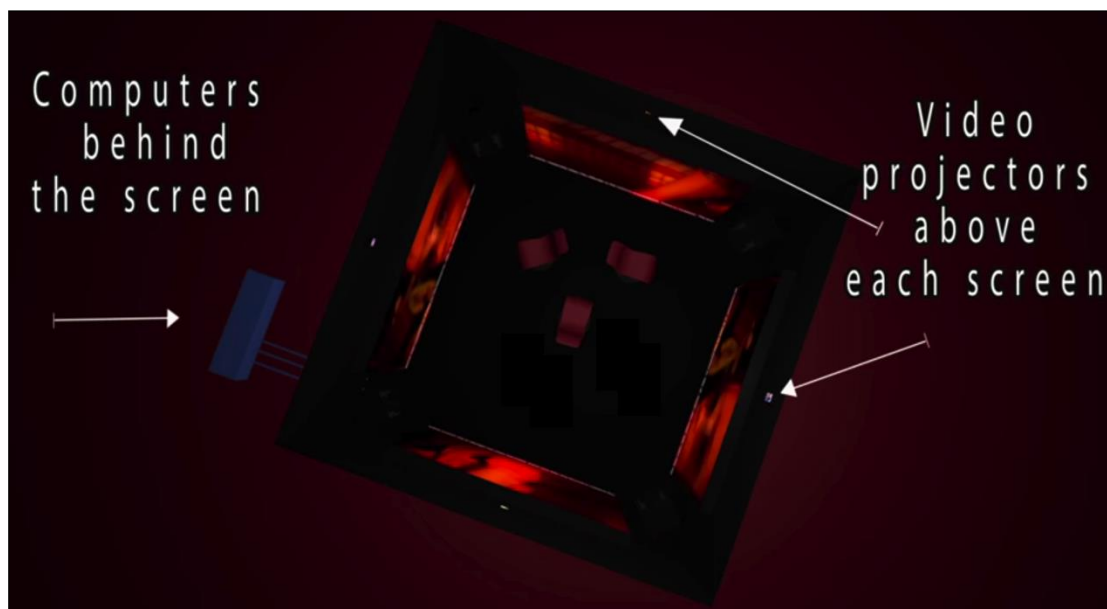
*Obsession* é uma obra difícil de ser categorizada. Enquanto espaço físico, é uma instalação generativa baseada em uma interface biossível que constrói um espaço cênico composto de três poltronas, colocadas no centro da instalação, quatro telas grandes, que contam uma história a partir de *flashes* e diferentes pontos de vista, uma tela, que apresenta um sistema de acompanhamento de visualização dinâmica das medidas fisiológicas feitas pelos biossensores acoplados às cadeiras, e uma poltrona em frente a essa tela (figura 41).

A monumentalidade das telas que amplifica a experiência, a qualidade cinematográfica e da paisagem sonora construídas em alta definição e cuidadosamente trabalhadas em termos de fotografia e edição, contribuem para criar estímulos emocionalmente competentes (DAMÁSIO, 2011) que desencadeiam muita inquietude no espectador (figura 42).

No meio da instalação existem três poltronas que podem ser escolhidas pelo espectador. Os movimentos do corpo são detectados por sensores de infravermelho escondidos na parte de baixo da poltrona. Sob o ponto de vista do espectador, a tela de foco atencional torna-se a tela predominante no processo de fruição da obra, ao passo que as outras telas funcionam como suporte mostrando outros pontos de vista da história, algo como estímulos-perturbações que

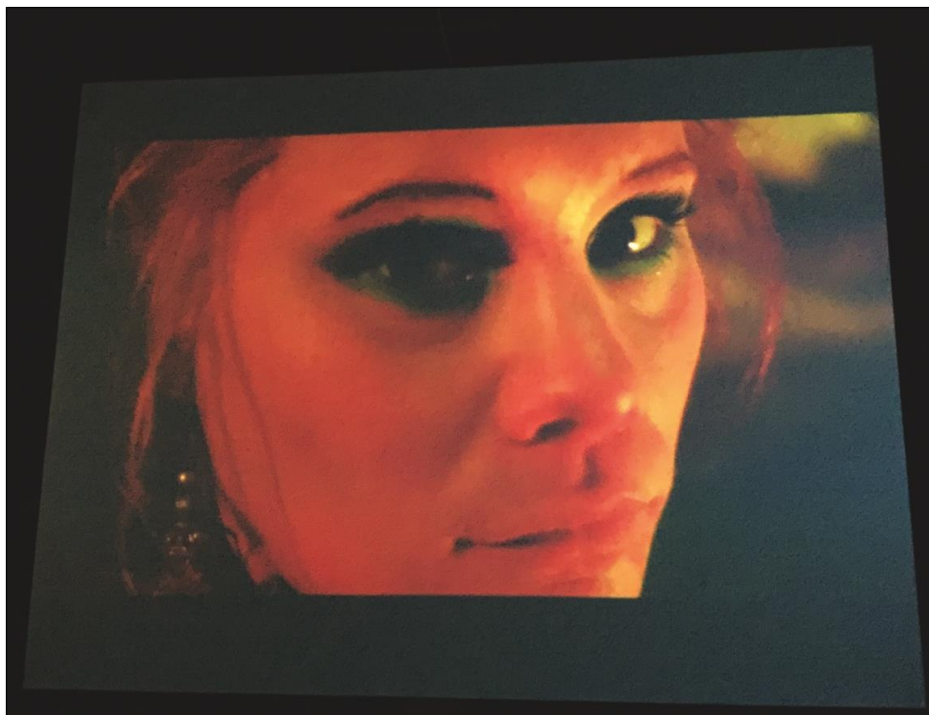
complementam a narrativa. No entanto, a tela de foco atencional do espectador não é, necessariamente, a tela que contém o clipe dominante.

Figura 41 - Instalação em 3D vista de cima



Fonte: Tikka (2014). Disponível em: <http://www.enactivecinema.net/>. Acesso em: 25 mai. 2018. Telas: 4,50 x 3,30 m. Tamanho total da instalação: aprox. 8,00 x 8,00 m.

Figura 42 - A personagem Emmi



Fonte: Oliveira (2018 p. 180).

A paisagem sonora é composta de quatro camadas de som para cada tela: 1. diálogos; 2. excertos de livros<sup>81</sup>; 3. som ambiente; e 4. sons específicos. Embora muitos canais de som estejam disponíveis no banco de dados, os sons das quatro telas não se sobrepõem. A tela dominante fornece a paisagem sonora da instalação.

*Obsession* remete ao curioso caso da experiência de *tinnitus* – aquele som que ouvimos quando não há som externo (LEVINE, 2015). Durante a fruição da obra, o efeito de *tinnitus* reforça a impressão de que estamos dentro da mente de Emmi, vendo e ouvindo o que se passa por lá.

O desenvolvimento da narrativa, do ritmo e da paisagem sonora que integram a história dependem de como o espectador experimenta emocionalmente as situações na tela, o que é avaliado pelos sinais fisiológicos originados do corpo, detectados a partir de sensores de

---

<sup>81</sup> Frases retiradas dos livros *Marine Lover of Friedrich Nietzsche* (New York, Columbia University Press, 1991) e *Ethics of Sexual Difference* (Ithaca, New York, Cornell University Press, 1993) da filósofa feminista Luce Irigaray (Bélgica, 1930).

movimento, respiração e frequência cardíaca. O corpo influencia a história, mas a história também influencia o corpo e, assim, sucessivamente.

*Obsession* foi inspirada nas teorias sobre o enativismo de Varela *et al.* (2017) e Maturana e Varela (2010), na neurobiologia das emoções de Damásio (2004) e no pensamento cinematográfico do cineasta russo Sergei Eisenstein (1898 - 1948)<sup>82</sup>. Segundo Tikka (2010), *Obsession* explora, por meio do que ela chama de ecologia da emoção dinâmica, a máxima de Eisenstein sobre o diálogo interativo entre o espectador e a obra de arte.

Eisenstein propõe que a edição, em vez de ser usada apenas para expor uma cena ou momento através da conexão entre imagens relacionadas, deve ser utilizada para manipular as emoções do público através de metáforas cinematográficas. Estas podem ser criadas segundo estratégias de justaposição entre dois planos independentes que solicitam a participação do espectador para fazer a junção entre esses dois planos (*ibid.*). A transposição da ideia de Eisenstein para *Obsession* ocorre quando Tikka oferece uma paisagem de mundos narrativos em potencial que surge da interpretação e antecipação de experiências dos personagens (Tikka, 2009, 2010), o que é construído concretamente na obra por meio da fotografia e da edição do filme.

Denominada “máquina de montagem eisensteiniana” por Tikka (2010), a raiz computacional<sup>83</sup> é um mecanismo narrativo que: 1. administra a análise dos dados fisiológicos coletados (faz a interpretação deles em tempo real, transformando-os em estados emocionais, presença psicofisiológica e comportamento do espectador); 2. compõe a paisagem sonora da sala; e 3. constrói a narrativa cinematográfica para cada uma das quatro telas.

Apoiado nas dinâmicas de coerência e dialética das forças conflitantes derivadas dos princípios de Eisenstein, um conjunto de regras narrativas regula a sucessão de elementos dessa “montagem” (TIKKA, 2009, 2010; OLIVEIRA; LEOTE, 2013). As regras do sistema, como nos informou Vuori (informação verbal)<sup>84</sup>, foram expressas em uma fórmula que implementa uma lógica de imprecisão que permite desenhar e ajustar parametricamente em formas flexíveis

---

<sup>82</sup> O método de montagem eisensteiniano tem sido reconhecido como poderosa ferramenta de indução da emoção inspirando várias experiências neurocientíficas, como, por exemplo, as desenvolvidas pelo Projeto NeuroCine, que investigam o cérebro e a cognição através do monitoramento fisiológico, em tempo real, enquanto se assiste a um filme. O projeto foi coordenado pela artista Pia Tikka e a neurocientista Riitta Hari no Brain Research Unit, Department of Neuroscience and Biomedical Engineering, School of Science (Univesidade de Aalto, Helsinki, Finlândia).

<sup>83</sup> O sistema foi tecnicamente implementado por meio de um conjunto de computadores e pode ser monitorado e gerenciado remotamente pela equipe de produção.

<sup>84</sup> Entrevista concedida à pesquisadora durante montagem e exibição no Teatro Alexandrinsky (São Petersburgo, Rússia), em 13 out. 2017.



a influência de cada espectador. Portanto, o que o algoritmo faz é uma modelagem da situação do corpo do espectador enquanto assiste ao filme.

Deixaremos as questões das técnicas computacionais de lado, considerando que são muito difíceis de serem explicadas sob esta forma textual, para nos concentrar na explicação da ecologia do sistema segundo quem experimenta a obra.

Apenas assistindo ao filme não é possível saber como os sinais fisiológicos e estados emocionais induzem a narrativa. Os cliques mudam, é visível, mas não sabemos como e por que isso ocorre, principalmente se as três cadeiras forem utilizadas pelo público. Também não sabemos qual é a tela principal, não dá para afirmar que seja a tela que estamos olhando. Ainda, conforme Vuori, a relevância da tela importa apenas para o algoritmo – a tela predominante é relevante no ponto em que um clique requer uma mudança (*bug*) no momento dramático da narrativa. Então, a tela desse clique solicitante é a tela dominante naquele momento.

