

**Hiperorganismos.
Arte, tecnologia,
coerência, conectividade
e o campo integrativo**

**Hyperorganisms.
Art, Technology,
Coherence, Connectedness
and the Integrative Field**



Hiperorganismos. Arte, tecnologia, coerência, conectividade e o campo integrativo

Hyperorganisms. Art, Technology, Coherence, Connectedness and the Integrative Field



Para meus pais, Elza e Genival, e meu irmão Luciano.
Para minha esposa Patrícia Freire e meus filhos Thiers e Theo.

To my parents, Elza and Genival, and my brother Luciano.
To my wife Patrícia Freire and my sons, Thiers and Theo.

PARTE I: TECNOLOGIA
POR DENTRO DA CAIXA PRETA

- 19 **1. O aparelho**
- 21 1.1. A filosofia de Vilém Flusser
- 24 1.2. Da consciência mágica à histórica,
 a dialética entre imagens e textos
- 28 1.3. Imaginando códigos
- 35 1.4. O “complexo aparelho-operador”
- 39 1.5. Brincando com a informação,
 do *homo faber* ao *homo ludens*
- 52 1.6. Sendo experimental:
 hackeando o programa do aparelho
- 56 1.7. Considerações e direções
- 58 **2. Trabalhos de arte como veículos
de informação estética**
- 62 2.1. Do significado à informação,
 repensando a lógica

PARTE II: ARTE
**OBJETOS TÉCNICOS, ORGANISMOS ESTÉTICOS
E COMPORTAMENTO DE CAMPO**

- 71 **3. Sobre os seres tecnológicos**
- 71 3.1. Breve biografia de Gilbert Simondon
- 73 3.2. O objeto técnico e sua concretização
- 80 **4. O organismo estético**
- 80 4.1. Forma como um diagrama de forças
- 84 4.2. Dos “objetos imóveis”
 aos sistemas interativos
- 94 4.3. Metaestabilidade e comportamento
 de campo
- 102 4.4. O trabalho de arte behaviorista
 como um hiperorganismo
- 105 4.5. A Gestalt hiperorgânica
- 124 4.6. Rumo a uma teoria orgânica da arte

PARTE III: CIÊNCIA
BIOFOTÔNICA E A ABORDAGEM
DE CAMPO INTEGRATIVA

- 131 **5. O modelo biofotônico**
133 5.1. Compreendendo fótons: princípios básicos
134 5.2. O que são biofótons?
137 5.3. Biofóton, antecedentes históricos
140 5.4. Críticas à “radiação mitogenética”
e aos biofótons
146 5.5. Elementos da teoria do biofóton
155 5.6. Materiais, métodos e técnicas
169 5.7. Implicações biológicas
174 5.8. Como o biofóton interage com a arte –
implicações estéticas

PARTE IV: NATUREZA
LEAVES SYSTEM – TRABALHO PRÁTICO

- 191 **6. Projeto *Leaves System***
191 6.1. Antecedentes
200 6.2. Trabalhos
- 209 **7. Conclusão**
- 213 ENTREVISTA
COM MARCO BISCHOF,
CONDUZIDA POR GUTO NÓBREGA
- 224 TRABALHOS / ARTWORKS
- 373 REFERÊNCIAS / REFERENCES
- 387 MINIBIO



AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à FAPERJ pelo apoio financeiro que permitiu a publicação deste livro; à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Bolsistas de Pós-Graduação, Brasil), pela bolsa de estudos do doutorado; ao CNPq, pelo atual apoio à minha pesquisa através da bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq; e à Escola de Belas Artes – UFRJ pelo apoio econômico durante todo o curso deste estudo. Um agradecimento especial à professora Angela Ancora da Luz, que sempre incentivou a minha vida acadêmica. Agradecimentos especiais aos meus colegas Katia Maciel, Milton Machado, Suzette Venturelli e Diana Domingues, que de alguma forma apoiaram meu trabalho acadêmico.

Gostaria de agradecer ao professor Roy Ascott, pela inspiração e direção ao longo do curso de meus estudos. Obrigado a todos os colegas, artistas e pesquisadores, integrantes do grupo Planetary Collegium com quem passei muitas horas de discussão, questionamento, trabalho e alegria durante os encontros anuais do programa. Obrigado a Mike Phillips pelo apoio e diálogos úteis, e também ao professor Michael Punt, que me ensinou a lógica do pensamento acadêmico e a oportunidade de participar dos Seminários de Pesquisa em Transtecnologia. Gostaria de agradecer a todos os meus colegas do programa i-DAT e Transtecnologia por todas as discussões, orientações e apoio que forneceram.

Gostaria de expressar minha especial gratidão a Eduardo Coutinho, que compartilhou ideias e colaborou em alguns de meus trabalhos. Todos os agradecimentos a Cristina Miranda de Almeida, que passou muitas horas de conversa me ajudando a recuperar a certeza quando tudo parecia estar errado. Obrigado a Cristiano de Mello Gallep por me ajudar a entrar no reino dos fótons e nas abstrações da física. Um agradecimento especial ao Dr. Guido Bugmann pela orientação em encontrar soluções simples para problemas robóticos complicados, e à Maria Campbell pela ajuda com algas bioluminescentes e pela amizade luminescente. Um agradecimento especial à Sana Murrani pela amizade sincera.

A nível pessoal, eu gostaria de agradecer aos meus pais, Elza e Genival, e ao meu irmão Luciano pelo amor e pelo suporte ao longo da minha carreira artística e acadêmica.

Por fim, minha mais profunda gratidão aos meus filhos Thiers e Theo, que me dão um motivo maravilhoso para continuar minha jornada, e toda gratidão à minha esposa Patrícia Freire, que esteve ao meu lado em todos os momentos importantes, difíceis e felizes da minha vida, e cujo amor e amizade têm sido de fundamental importância para mim.



BREATHING

Das plantas e de tudo o que brota depende nossa respiração. O movimento do ar em nossos pulmões. O ritmo da vida sobre a terra. O pulso da natureza. Toda a cosmogonia de corpos. O *pneuma*, chamavam os antigos, o sopro. Entrar e sair do mundo através de um sopro. Uma troca entre substâncias etéreas, o fluxo entre vidas na impermanência da metamorfose.

Toda máquina propõe um sistema. As ações são pré-definidas, pré-fabricadas, previstas. A lógica da ação e reação, a relação entre o dentro e o fora, a repetição. A máquina respira.

O ar na pintura do renascimento. O ar movendo a imagem. O nascimento da imagem. O dentro e o fora