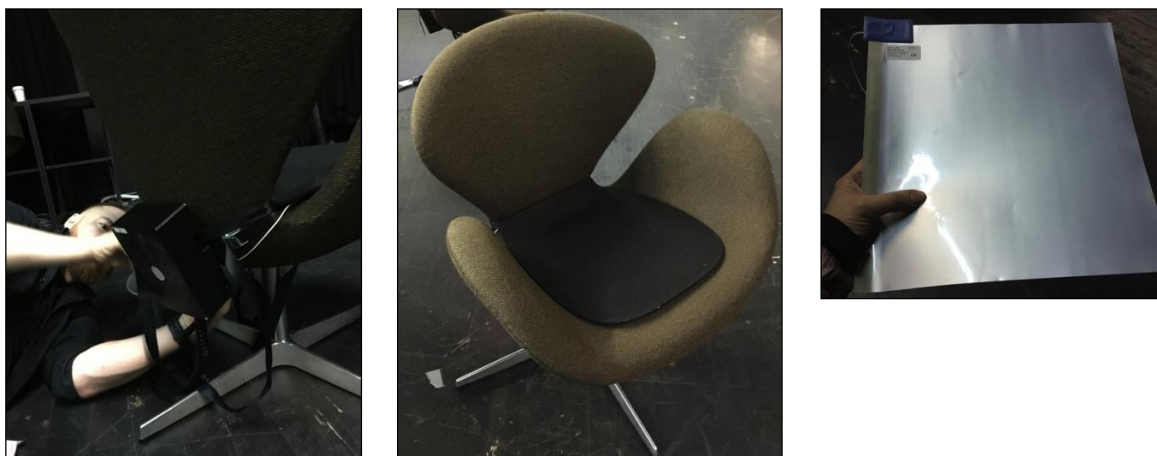
De acordo com Vuori, em certas partes dos cliques há uma marcação com o ponto mais relevante da história. Neste ponto, o clique lança uma pergunta ao sistema: “o que deve acontecer na sequência?”. O sistema computacional lança uma combinação de correlações e o ciclo se reinicia. Quando começa a mostrar a próxima imagem, que se torna dominante, aquele clique na tela, anteriormente dominante, também terá um *bug* relevante, que dá continuidade ao mesmo processo indefinidamente.

Portanto, o *bug* no clique é quem solicita a mudança e outras direções para a história, o que pode levar a mudanças em outras telas igualmente. O conjunto de mudanças que ocorrem se dá tanto no âmbito do filme que se vê, quanto no nível computacional. Sons que disparam, sentenças que aparecem na tela, a informação sobre o que deveria ser feito pelo algoritmo, etc., são determinados. As telas seguintes seguem as orientações da tela dominante.

A respiração e a frequência cardíaca de cada espectador, assim como a excitação emocional e o movimento do corpo, são continuamente avaliados por meio dos sensores embutidos nas poltronas (figuras 43, 44 e 45). Os dados obtidos pelos sensores em tempo real são transformados em valores de correlação emocional pelo algoritmo. O fato dos sensores estarem acoplados na poltrona faz com que a interação seja a mais natural possível. Não é preciso tomar nenhuma decisão, nenhum esforço é solicitado, afinal, a participação do corpo ocorre via enação, por meio de processos inconscientes.



Figuras 43, 44 e 45 - Sensores



Fonte: Oliveira (2018 p. 183). Sensores acoplados na poltrona, poltrona com recipiente para inserir o biosensor e placa sensora de batimento cardíaco, respiração e excitação emocional, colocada na base da cadeira para que a pessoa sente sobre ela.

O algoritmo modela diferentes formas de mudanças, baseadas em diferentes correlações. Vuori destaca que ele “joga” com as várias possibilidades. Por exemplo, a poltrona que mandou a informação por último para o servidor é a que seleciona a próxima imagem dominante. Mas, se duas ou três pessoas estiverem olhando para a mesma imagem, elas juntas determinam a tela dominante (figura 46).

Os cortes não são determinísticos, mas probabilísticos, e o algoritmo vai sempre criar os melhores cortes para aquele evento – os melhores cortes são os mais prováveis. Quando o público está alimentando o sistema computacional, aumenta a serendipidade e o acaso que afeta as escolhas do algoritmo cria um balanço nos parâmetros.

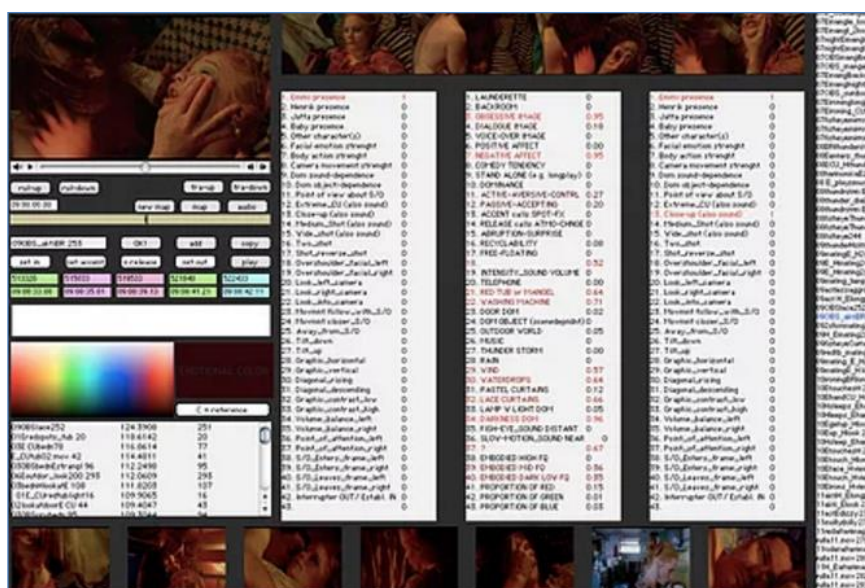
Cada clipe possui um momento dramático. Existem muitos clipes, alguns deles com diferentes pontos de vista da mesma cena. Nesse caso, Tikka explora a ideia de circularidade da mente. Os diferentes pontos de vista incitam a questionar o que realmente aconteceu naquela situação específica. Quem fala a verdade? As várias camadas de informação nas quatro telas também aludem à mente imaginante de Emmi.

A tecnologia referente aos biosensores utilizados em *Obsession* é antiga, foi desenvolvida há 12 anos pela empresa finlandesa Emfit e seu modelo de interpretação é pautado nas pesquisas científicas sobre respostas fisiológicas. O biosensor de assento da Emfit<sup>85</sup> foi

<sup>85</sup> Sensor de assento (*seat sensor*), modelo L-3030. Disponível em: <https://www.emfit.com/1-series-sensors>. Acesso em: 25 mai. 2018.

inicialmente desenvolvido para o monitoramento de sinais vitais de pessoas acamadas e traz consigo um modelo de interpretação de estados tensionais que são avaliados a partir das mudanças na respiração e no batimento cardíaco. Joonas Juutilainen, responsável pela implementação dos sensores, parte do modelo de interpretação da Emfit para criar a modelagem fisiológica de *Obsession*.

Figura 46 - Interface do editor de mídia cinematográfica para gerenciar a montagem enativa, desenvolvido por Rasmus Vuori



Fonte: Tikka (2014). Disponível em: <http://www.enactivecinema.net/>. Acesso em: 25 mai. 2018. O editor possui um conjunto de ferramentas especialmente criadas para gerenciar a complexidade do conteúdo cinematográfico, que possui 150 dimensões emocionais para cada clipe. Cada clipe pode ser projetado em um mapa de similaridade que aparece automaticamente perto de elementos narrativos semelhantes.

Nesta sexta versão da obra foi implementado um diagrama de acompanhamento de visualização dinâmica de batimento cardíaco, respiração e excitação emocional (figuras 47 e 48). Conforme Tikka (informação verbal)<sup>86</sup>, essa nova inserção elucidava um pouco o funcionamento da obra e aumenta o engajamento do público. Nas versões anteriores, as pessoas queriam saber o que estava acontecendo com o corpo, que sinais fisiológicos estavam sendo medidos e como estes alteravam a história. A solução encontrada foi fornecer ao público uma forma de visualização dinâmica do que os biosensores estão medindo no corpo e os valores detectados. Inclusive, tais informações são mostradas de modo comparativo em relação ao que está acontecendo em seu próprio corpo e também no corpo dos outros três participantes.

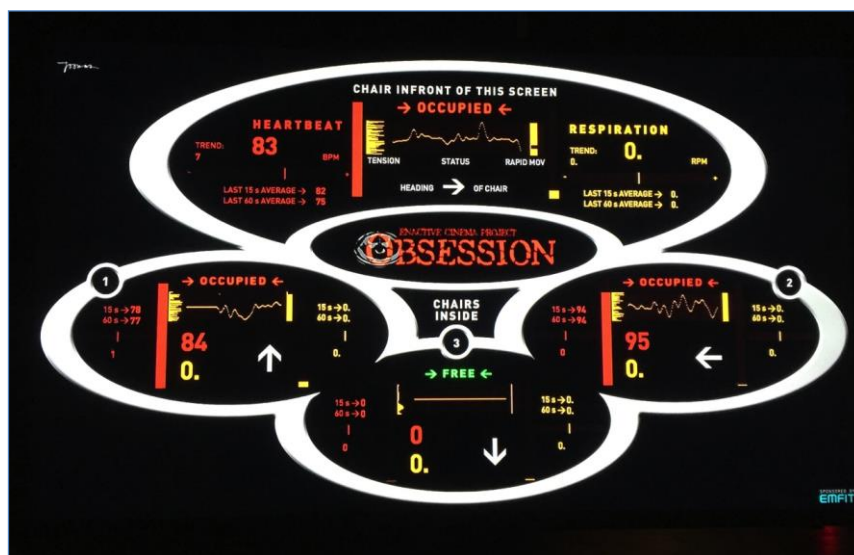
<sup>86</sup> Entrevista concedida à pesquisadora durante a montagem e exibição no Teatro Alexandrinsky (São Petersburgo, Rússia), em 13 out. 2017.

Figura 47 - Diagrama de acompanhamento de visualização dinâmica do batimento cardíaco, respiração e excitação



Fonte: Oliveira (2018 p. 185).

Figura 48 - Diagrama de acompanhamento de visualização dinâmica do batimento cardíaco, respiração e excitação



Fonte: Oliveira (2018 p. 185). Diagrama de acompanhamento desenvolvido com *Max*, que é uma linguagem de programação visual para música e multimídia. Na parte superior da tela os dados são referentes a uma quarta poltrona, que não afeta o filme e que está disponível para quem quiser conhecer quais medidas fisiológicas estão sendo realizadas e interpretadas pelos biosensores durante a exibição do filme nas quatro telas. Neste caso, o público pode sentar-se nessa quarta poltrona e comparar as suas próprias medidas fisiológicas com as medidas das outras três pessoas que estão assistindo ao filme e que ocupam as outras três poltronas no centro da instalação. A interpretação da dinâmica desse diagrama é dada por um mediador que esteve presente durante toda a exposição. As partes esquerda, direita e base do diagrama correspondem respectivamente às poltronas 1, 2 e 3 das pessoas que estão assistindo ao

filme e que têm suas medidas fisiológicas avaliadas em tempo real. Quando uma pessoa se senta na poltrona, a calibragem do sistema é praticamente imediata.

Sendo um protótipo que simula a ecologia dinâmica da emoção e que reproduz a máquina de montagem eisensteiniana, só que baseada em novas ferramentas computacionais capazes de gerenciar e editar material cinematográfico, *Obsession* pode ser abordada como um modelo de mente *in progress*. Ou, ainda, ser interpretada como uma ferramenta filosófica auxiliar capaz de ilustrar o constructo – a “imagem” formada por síntese do processo de pensamento na mente do participante, o espaço de trabalho mental e as operações da consciência (TIKKA, 2006, 2009, 2010).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nestas considerações finais, exponho o pensamento que guiou o desenvolvimento desta tese e resgato as evidências que corroboram a minha hipótese. Tomo a liberdade de concluir em primeira pessoa para dar voz à artista e pesquisadora que se dedicou a construir um conhecimento que emerge dos métodos e procedimentos de duas áreas consideradas distintas, a arte e a ciência, mas que, aqui, são trazidas como complementares.

Trabalhar no campo de convergências entre arte e ciência implicou muitos riscos, alguns destes bem mapeados e discutidos por Stephen Wilson (2002, 2006). Como não sou neurocientista de formação, a questão que norteou o processo da pesquisa foi esta: qual deveria ser o meu nível de envolvimento com a neurociência para construir uma epistemologia que desse conta de legitimar a arte de *biofeedback* como forma de conhecimento que complementa a investigação científica sobre a mente corporificada? Como não incorrer em “imposturas intelectuais” como as levantadas por Alan Sokal e Jean Bricmont (1999), que criticam o uso indiscriminado de termos e ideias da ciência por não cientistas (OLIVEIRA; LEOTE, 2013)?

Tendo os problemas anteriores em mente, segui duas frentes. Busquei conviver com a neurociência da forma mais próxima possível e me dedicar a um programa de formação complementar nesse campo. Ambas as estratégias propiciaram o encontro de pontos de convergência entre a arte e a neurociência relevantes à discussão da mente corporificada no contexto da tese. O convívio *in locus* com a neurociência se deu, sobretudo, por intermédio do Dr. Antônio Pereira Jr., da Faculdade de Engenharia Elétrica e Biomédica da Universidade Federal do Pará, meu coorientador, que me ajudou a compreender os diversos aspectos da tese da mente corporificada. Além dele, os neurocientistas do grupo de pesquisa coordenado pela Dra. Riitta Hari, do Laboratório de Engenharia Computacional, Ciências Cognitivas e Tecnologia da Unidade de Pesquisa do Cérebro da Universidade de Aalto, esclareceram os modos de operação dos dispositivos de *biofeedback*, suas possibilidades de trabalho e limitações. O convívio estreito com artistas e neurocientistas trabalhando em colaboração, que pude experienciar por duas vezes em duas visitas realizadas à Universidade de Aalto, durante o período de 2015-2016, e, novamente, por três meses em 2017, foi fundamental para o amadurecimento de várias questões da tese.

Quanto ao programa de formação complementar em neurociência, as disciplinas cursadas na Pós-Graduação em Neurociência e Comportamento do Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, dentre elas *Fundamentos de Neuropsicologia Experimental*,

cursada em 2013, e *Bases Neurocientíficas, Aplicabilidade e Efeitos da Utilização de Jogos de Videogame na Reabilitação Cognitiva e Motora de Idosos e Pacientes Neurológicos*, cursada em 2014, foram fundamentais para a familiarização com as abordagens neurocientíficas em contextos aplicados. Além disso, a realização do estágio pelo Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior (PDSE)<sup>87</sup> no *Crucible Studio*, grupo de pesquisa liderado pela Dra. Pia Tikka, alocado no MediaLab da Escola de Artes, Design e Arquitetura da Universidade de Aalto (Helsinki, Finlândia), e o acompanhamento na mesma universidade das pesquisas realizadas no Laboratório de Engenharia Computacional – Ciências Cognitivas e Tecnologia, da Unidade de Pesquisa do Cérebro, foram essenciais para conhecer como a arte tem sido aplicada em pesquisas neurocientíficas e, também, a outra via – como artistas têm se apropriado de tecnologias médicas para produzir arte.

Neste trabalho, reconheço-me como mediadora de um conhecimento que interessa tanto à arte, quanto à neurociência, ao tratar da mente corporificada sob essas duas perspectivas e em seus pontos de convergência – este aspecto da tese se configura como uma importante contribuição. O acesso à neurociência da mente corporificada não é tarefa trivial. A revisão da literatura apresentada nos capítulos um, dois e três, referente às principais abordagens, conceitos e ideias que discutem a mente corporificada, facilita o acesso à neurociência, serve de guia inicial aos que pretendem se debruçar sobre o tema e contribui para o conhecimento das principais questões que orbitam o tema da mente corporificada.

A experiência com esta pesquisa mostrou que existem poucos materiais sobre neurociência organizados por e para artistas e, muito menos, aplicando esse campo do conhecimento com aprofundamento nas artes. De fato, o que existe são apropriações de uma ou outra noção de base neurocientífica para comentar aspectos da obra de arte. Por isso, a tese serve de exemplo para se vislumbrar como a neurociência pode ser aplicada ao estudo e produção de obras de arte. Ainda que esta pesquisa trate de um tipo específico de obra, a metodologia desenvolvida serve de exemplo para a análise de outras manifestações artísticas. A outra via também é verdadeira, a tese serve de exemplo de como poderíamos estudar a mente corporificada a partir da arte. Assim, demonstro como poderiam ser construídos esses percursos.

Verifiquei que existe pouca literatura dedicada ao estudo da arte de *biofeedback*, principalmente produzida pelos artistas pioneiros. À exceção daquela produzida pelos

---

<sup>87</sup> Realizado durante 2015-2016, sob o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), fundação vinculada ao Ministério da Educação do Brasil.

pioneiros, que se constitui como rica fonte de consulta, observei que as referências produzidas posteriormente discutem a arte de *biofeedback* focalizando, essencialmente, a experiência em primeira pessoa, em termos de como o interator se sente durante a experiência com a obra. Inclusive, com a recorrente presença de jargões na fala dos artistas.

Identifico haver um problema nessa abordagem focalizada na experiência em primeira pessoa, pois a maior parte dos processos fisiológicos que acionam a arte de *biofeedback* são processos inconscientes do corpo, de modo que o interator não consegue perceber, na maior parte das vezes, como o seu corpo biológico de fato dialoga com a obra de arte (*Ping Body* e *Lungs [the breather]* são exceções). Esse problema fica evidente quando experimentamos *Obsession* ou alguns biosensores.

Como abordar esse tipo de obra de arte se o interator não percebe como o seu corpo a atualiza e modifica? O processo de pesquisa, bem como a conversa com os neurocientistas, trouxeram alguns *insights*. As investigações sobre a arte de *biofeedback* deveriam focalizar mais os aspectos ligados aos processos inconscientes do corpo, indagando como eles constroem a mente corporificada. Sob o ponto de vista da arte, enquanto artistas produtores, deveríamos detalhar mais como ocorrem as correlações que fundamentam a arte de *biofeedback*, sobretudo do ponto de vista fisiológico. Mas, para tanto, estudos mais aprofundados sobre a fisiologia do corpo por parte dos artistas seriam necessários. Vejo essa problemática como um possível desdobramento da tese. É preciso investigar mais a fundo a fisiologia que alicerça a arte de *biofeedback* para melhor evidenciar o modelo da tríade corpo-mente-ambiente.

O conteúdo do capítulo 1 (MENTE CORPORIFICADA), bem como dos capítulos 2 (FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS E TÉCNICOS) e 3 (IMAGINÁRIO SOBRE A LOCALIZAÇÃO DA MENTE), devem ser interpretados como um material que prepara o leitor para acessar a arte de *biofeedback*. É um referencial que alimenta o imaginário sobre a interioridade corporal de modo que o leitor seja preparado para acessar a arte de *biofeedback* não apenas em termos técnicos, mas também para experienciá-la em termos poéticos. Conhecer a fisiologia do corpo, nesse caso, potencializa a apreciação e, assim sendo, o leitor estabelece um outro patamar de envolvimento com a obra de arte.

Estudar a arte de *biofeedback* sob o ponto de vista da mente corporificada a partir da neurociência foi um pretexto para conhecer o corpo biológico, que tem sido muito negligenciado pelas teorias da arte. Foi, igualmente, uma oportunidade para mapear modelos da ciência aplicáveis à resolução dos problemas da arte, com o objetivo de ampliar as

possibilidades de teorização dos fenômenos artísticos para além daquelas referências tradicionalmente usadas por artistas, teóricos e críticos de arte.

O maior problema da tese foi, como sempre ocorre com as pesquisas em artemídia, a falta de documentação das obras. Esse quadro muda quando o artista possui vinculação com a pesquisa acadêmica, mas nem sempre isso ocorre. Vide o caso da obra *Obsession*, de Pia Tikka – mesmo realizada no contexto de um grande projeto de pesquisa acadêmica interdisciplinar, a primeira documentação produzida sobre essa obra foi feita por mim durante a sua montagem e exposição em São Petersburgo, em 2017.

Por conta da falta de documentação das obras, não foi possível detalhar as correlações entre a fisiologia do corpo e a mente corporificada. Mesmo quando questionados, os artistas não souberam explicar detalhes técnicos ou computacionais que poderiam esclarecer o *design* das correlações entre os biosinais, os estados mentais e os estímulos externos. Embora isso tenha sido um problema para a pesquisa, impedindo abordar especificidades das obras, por outro lado, os conceitos que envolvem a implementação poética da mente corporificada, por si só, já trazem contribuições aos estudos da mente.

As obras de arte produzidas com *biofeedback* pelos artistas pioneiros ou por aqueles que vieram depois, independentemente do tipo de implementação poética do *biofeedback*, permitem estudar as manifestações da mente corporificada sob diferentes perspectivas. As obras apresentadas são uma forma de arte de processo que expõe a dinâmica entre a mente e o corpo do interator e como ambos podem ser influenciados por estímulos ambientais.

Assim sendo, são sistemas corporificados portadores de acoplamento estrutural entre o interator e o ambiente, nos moldes discutidos por Ziemke (2003) – enquanto sistema dinâmico, a obra ganha competência ao longo do processo de fruição: os estímulos emocionalmente eficientes do dispositivo de *biofeedback* tanto provocam mudanças fisiológicas no corpo do interator, quanto são alterados por elas. Uma vez que a obra de arte só existe nessa relação de dependência entre o corpo e os modos de externalização da mente disponíveis no dispositivo de *biofeedback*, é possível abordar esse tipo de arte como um sistema radicalmente corporificado (CHEMERO, 2009).

Embora a afirmação apresentada anteriormente se aplique a todas as obras apresentadas, chamo a atenção de *Lungs [the breather]*. Esta é um sistema radicalmente corporificado que é afetado não apenas pela experiência subjetiva, mas também pela experiência intersubjetiva – ambas são afetadas pelo meio externo, o que é verificado no comportamento das algas e na



dificuldade que se tem de controlá-las na piscina através da respiração. A ação com as águas-vivas, ao mesmo tempo que interconecta os participantes, produz instabilidade entre eles. *Lungs [the breather]* nos mostra que o corpo não é apenas uma entidade, é uma entidade conectada a outros seres vivos.

A experiência da mente no corpo e da mente expandida no ambiente podem ser observadas nos trabalhos que foram apresentados sob diferentes perspectivas. Por exemplo, através da dinâmica entre o corpo e os estímulos externos presentes nas obras, quando tais estímulos solicitam ações interoceptivas do interator. Ou, ainda, se pensarmos o aparato tecnológico como uma prótese que permite que a mente coporificada se “movimente” para fora do corpo e modifique o ambiente. Para Stelarc, em entrevista a Paolo Atzori no início dos anos 90<sup>88</sup>, os dispositivos que deixam o corpo “vagar” pelo espaço, e no caso do próprio artista “perambular” por quilômetros de distância, fazem com que a pele deixe de ser uma barreira para o *self*, uma vez que ela é considerada o limite do corpo – a tecnologia “apaga”, “estica” e “fura” as barreiras da pele. Se pensarmos em termos evolutivos, há quem defenda que o corpo está obsoleto, como o artista Stelarc mesmo defende. A expansão da mente propiciada pelas obras de arte apresentadas contribui para o debate de que o corpo delimita a evolução da mente, e a mente limita a evolução do corpo.

Portanto, a tecnologia de *biofeedback* é um apêndice do corpo que media a externalização da mente. Em *Caracolomobile*, por exemplo, a mente do interator dá vida ao organismo artificial e mantém conexão com ele caso níveis de estresse sejam controlados; em *Lungs [the breather]* emprestamos a nossa respiração para dar vida às águas-vivas na piscina e, as águas-vivas, por sua vez, dizem-nos o quanto de nós elas precisam para sobreviver em comunidade. Em *Eunoia II*, a mente se materializa na água de forma viva e pulsante e, a depender do nível de estresse da artista, a água irá jorrar para fora dos limites aos quais está confinada. Já em *EEG:EGG*, a mente está presente em um *self* duplicado, que deixa de existir se a mente se acalmar.

Em *Ping Body*, a experiência de mente corporificada de Stelarc é complexa e levada a extremos. Ao mesmo tempo em que a mente localiza-se em seu corpo, ela se desloca e desliza para fora dele. Ela está imagética e acusticamente externalizada no espaço da performance e,

---

<sup>88</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: [https://web.stanford.edu/dept/HPS/stelarc/a29-extended\\_body.html](https://web.stanford.edu/dept/HPS/stelarc/a29-extended_body.html). Acesso em: 25 mar. 2018.

também, eletronicamente expandida na internet. O corpo de Stelarc é, ainda, “hospedeiro” de outras mentes. Stelarc (1997) observa que, em *Ping Body*:

[...] Não se trata de um corpo fragmentado, mas de uma multiplicidade de corpos. Não se trata de mecanismos de controle mestre-escravo, mas de ciclos de *feedback* de consciência alternada, de agenciamento e de fisiologias divididas. Imagine um lado do seu corpo sendo guiado remotamente, enquanto o outro lado poderia colaborar com o agenciamento local. Você assiste uma parte do seu corpo se mover, mas você não iniciou nem está contraindo seus músculos para produzi-lo (STELARC, 1997<sup>89</sup>).

Quais seriam as consequências e vantagens de uma mente como essa? *Ping Body* traz questões muito interessantes para pensarmos as possibilidades de expandir o nosso estar no mundo, visto que a internet permite implementar formas inusitadas de acessar, “interfacear” e “carregar” o corpo. É possível imaginarmos o corpo como um “hospedeiro” para outras mentes e um meio para a manifestação de uma multiplicidade de agentes remotos. Stelarc (1997) nos lembra que:

[...] ao invés de vermos a internet como um meio de satisfazer os desejos metafísicos ultrapassados da descorporificação, ela oferece, ao contrário, estratégias individuais e coletivas poderosas para projetar a presença do corpo e ampliar a consciência corporal. A internet não acelera o desaparecimento do corpo e a dissolução do eu - ao contrário, gera novos acoplamentos físicos coletivos e uma escala telemática da subjetividade. O que se torna importante não é meramente a identidade do corpo, mas sua conectividade (STELARC, 1997<sup>90</sup>).

Tikka (2010) aborda *Obsession* a partir da ideia de enativismo autopoietico (MATURANA; VARELA, 2010; VARELA *et al.*, 2017;) para pensar sua obra como um sistema vivo com comportamento dinâmico, autogenerativo e adaptativo. O algoritmo que implementa tais características externaliza traços das estruturas cognitivas que acompanham o participante enquanto ele assiste ao filme; esses traços são desencadeados pela enação do corpo impulsionada pela percepção consciente e inconsciente.

*Obsession*, enquanto cinema enativo construído como um ciclo de möbius em *looping*, recria um universo com interações mútuas e simultâneas entre a fisiologia do corpo, seu circuito sensorio-motor e o ambiente. Logo, em vez de usarmos o termo “interação” para nos referirmos ao que acontece entre o corpo do interator e os modos de externalização da mente via técnicas de visualização e sonificação, o mais apropriado seria adotar o termo “enação”.

---

<sup>89</sup> Fonte: STELARC. Disponível em: <http://v2.nl/archive/articles/parasite-visions>. Acesso em: 20 ago. 2017.

<sup>90</sup> *ibid.*

No caso da obra *Ping Body*, os processos enativos que emergem das ações do corpo fenomenológico de Stelarc são guiados pela percepção consciente e inconsciente do artista, mas também são comandados a longa distância por interatores humanos e artificiais que assumem um papel semelhante aos desenvolvidos pelos processos inconscientes do corpo de Stelarc. A experiência involuntária no corpo do artista é fruto de uma enação externa.

A arte de *biofeedback* é uma forma de arte voltada à autopercepção, que é potencializada por meio de estímulos competentes (DAMÁSIO, 2011; NUMMENMAA *et al.*, 2014) ou *affordances* (GIBSON, 1986), e enações que induzem o encontro com o *self*. Uma das funções da arte de *biofeedback* é justamente esta: acionar o *self* – que é exposto por meio dos modos em que o interator coordena o conjunto de experiências construídas a partir dos sinais perceptivos e proprioceptivos do corpo induzidos pela obra. Essa atividade coordenada abre os invólucros do *self*<sup>91</sup>.

Por exemplo, na obra *EEG: EGG* é por meio da coordenação do batimento cardíaco, da respiração e do controle do foco atencional<sup>92</sup> que a projeção de nossa imagem no espelho desaparece. Diante desse desaparecimento do *self* exterior, ou autoimagem, como propõe a artista Lia Min, somos deixados a sós com o nosso próprio corpo, o invólucro do *self*, o que provavelmente desencadeará questões existenciais.

Os modos de externalização da interioridade corporal presentes na arte de *biofeedback* possuem dupla função – são sinalizadores da psicofisiologia do interator e, ao mesmo tempo, um estímulo emocionalmente competente. Para criar essa estratégia dupla de representação, os artistas se inspiram em técnicas científicas de visualização e sonificação (ver capítulo 2) e em procedimentos adotados pela ciência para a indução do humor (PHILIPPOT, 1993; GERRARDS-HESSE *et al.*, 1994).

O procedimento padrão para a excitação fisiológica do interator usado nas obras de arte normalmente apresenta estímulos emocionais e instrui explicitamente a entrar no estado de humor sugerido. Contudo, em algumas situações, o material indutor é emocionalmente competente o suficiente para influenciar automaticamente o humor de uma pessoa. Todavia, *Ping Body* não segue esse padrão, a indução fisiológica no artista ocorre por método *ping*. E, no caso de *Obsession*, o público não recebe qualquer instrução, ele apenas senta e assiste ao filme.

---

<sup>91</sup> Sobre essa ideia de invólucros do *self*, nos inspiramos em Caroline A. Jones (2006).

<sup>92</sup> Baseados na descrição de fruição da obra pela artista.

A estética que surge dessa relação entre a mente corporificada e sua projeção via signos visuais ou sonoros se constrói pelo mapeamento temporal do que ocorre no organismo e tem a ver com a vida sensível do interator. Esta, tal como descrito por Terry Eagleton (1993, p. 17), se constrói a partir do “movimento de nossos afetos e aversões” que estão ligados ao modo como “o mundo atinge o corpo em suas superfícies sensoriais” – seja por via do que se enraíza no olhar, nas vísceras ou se concretiza através da mais banal inserção do corpo no mundo.

Nas obras, som e imagem reforçam e articulam, de forma amplificada, o que está acontecendo dentro do corpo em termos de processos de homeostase e estrutura corporal (mapas). Associado aos recursos visuais ou como parte do movimento nas obras (como, por exemplo, em *Caracolomobile* e *Eunóia II*), o som incorpora multissensorialidade e faz surgir uma outra dimensão à externalização da mente.

Som e imagem têm o mesmo peso, são intrínsecos à obra. Ambos aparecem de forma randômica e têm relação com os ritmos do corpo e sua história de acoplamento estrutural que é atualizada a todo instante. Os sons possuem a cadência do batimento cardíaco ou das ondas cerebrais (eletroencefalografia); aludem ao fluxo sanguíneo, que tem um movimento rápido de líquido no ar. Também estão presentes sons como os do estômago, assemelhados àqueles que aparecem durante a endoscopia; ou, ainda, os artistas recorrem a sons que lembram distensões musculares, que são disparados e percussivos. A depender de como os sinais são captados pelo sistema de *biofeedback*, testemunhamos aceleração e desaceleração dos sons do corpo.

O que foi comentado anteriormente corrobora a hipótese da tese que propõe que a arte de *biofeedback* se constitui como um campo de relevância para o programa de pesquisa da mente corporificada, introduzindo contribuições que podem ser adotadas como argumentação complementar para os modelos da ciência. Entretanto, é importante lembrar neste momento Donnya Wheelwell (2000), que faz uma importante crítica ao uso de medidas fisiológicas para falar de processos cognitivos complexos no contexto da arte. Wheelwell aponta que as medidas fisiológicas, tais como as que avaliam a atividade eletrodermal, apenas fornecem informação sobre níveis de excitação do sujeito e não sobre como ele reage às experiências da arte. Para a autora, as qualidades da arte, ou da experiência estética, não podem ser modeladas por medidas de excitação, pois se assim o fosse, a melhor arte seria a pornográfica.

As medidas fisiológicas usadas para discutir estados emocionais e psicológicos, na maior parte das vezes, segundo Wheelwell, são reducionistas, repletas de confusões conceituais que não nos deixam entender com precisão o modelo de correlação que foi adotado para se referir à psicofisiologia do sujeito. Esta é uma observação com a qual concordo, como aponte

anteriormente nestas considerações. Além disso, para Wheelwell, a forma como as tecnologias são aplicadas, e o que elas pretendem medir, apresentam um outro problema: trata-se de um típico exemplo de “colonização brutal das humanidades pela ciência, por meio do uso de tecnologias” (WHEELWELL, 2000, p. 37).

Para Balsamo (1995), os dispositivos médicos apresentam um conjunto de técnicas de visualização<sup>93</sup> que fragmentam o corpo em órgãos, fluídos e “estados corporais” que o exploram como um objeto de intenso controle. Segundo a autora, são tecnologias que têm funções ideológicas hierarquicamente construídas que reafirmam a crença superestimada de que as tecnologias médicas são altamente funcionais, salvadoras e capazes de melhorar a vida. Para a autora, esse pensamento permeia todo um imaginário cultural sobre as imagens médicas e incita o fascínio sobre elas.

Uma outra crítica das tecnologias do corpo, Van De Vall (2009) observa que as imagens médicas fabricam noções de corporificação a partir de conceitos de interioridade corporal segundo os quais o corpo é considerado como uma entidade fixa, autônoma, autossuficiente e demarcado fora do mundo físico e social. O arranjo particular dessas tecnologias produz uma experiência de visualização específica por protocolos que possuem regras normativas, hábitos e padrões que configuram a disposição psicológica da audiência. Como alternativa, Van De Vall aponta que deveria haver mais investimentos em projetos dedicados à convergência de ideias de dois campos, o da visualização médica e o da mídia arte. Neste caso, as práticas artísticas com dispositivos de *biofeedback* ocupariam uma posição de destaque.

Mesmo diante das críticas listadas nos parágrafos anteriores, defendo que a arte de *biofeedback* possui relevância e interesse para os estudos da mente corporificada e para a criação artística. As práticas artísticas com *biofeedback* subvertem o uso de tecnologias médicas, explorando aspectos fora dos quadros normais de sua utilização. Não importa o quão "pouco" ou “muito” científica podemos julgar ser a arte de *biofeedback*, mas o fato é que essa forma de arte agrega uma outra dimensão da mente corporificada. Quando associada a sons, imagens, elementos da robótica ou linguagem cinematográfica, as obras esclarecem ou reforçam um conceito ou ponto filosófico importante da tese da mente corporificada (GODWIN, 1979).

Nesse sentido, a arte desempenha um papel operativo importante no processo de conversão de conceitos em formas visuais e sonoras ao criar poéticas que conectam corpo,

---

<sup>93</sup> Que envolvem fotografia, vídeo e computação (VAN DE VALL, 2009).

mente e ambiente. Ainda, como fonte de visualização alternativa e base para pesquisas interdisciplinares sobre a história das ideias, das psicologias filosóficas e médicas e da cultura visual, as obras possuem relevância e se consolidam dentro do programa de pesquisa da mente corporificada.

## REFERÊNCIAS

ABO-ZAHHAD, M; AHMED, Sabah; SEHA, Sherif Nagib. A new eeg acquisition protocol for biometric identification using eye blinking signals. **International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications**, Geneva, v. 6, n.7, p. 48-54, May, 2015.

AMAN, Joshua; ELANGO VAN, Naveen; YEH, I-ling; KONCZAK, Jürgen. The effectiveness of proprioceptive training for improving motor function: a systematic review. **Frontiers in Human Neuroscience**, Lausanne, v. 8, p. 1-18, jan., 2015.

AMERICAN JOURNAL OF NEURORADIOLOGY. **Andreas Vesalius and Thomas Willis: their anatomic brain illustrations and illustrators**. Phoenix. Disponível em: <http://www.ajnr.org/content/35/1/19/F1>. Acesso em: 27 mar. 2018.

ARENDDT, Hannah. **The life of the mind**. London: A Harvest Book, 1981.

ASCOTT, Roy. **Reframing consciousness: art, mind and technology**. Exeter: Intellect, 1999.

ASSOCIATION FOR APPLIED PSYCHOPHYSIOLOGY AND BIOFEEDBACK (AAPB). **Biofeedback Glossary**. Chicago. Disponível em: <http://www.aapb.org/i4a/pages/index.cfm?pageid=3463>. Acesso em: 21 mai. 2019.

AUDI, Robert. **The cambridge dictionary of philosophy**. 2nd ed. New York: Cambridge University Press, 1999.

BALSAMO, Anne. Forms of technological embodiment: reading the body in contemporary culture. **Body & Society Journal**. London: Goldsmiths, University of London, v. 1, p. 215-237, November, 1995.

BAUDRILLARD, Jean. **Ilusão vital**. Tradução de Luciano Trigo. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 2001.

BENJAMIN, Walter. **The work of art in the age of its technological reproducibility, and other writings on media**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University Press, 2008.

BENNETT, Max R.; HACKER, P. M. S. The motor system in neuroscience: a history and analysis of conceptual developments. **Progress in Neurobiology**, Princeton, n. 67, p. 1-52, June, 2002.

BERGER, Theodore W.; CHAPIN, John K.; GERHARDT, Greg A.; MCFARLAND, Dennis J.; PRINCIPE, Jose C.; SOUSSOU, Walid V.; TAYLOR, Dawn M.; TRESCO, Patrick A. **Brain-computer interfaces: an international assessment of research and development trends**. Berlin, Springer Science, 2008.

BLUM, Thom. Reviewed work: biofeedback and the arts: results of early experiments by David Rosenboom. **Computer Music Journal**, v. 13, n. 4. Cambridge: The MIT Press, p. 86-88, 1989.

BOB MOOG FOUNDATION. **Early “live” moog modular artists: Richard Teitelbaum and the first moog modular synthesizer in Europe.** Asheville. Disponível em: <http://moogfoundation.org/early-live-moog-modular-artists-richard-teitelbaum-first-moog-modular-synthesizer-europe/>. Acesso: 22 mai. 2018.

BOSNAK, Robert. **Embodiment: creative imagination in medicine, art and travel.** New York: Routledge, 2007.

BOUCSEIN, Wolfram. **Electrodermal activity.** New York: Springer, 2012.

BRUCE, Vicki; GREEN, Patrick R.; GEORGESON, Mark A. **Visual perception: physiology, psychology, and ecology.** New York: Psychology Press, 2010.

BRUNER, Jerome. **Acts of meaning.** Cambridge: Harvard University Press, 1990.

BYNUM, William. **The history of medicine: a very short introduction.** London: Oxford University Press, 2008.

CACIOPPO, John T.; TASSINARY, Louis G. Inferring psychological significance from physiological signals. **American Psychologist**, American Psychological Association, Washington, v. 45, n. 1, p. 16-28, 1990a.

CACIOPPO, John T.; TASSINARY, Louis G. Psychophysiology and psychophysiological inference. *In*: CACIOPPO, John T.; TASSINARY, Louis G. (eds.). **Principles of Psychophysiology: Physical, Social and Inferential Elements.** London: Cambridge University Press, 1990b, p. 914.

CACIOPPO, John T.; TASSINARY, Louis G.; BERNTSON, Gary G. (ed.). **Handbook of psychophysiology.** 3rd ed. New York: Cambridge University Press, 2007.

CAMBRIDGE DICTIONARY. **English dictionary.** Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english-portuguese/ping>. Acesso em: 25 fev. 2018.

CANAL NO VIMEO DA ARTISTA LIA CHAVEZ. **Tumult.** Disponível em: <https://vimeo.com/98159272>. Acesso em: 25 mai. 2018.

CANAL NO YOUTUBE DA ARTISTA TANIA FRAGA. **Caracomobile.** São Paulo. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=ya4N2AcXyE8>. Acesso em: 25 fev. 2018.

CATANI, Marco; SANDRONE, Stefano. **Brain renaissance from Vesalius to modern neuroscience.** New York: Oxford University Press, 2015.

CERBONE, David R. **Fenomenologia.** 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2014.

CHEMERO, Anthony. **Radical embodied cognitive science.** Cambridge: Bradford Book, 2009.

CLARK, Andy; CHALMERS, David. The extended mind. **Analysis**, Oxford, v. 58, n. 1, p. 7-19, January, 1998.

CLARKE, Julie. The human/ Not human in the world of Orlan and Stelarc. p. 33-55... *In*:



ZYLINSKA, Joanna. **The cyborg experiments**: the extensions of the body in the media age. London: Continuum, 2002.

COUCHOT, Edmond. **A tecnologia na arte**: da fotografia à realidade virtual. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003.

CRICK, Francis. **Astonishing hypothesis**: the scientific search for the soul. New York: Scribner Book Company, 1995.

CRITCHLEY, Hugo D. Review: electrodermal responses: what happens in the brain. **The Neuroscientist**, New Haven, v. 8, i. 2, 2002, p. 132-142, April, 2002.

CROSSLEY, Nick. **Reflexive embodiment in contemporary society**. London: Open University Press, 2006.

CSORDAS, Thomas. Embodiment and cultural phenomenology. *In*: WEISS, Gail; HABER, Honi Fern (ed.). **Perspectives on embodiment**: the intersections of nature and culture. New York: Routledge, 1999, p. 122-143.

DAMÁSIO, António. **Em busca de Espinosa**: prazer e dor na ciência dos sentimentos. São Paulo: Cia das Letras, 2004.

\_\_\_\_\_. **E o cérebro criou o homem**. São Paulo: Companhia das Letras, 2011.

\_\_\_\_\_. **O mistério da consciência**: do corpo e da emoção ao conhecimento de si. São Paulo: Companhia das Letras, 2015.

\_\_\_\_\_. **The strange order of things**: life, feeling, and the making of culture. New York: Pantheon Books, 2018.

DARWIN, Charles. **The descent of man and selection in relation to sex**. v. 1. Cambridge: Cambridge University Press, 2009a.

\_\_\_\_\_. **The origin of species**: by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. Cambridge: Cambridge University Press, 2009b.

DAVID ROSENBOOM WEBSITE. **Projects and papers**. Santa Clarita. Disponível em: <http://davidrosenboom.com>. Acesso em: 18 de mai. 2018.

DESCARTES, René. **The world and other writings**. Edited and translated by Stephen Gaukroger. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.

DONALD, Merlin. **Origins of the modern mind**: three stages in the evolution of culture and cognition. Cambridge: Harvard University Press, 1991.

DUFFIN, Jacalyn. **History of medicine**: a scandalously short introduction. 2nd ed. Toronto: University of Toronto Press, 2010.

EAGLETON, Terry. **A ideologia da estética**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1993.

EKMAN, Paul; FRIESEN, Wallace V. **Unmasking the face**: a guide to recognizing emotions from facial expressions. San Jose: Malor Books, 2003.

EMFIT. **Sensor de assento modelo L-3030**. Vaajakoski. Disponível em: <https://www.emfit.com/l-series-sensors>. Acesso em: 25 mai. 2018.

ENACTIVE CONSORTIUM. **Enactive interfaces**. Disponível em: <http://www.enactivenetwork.org/>. Acesso em: 18 de mai. 2018.

FAJARDO-HILL, Cecília; GIUNTA, Andrea. **Mulheres radicais: arte latino-americana, 1965 - 1980**: curadoria e textos. São Paulo: Pinacoteca de São Paulo, 2018. Catálogo da Exposição, 18 de agosto a 19 de novembro de 2018.

FINEARTAMERICA. **Human figure with some of the abdominal internal organs, the senses, and sections of the brain identified**, from book by Johannes Peyligk (1474-1522). Disponível em: <https://fineartamerica.com/featured/human-figure-half-length-with-some-everett.html>. Acesso em: 9 abr. 2018.

FINGER, Stanley. **Minds behind the brain**: a history of the pioneers and their discoveries. New York: Oxford University Press, 2005.

FIORI, Nicole. **As neurociências cognitivas**. Petrópolis: Vozes, 2008.

FOWLER, Lorenzo Niles. **The illustrated self-instructor in phrenology and physiology**. New York: Fowler and Wells Publishers, 1859.

FRAGA, Tania. Caracolomobile: Um simbiote interativo. *In*: VENTURELI, Suzete (org). **10.art: 10º Encontro Internacional de Arte e Tecnologia-Modus Operandi Universal**. Brasília: Programa de Pós-Graduação em Artes da Universidade de Brasília, 2011, p. 213-223.

GALNA, Brook; JACKSON, Dan; SCHOFIELD, Guy; MCNANEY, Roisin; WEBSTER, Mary; BARRY, Gillian; MHIRIPIRI, Dadirayi; BALAAM, Madeline; OLIVIER, Patrick; ROCHESTER, Lynn. Retraining function in people with parkinson's disease using the microsoft kinect: game design and pilot testing. **Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation**, New York, v. 11, n. 1, p. 11-60, April, 2014.

GARFINKEL, S. N.; CRITCHLEY, H. D. Interoception, emotion and brain: new insights link internal physiology to social behaviour. Commentary on: "Anterior insular cortex mediates bodily sensibility and social anxiety" by Terasawa *et al.* (2012). **Soc. Cogn. Affect Neuroscience**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 231-234, March, 2013.

GEDDES, L. A.; ROEDER, R. A. Where do ideas come from? **IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine**, Houghton, v. 28, n. 5, p. 60-61, 2009.

GERRARDS-HESSÉ, Astrid; SPIES, K.; HESSE, F. W. Experimental inductions of emotional states and their effectiveness: a review. **British Journal of Psychology**, Leicester, v. 85, n. 1, p. 55-78, February, 1994.

GIANNACHI, Gabriella; WESTERMAN, Jonah. **Histories of performance documentation**: museum, artistic, and scholarly practices. Oxfordshire: Routledge, 2017.

GIANNETTI, Claudia. **Estética digital**: sintopia da arte, a ciência e a tecnologia. Belo Horizonte: C/Arte, 2006.

GIBSON, James J. **The ecological approach to visual perception**. Abingdon: Psychology Press, 1986.

GLENBERG, Arthur M.; KASCHAK, Michael P. Grounding language in action. **Psychonomic Bulletin & Review**, Madison, v. 9, p. 558-565, 2002.

GODWIN, Joscelyn. **Robert Fludd**: hermetic philosopher and surveyor of two worlds. London: Thames and Hudson, 1979.

GRAIMANN, Bernhard; ALLISON, Brendan; PFURTSCHELLER, Gert (org.). **Brain - computer interfaces**: revolutionizing human-computer interaction. Heidelberg: Springer, 2010.

GRANDE DICIONÁRIO HOUAISS ONLINE. **Dicionário de Língua Portuguesa**. São Paulo. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/>. Acesso em: 15 jan. 2019.

GROSS, Charles G. From Imhotep to Hubel and Wiesel: the story of visual cortex. *In*: ROCKLAND, K. S.; KAAS, J. H.; PETERS, A. (ed.). **Cerebral Cortex, v. 12, Extrasyriate cortex in primates**. New York: Plenum Press, 1997, p. 1-86.

GURUNLUOGLU, Raffi; GURUNLUOGLU, Aslin; WILLIAMS, Susan; CAVDAR, Safiye. The history and illustration of anatomy in the middle ages. **Journal of Medical Biography**, London, v. 21, n. 4, p. 219-29, November, 2013.

HAAG, A.; GORONZY, S.; SCHAICH, P.; WILLIAMS J. Emotion recognition using bio-sensors: first steps towards an automatic system. *In*: ANDRÉ *et al.* (ed.). **Lecture notes in computer science, v. 3068**. Affective Dialogue Systems, Tutorial and research workshop on affective dialogue systems. Berlin: Springer, 2004, p. 36-48.

HAJAR, Rachel. Medical illustration: art in medical education. **Heart Views: The Official Journal of the Gulf Heart Association**, Doha, v. 12, n. 2, p. 83-91, 2011.

\_\_\_\_\_. The pulse in antiquity. **Heart Views: The Official Journal of the Gulf Heart Association**, Doha, v. 1, p. 89-94, 1999.

HERMANN, Thomas; HÖNER, Oliver; RITTER, Helge. Acoumotion - an interactive sonification system for acoustic motion control. **Gesture in Human-Computer Interaction and Simulation**: 6th International Gesture Workshop, Berder Island, France, May 18-25, 2005. Heidelberg: Springer, 2006, p. 312-323.

HERMANN, Thomas. Taxonomy and definitions for sonification and auditory display. **Proceedings of the 14th International Conference on Auditory Display**, Paris, France, 24-27 June 2008, p. 24-27. Disponível em: <https://www.techfak.uni-bielefeld.de/ags/ami/publications/media/Hermann2008-TAD.pdf>. Acesso em 21 mai. 2019.

HOLMES, Thomas B. **Electronic and experimental music**: pioneers in technology and composition. New York: Routledge, 2008.

HOLT, Robert. **Freud reappraised**: a fresh look at psychoanalytic theory. New York: The Guilford Press, 1989.

HOUAISS Dicionário Online. Disponível em: <https://houaiss.uol.com.br/pub/apps/www/v3-3/html/index.php#0>. Acesso em: 15 jan. 2019.

HOUDÉ, Oliver; KAYSER, Daniel; KOENIG, Olivier; PROUST, Joëlle; RASTIER, François (ed.). **Dictionary of cognitive science**: neuroscience, psychology, artificial intelligence, linguistics, and philosophy. New York: Psychology Press, 2004.

IHEARTMYART. **Poesis / Tumult, 2014**. Disponível em: <https://www.heartmyart.com/post/93461046053/lia-chavez-collaborated-with-rehabstudio-for-her>. Acesso em: 25 mai. 2018.

INTERAXON. **Dispositivo de meditação imersiva com feedback em tempo**. Toronto. Disponível em: <http://www.choosemuse.com>. Acesso em: 21 mai. 2019.

JAMES, A. P.; DASARATHY, B. V. Medical image fusion: a survey of the state of the art. **Information Fusion**, Amsterdam, v. 19, p. 4-19, 2014.

JOHNS HOPKINS MEDICINE. **Vital Signs (Body Temperature, Pulse Rate, Respiration Rate, Blood Pressure)**. Baltimore. Disponível em: [http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular\\_diseases/vital\\_signs\\_body\\_temperature\\_pulse\\_rate\\_respiration\\_rate\\_blood\\_pressure\\_85,p00866](http://www.hopkinsmedicine.org/healthlibrary/conditions/cardiovascular_diseases/vital_signs_body_temperature_pulse_rate_respiration_rate_blood_pressure_85,p00866). Acesso em: 28 mar. 2018.

JOHNSON, Mark. What makes a body? **Journal of Speculative Philosophy**, Pennsylvania, v. 22, n. 3, p. 159-169, 2008.

JONES, Caroline A. The mediated sensorium. In: JONES, Caroline A. (ed.). **Sensorium**: embodied experience, technology, and contemporary art. Cambridge: The MIT Press, 2006, p. 1-49.

KANIUSAS, Eugenijus. Fundamentals of biosignals: linking physiological phenomena and biosignals. In: **Biomedical signals and sensors I**: linking physiological phenomena and biosignals. Heidelberg: Springer, 2012, p. 1-26.

KASCHAK, M. P.; GLENBERG, Arthur M. Constructing meaning: the role of affordances and grammatical constructions in sentence comprehension. **Journal of Memory & Language**, Egham, v. 43, p. 508-529, 2000.

KOSSLYN, Stephen M. Mental image. In: JONAS, Caroline A. (ed.). **Sensorium**: embodied experience, technology, and contemporary art. Cambridge: The MIT Press, 2006, p. 169-170.

LAKOFF, George; JOHNSON, Mark. **Metaphors we live by**. University of Chicago Press, 2003.

LEDER, Drew. **The body in medical thought and practice**. Dordrecht: Springer, 1992.

LEOTE, Rosangella. **ArteCiênciaArte**. São Paulo: Editora da Unesp Digital, 2015.

LEVENSON, Robert W. Blood, sweat, and fears: the autonomic architecture of emotion. In: EKMAN, P.; CAMPOS, J. J.; DAVIDSON, R. J.; DE WAAL, F. B. M. (ed.). **Emotions inside**

**out:** 130 years after Darwin's the expression of the emotions in man and animals. New York, v. 1000, n. 1, 2003, p. 348-366.

LEVINE, R. A.; ORON, Y. Tinnitus. *In*: HALLETT, Mark; STONE, Jon; CARSON, Alan J. **Handbook of clinical neurology**. Academic Press, 2015, p. 409-431.

LIVINGSTONE, Margaret. **Vision and art: the biology of seeing**. New York: Harry N. Abrams, 2002.

LÓPEZ, Miguel A.; WEISS, Jason. Teresa Burga: Desplegando El Cuerpo (social) Femenino / Teresa Burga: Unfolding the (Social) Female Body. **Art Journal**, New York, v. 73, n. 2, p. 46-65, 2014.

LUNGS: [THE BREATHER] PROJECT WEBSITE. **Lungs: [the breather]**. Disponível em: [http://thebreather.org/index.php?page=home\\_en](http://thebreather.org/index.php?page=home_en). Acesso em: 25 fev. 2018.

LUTTERS, Bart; KOEHLER, Peter J.; Brainwaves in concert: the 20th century sonification of the electroencephalogram. **Brain**, London, v. 139, n. 10, p. 2809-2814, 2016.

MACDONALD, Raymond R.; HARGREAVES, David; MIELL, Dorothy. **Musical identities**. New York: Oxford University Press, 2002.

MACHADO, Irene de Araújo. **Língua entre linguagens: a argumentação gráfica na comunicação da ciência**. 2011. Tese (Livre-Docência). Escola de Comunicações e Artes, Universidade de São Paulo.

MATURANA, Humberto R.; VARELA, Francisco J. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. 8. ed. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena, 2010.

MCGREW, Roderick E; MCGREW, Margaret P. **Encyclopedia of medical history**. London: The Macmillan Press, 1985.

MCNEILL, David. **Hand and mind: what gestures reveal about thought**. Chicago: University of Chicago Press, 1996.

\_\_\_\_\_. **Language and gesture**. Cambridge: University Press, 2000.

MERLEAU-PONTY, Maurice. **Fenomenologia da percepção**. São Paulo: Martins Fontes, 1999.

METRAMED. **Avaliação cardiológica**. Marabá. Disponível em: <http://www.metramed.com.br>. Acesso em: 21 mai. 2018.

MIRANDA E. R.; SHARMAN K.; KILBORN K.; DUNCAN, A. On harnessing the electroencephalogram for the musical braincap. **Computer Music Journal**, Cambridge, v. 27, n. 2, p. 80-102, 2003.

MORFOLOGIA HUMANA. **Sistema Nervoso**. Disponível em: <http://slideplayer.com.br/slide/87083>. Acesso em: 11 jul. 2018

MURRAY, A.; NEILSON, J. M. M. Diagnostic percussion sounds: a qualitative analysis. **Medical and Biological Engineering and Computing**, Springer Berlin, v. 13, n. 1, p. 19-28, 1975.

NEMESIUS. **Cyril of Jerusalem and Nemesius of Emesa**. TELFER, W. (ed.). Philadelphia: Westminster Press, 2006.

NEUROSKY. **Tecnologias de interface cérebro-computador**. Califórnia. Disponível em: <http://neurosky.com>. Acesso em: 21 mai. 2019.

NIEDENTHAL, Paula M. Embodying emotion. **Science**, v. 316, n. 5827, p. 1002-1005, 2007.

NORAXON: The Portable Biomechanics Lab. **Posições anatômicas recomendadas para aplicação dos eletrodos de EMG**. Scottsdale. Disponível em: <https://www.noraxon.com/products/emg-electromyography/>. Acesso em: 21 mai. 2018.

NUMMENMAA LAB: HUMAN EMOTION SYSTEMS LABORATORY. **emBODY System**. Turku PET Centre and Department of Psychology, University of Turku, Turku. Disponível em: <http://emotion.utu.fi/softwaredata/>. Acesso em: 13 mai. 2018.

NUMMENMAA, Lauri; GLERAN, E.; HARI, R.; HIETANEN, J. K. **Bodily maps of emotions**. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, Washington, v. 111, n. 2, p. 646-651, 2014.

NÖE, Alva. **Action in perception**. Cambridge: Bradford Book, 2004.

OLHAR O CÉREBRO. **Proteções do Cérebro**. Disponível em: <http://olharocerebro.com/index.php/2016/01/10/protcoes-do-cerebro>. Acesso em: 11 jul. 2018.

OLIVEIRA, Flávio I.; RODRIGUES, Sérgio T. **Affordances: a relação entre agente e ambiente**. São Paulo: Editora da UNESP, 2014.

OLIVEIRA, Hosana Celeste. **Arte de biofeedback: uma proposta epistemológica para a compreensão da mente corporificada**. 2019. 210 f. Tese (Doutorado em Artes Visuais). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São Paulo, 2018.

OLIVEIRA, Hosana C.; LEOTE, Rosangela S. O uso de referências de divulgação científica na arte. In: 22º ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISADORES EM ARTES PLÁSTICAS, Belém, 2013. **Anais do 22º Encontro Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas: Ecossistemas Estéticos**, Belém, 2013. Belém: PPGARTES/ICA/UFGA, p. 2254-2265, 2013.

OLIVEIRA, Hosana C.; BARAÚNA, Danilo; LEOTE, Rosangela S. Apropriações da arte pela ciência: casos da neuropsicologia. In: 23º ENCONTRO NACIONAL DA ANPAP, Belo Horizonte, 2014. **Anais do 23º Encontro Nacional de Pesquisadores em Artes Plásticas: Ecossistemas Artísticos**. Belo Horizonte: Programa de Pós-Graduação em Artes, UFMG, 2014.

O'NEILL, Ynez Violé. Meningeal localization: a new key to some medical texts, diagrams and practices of the middle ages. **Mediaevistik**, v. 6, Peter Lang Publisher, p. 211-238, 1993.

O'REGAN, J. K. **Why red doesn't sound like a bell: understanding the feel of consciousness.** Oxford: Oxford University Press, 2011.

O'REGAN, J. K. **A sensorimotor account of vision and visual consciousness.** Behavioral and Brain Sciences, Cambridge, v. 24, p. 939-1031, 2001.

ORTEGA, Francisco. Fenomenologia da visceralidade: notas sobre o impacto das tecnologias de visualização médica na corporeidade. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 21, n. 6, p. 1875-1883, 2005.

ORTIZ, Miguel A.; KNAPP, Benjamin; COGHLAN, Niall; JAIMOVICH, Javier. Biosignal-driven art beyond biofeedback. **Sonicas-Sonic Ideas**, v. 3, n. 2, CMMAS Morelia, México, 2011.

PAIVA, Ana; PRADA, Rui; PICARD, Rosalind W. (ed.) SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON AFFECTIVE COMPUTING AND INTELLIGENT INTERACTION, AII2007. **Proceedings** [...] Lisbon, Portugal, September 12-14, 2007, p. 254-302.

PARAGUAI, Luisa. Interfaces multisensoriais: espacialidades híbridas do corpospaço. In: TRIVINHO, Eugênio. **A cibercultura em transformação: poder, liberdade e sociabilidade em tempos de compartilhamento, nomadismo e mutação de direitos.** São Paulo: ABCiber; Instituto Itaú Cultural, 2010. Disponível em: [www.abciber.org/publicacoes/livro2](http://www.abciber.org/publicacoes/livro2). Acesso em: 20 fev. 2018.

PARDELHA, Irene Isabel Pinto. **Percepção e Memória Sensível em Maurice Merleau-Ponty.** Mestrado em Filosofia (Estética e Filosofia da Arte) - Universidade de Lisboa Faculdade de Letras Departamento de Filosofia, 2007.

PEPPERELL, Robert; PUNT, Michael. **Consciousness: cinema, mind and world.** Amsterdam: Rodopi, 2006.

PESSOA JR., Osvaldo. **Da Alma: Segundo o Hilemorfismo de Aristóteles de Estagira (384-322 AEC).** Textos Didáticos 38, IFCH-Unicamp, Campinas, 1999, FFLCH, USP, p 37-43, 2011.

PETER MENZEL PHOTOGRAPHY. **Exposição Bodyworlds**, de Gunther von Hagens. Napa. Disponível em: <http://menzelphoto.photoshelter.com/image/I0000KQCUC9NFTzQ>. Acesso em: 18 mai. 2018.

PETERSON, Mark. **The senses of touch: Haptics, affects, and technologies.** New York: Berg, 2007.

PEVSNER, Jonathan. Leonardo da Vinci's contributions to neuroscience. **Trends in Neurosciences**, Amsterdam, v. 25, n. 4, p. 217-220, 2002.

PHILIPPOT, Pierre. Inducing and assessing differentiated emotion-feeling states in the laboratory. **Cognitive Emotion**, Abingdon, v. 7, n. 2, p. 171-193, 1993.

PHYSORG.COM. **Students develop "mind-control" interface to play video games without a controller.** Disponível em: <https://phys.org/news/2008-08-students-mind-control-interface-video-games.html>. Acesso em: 18 de mai. 2018.

PROSKE, Uwe; GANDEVIA, Simon C. The kinaesthetic senses. **The Journal of physiology**, Hoboken, v. 587, n. 17, p. 4139-4146, 2009.

RAMACHANDRAN, Vilayanur S. **O que o cérebro tem para contar**: desvendando os mistérios da natureza humana. Rio de Janeiro: Zahar, 2014.

RAMACHANDRAN, Vilayanur S.; HIRSTEIN, William. The science of art: a neurological theory of aesthetic experience. **Journal of Consciousness Studies**, v. 6, n. 6-7, p. 15-41, 1999.

RESEARCHGATE. **Hippocrates examining a child, a painting by Robert Thom**. Disponível em: [https://www.researchgate.net/figure/Hippocrates-examining-a-child-a-painting-by-Robert-Thom-1950s\\_fig12\\_24040893](https://www.researchgate.net/figure/Hippocrates-examining-a-child-a-painting-by-Robert-Thom-1950s_fig12_24040893). Acesso em: 18 abr. 2018.

RICHET, Charles. Ancient humorism and modern humorism. Proceedings of The International Congress of Physiology, 27-30th September. **British Medical Journal**. Vienna, p. 911-916, 1910.

RIZZOLATTI, G.; CRAIGHERO, L. The Mirror-Neuron System. **Annual Review of Neuroscience**, v. 27, p. 169 -192, 2004.

ROCHA, C. S.; REGINO, P. Affordances e Enação: convergências fenomenológicas em interfaces afetivas. In: **ARTECH 2012 - 6th International Conference on Digital Arts**, 2012, Faro, Portugal. Proceedings of 6th International Conference on Digital Arts. Faro: Universidade do Algarve e Artech International, 2012. v. 01. p. 19-24.

ROSENBOOM, David. **Biofeedback and the arts**: results of early experiments. British Columbia: Aesthetic Research Center, 1976.

\_\_\_\_\_. Extended musical interface with the human nervous system: assessment and prospectus. **Leonardo**, Cambridge, v. 32, n. 4, p. 257-257, 1999.

\_\_\_\_\_. **Collapsing distinctions**: interacting within fields of intelligence on interstellar scales and parallel musical models. The Herb Alpert School of Music, California Institute of the Arts. Valencia, CA: David Rosenboom Publishing, 2003.

ROTHBART, Daniel. Cross-currents in water-based performance. **Journal of Performance and Art**, Cambridge, v. 37, n. 3, p. 1-21, 2015.

ROWLANDS, Mark. **The new science of the mind**: from extended mind to embodied phenomenology. Cambridge: Bradford Book, 2010.

SAES, Sílvia Faustino de Assis. **Percepção e imaginação**. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2010.

SALLES, Cecília Almeida. **Redes da criação**: construção da obra de arte. Vinhedo: Horizonte, 2006.

SANTAELLA, Lucia. **Comunicação e pesquisa**. São Paulo: Bluecom, 2010.

\_\_\_\_\_. **Percepção**: fenomenologia, ecologia, semiótica. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

SANTAELLA, Lúcia; NÖTH, Winfried. **Imagem: cognição, semiótica, mídia**. São Paulo:



Iluminuras, 1998.

SANTAELLA, Lúcia; VIEIRA, Jorge Albuquerque. **Metaciência** como guia de pesquisa: uma proposta semiótica e sistêmica. São Paulo: Mérito, 2008.

SCHMIDT, Albrecht. Biosignals in human-computer interaction. **Interactions**, New York, v. 23, n. 1, p. 76-79, 2016.

SEAMAN, Bill. **O cérebro eletrônico**, 2007. Disponível em: [http://cibercultura.org.br/tikiwiki/tiki-read\\_article.php\\_articleId=17&highlight=urb](http://cibercultura.org.br/tikiwiki/tiki-read_article.php_articleId=17&highlight=urb). Acesso em: 07 set. 2017.

SHAKESPEARE, William. **The merchant of Venice**. San Diego: Icon, 2005.

SHAPIRO, Larry. The Embodied cognition research programme. **Philosophy Compass**, Hoboken, v. 2, n. 2, p. 338-346, 2007.

SHEER, D. E. A working cognitive model of attention to fit in the brain and in the clinic. *In*: SHEER, D. E.; PRIBRAM, K. (ed.). **Attention: cognition, brain function, and clinical application**. New York: Academic Press, 1988.

SMITH, C. U. M. Beginnings: ventricular psychology. *In*: SMITH, C. U. M.; WHITAKER, H. (ed.). **Brain, mind and consciousness in the history of neuroscience, history, philosophy and theory of the life sciences**. Dordrecht: Springer, 2014, p. 1-20.

SOGABE, Milton. O corpo do observador nas artes visuais. 16° ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PESQUISADORES DE ARTES PLÁSTICAS: DINÂMICAS EPISTEMOLÓGICAS EM ARTES VISUAIS. *In*: RAMALHO, Sandra Regina; OLIVEIRA, Sandra Makowiecky (org.). 24 a 28 de setembro de 2007, Florianópolis: ANPAP, UDESC, 2007. **Anais [...]**. Florianópolis, 2007, p. 1582-1588.

SOKAL, Alan; BRICMONT, Jean. **Imposturas intelectuais**. Rio de Janeiro: Record, 1999.

STELARC. **TechnoMorphica** (1997) Disponível em: <http://v2.nl/archive/articles/parasite-visions>. Acesso em: 20 ago. 2017.

STEUP, Matthias. Epistemology. *In*: ZALTA, Edward N. (ed.). **The Stanford Encyclopedia of Philosophy**, Fall Edition, 2017. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/fall2017/entries/epistemology/>. Acesso em: 12 abr. 2018.

SYNEME. **Music for Solo Performer (versão 1965)**, de Alvin Lucier. Disponível em: [http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view\\_blog\\_post.php?postId=584](http://syneme.ucalgary.ca/tiki/tiki-view_blog_post.php?postId=584). Acesso em: 18 mai. 2018.

TAMRAZ, Jean; COMAIR, Youssef. **Atlas of regional anatomy of the brain using MRI: with functional correlations**. New York: Springer, 2006.

TANAKA, A. Musical technical issues in using interactive instrument technology with application to the BioMuse. *In*: International Computer Music Conference, 1993, Tokio. **Proceedings [...]**. San Francisco: ICMAPress, 1993, p. 124-126.

TANAKA, A.; KNAPP, R. B. Multimodal interaction in music using the electromyogram and relative position sensing. *In*: 2002 CONFERENCE ON NEW INTERFACES FOR MUSICAL

EXPRESSION. National University of Singapore. **Proceedings** [...], Dublin: May 24-26, 2002, p. 1-6.

TAVARES, Maurício C. **EEG e potenciais evocados: uma introdução**, 2011. Disponível em: <http://www.contronic.com.br/artigo/EEG-e-Potenciais-Evocados-Uma-Introducao.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2018.

TEITELBAUM, Richard. Improvisation, computers and the unconscious mind. **Contemporary Music Review**, New York, v. 25, n. 5-6, p. 497-508, 2007.

TESSMAN, P. A.; SUAREZ, J. I. Influence of early printmaking on the development of neuroanatomy and neurology. **Archives of Neurology**, San Francisco, v. 59, n. 12, p. 1964-1969, 2002.

THE RANSOM NOTE. **Lia Chavez explores brainwaves as art material**. Disponível em: <https://www.theransomnote.com/culture/news/lia-chavez-explores-brainwaves-as-art-material/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

TIKKA, Pia. Enactive cinema: simulatorium eisensteinense. *In*: PEPPERELL, Robert; PUNT, Michael. **Consciousness: Cinema, Mind and World**. Amsterdam: Rodopi, 2006.

\_\_\_\_\_. (Interactive) cinema as a model of mind. *In*: MACIEL, Kátia (org.). **Transcinemas**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2009.

\_\_\_\_\_. **Enactive Cinema: Simulatorium Eisensteinense**. Helsinki: Publication Series of the University of Art and Design Helsinki, 2010.

TOFTS, Darren. Interview with Stelarc. **ACM Computers in Entertainment**, New York, v. 6, n. 3, p. 30-31, 2008.

\_\_\_\_\_. **As ondas**. São Paulo: Novo Século, 2011.

TYE, Michael. **The imagery debate**. New York: MIT Press, 1991.

VAN DE VALL, Renée. Introduction: the body within: art, medicine and visualization. *In*: VAN DE VALL, Renée; ZWIJNENBERG, Robert (ed.). **The Body Within Art, Medicine and Visualization**. Leiden: Brill Academic Pub, 2009, p. 1-14.

VAN DE VALL, Renée. A penny for your thoughts: brain-scans and the mediation of subjective embodiment. *In*: VAN DE VALL, Renée; ZWIJNENBERG, Robert (ed.). **The Body Within Art, Medicine and Visualization**. Leiden: Brill Academic Pub, 2009, p. 91-106.

VAN DOOREN, M.; DE VRIES, J.; JANSSEN, J. H. Emotional sweating across the body: comparing 16 different skin conductance measurement locations. **Physiology & Behaviour**, London, v. 106, p. 298-304, 2012.

VARELA, F.; THOMPSON, E.; ROSCH, E. **Embodied mind: cognitive science and human experience**. Cambridge: MIT Press, 2017.

VERBOON, Annemieke R. Brain ventricle diagrams: a century after Walther Sudhoff New manuscript sources from the XVth century. **Zeitschrift für Wissenschaftsgeschichte "Sudhoffs Archiv"**, Leipzig, v. 98, n. 2, p. 212-233, 2014.

V2\_, LAB FOR THE UNSTABLE MEDIA. **Stelarc**. Rotterdam. Disponível em: <http://v2.nl/archive/people/stelarc/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

V2\_, LAB FOR THE UNSTABLE MEDIA. **Parasite visions**. Disponível em: <http://v2.nl/archive/articles/parasite-visions>. Acesso em: 25 fev. 2018.

WARR, Tracey; JONES, Amélia. **The artist's body**. London: Phaidon Press, 2000.

WEBSITE DA ARTISTA LIA CHAVEZ. **Projects, papers and writings**. Disponível em: <https://www.liachavez.com>. Acesso em: 25 mai. 2018.

WEBSITE DA ARTISTA LIA MIN. **Eegegg**. Disponível em: <https://www.project-liaison.org/eegegg>. Acesso em: 24 mai. 2018.

WEBSITE DA ARTISTA LISA PARK. **Eunoia 2**. Disponível em: <http://www.thelisapark.com/#/eunoia-ii/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

WEBSITE DA ARTISTA RACHEL ZUANON. **NeuroBodyGame**. São Paulo. Disponível em: <http://www.rachelzuanon.com.br/neurobodygame/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

WEBSITE DO ARTISTA STELARC. **Projects, papers and writings**. Disponível em: <http://stelarc.org/>. Acesso em: 25 fev. 2018.

WEBSITE DO PROJETO ENACTIVE CINEMA DA ARTISTA PIA TIKKA. **Enactive cinema**. Helsinki. Disponível em: <http://www.enactivecinema.net/>. Acesso em: 25 mai. 2018.

WEB STANFORD. **Extended-Body: Interview with Stelarc**. Disponível em: [https://web.stanford.edu/dept/HPS/stelarc/a29-extended\\_body.html](https://web.stanford.edu/dept/HPS/stelarc/a29-extended_body.html). Acesso em: 25 mar. 2018.

WEEKS, Andrew. **Paracelsus** (Theophrastus Bombastus von Hohenheim, 1493–1541): Essential Theoretical Writings. Leiden: Koninklijke Brill, 2008.

WEISS, Gail; HABER, Honi F. **Perspectives on embodiment: the intersections of nature and culture**. New York: Routledge, 1999.

WEST, Krista. **Biofeedback**. New York: Chelsea House, 2007.

WHEELWELL, Donnya. Against the reduction of art to galvanic skin response. **Journal of Consciousness Studies**, Exeter, v. 7, n. 8-9, p. 37-42, 2000.

WHITAKER, Harry. Was medieval cell doctrine more modern than we thought? In: COHEN, Henri; STEMMER, Brigitte (ed.). **Consciousness and Cognition: fragments of mind and brain**. London: Elsevier, 2007, p. 45-51.

WIENER, Norbert. **Cybernetics: Or the control and communication in the animal and the machine**. 2ed. Eastford: Martino Fine Books, 2013.

WILSON, Robert A.; FOGLIA, Lucia. Embodied Cognition. *In: The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Spring 2017 Edition. Disponível em: <https://plato.stanford.edu/archives/spr2017/entries/embodied-cognition>. Acesso em: 5 dez. 2017.

WILSON, Stephen. **Information arts**: intersections of art, science, and technology. Cambridge: The Mit Press, 2002.

\_\_\_\_\_. Corpus. *In: JONES, Caroline A. (ed.). Sensorium: Embodied Experience, Technology, and Contemporary Art*. Cambridge: The MIT Press, 2006, p. 128-132.

WOLPAW, J.R.; BIRBAUMER, N.; MCFARLAND, D. J.; PFURTSCHELLER, G.; VAUGHAN, T.M. Brain-computer interfaces for communication and control. **Clinical Neurophysiology**, Philadelphia, v. 113, n. 6, p. 767-991, 2002.

WOLPAW, Jonathan R.; BOULAY, Chadwick B. Brain signals for brain-computer interfaces. *In: GRAIMANN, Bernhard; ALLISON, Brendan; PFURTSCHELLER, Gert (ed.). Brain - Computer Interfaces: Revolutionizing Human - Computer Interaction*. Berlin: Springer, 2010, p. 29-46.

WOOLF, Virginia. **Collected novels of Virginia Woolf**: Mrs. Dalloway, To the Lighthouse and The Waves (with Introduction and notes by Stella McNichol). London: The Macmillan Press, 1992.

XAVIER, Ismail. **O discurso cinematográfico**. São Paulo: Paz e Terra, 2008.

ZARSHENAS, M. M.; ABOLHASSANZADEH, Z.; FARIDI, P.; MOHAGHEGHZADEH, A. Sphygmology of Ibn Sina, a message for future. **Heart Views**, Doha, v. 14, p. 155-158, 2013.

ZEKI, Semir. Art and the Brain. **Journal of Consciousness Studies**: Controversies in Science and the Humanities, n. 6-7, 1999.

ZEKI, Semir. **Inner vision**: an exploration of art and the Brain. Oxford: Oxford University Press, 2000.

ZIEMKE, Tom. What's that thing called embodiment? *In: 25th ANNUAL MEETING OF THE COGNITIVE SCIENCE SOCIETY*, 2003, Mahwah. **Proceedings** [...] Mahwah, p. 1-6, 2003.

ZINCK, A.; NEWEN, A. Classifying emotion: a developmental account. **Synthese**, Berlin, v. 161, n. 1, p. 1-25, 2008.

ZUANON, Rachel; LIMA, Geraldo. NeuroBodyGame: the design of a wearable computer for playing games through brain signals. *In: ISEA2011, THE 17th INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ELECTRONIC ART*, September 14-21, 2011, Istanbul. **Proceedings** [...]. Istanbul: Sabanci University, p. 2686-2691, 2011.

ZYLINSKA, Joanna. **The cyborg experiments**: the extensions of the body in the media age. London: Continuum, 2002.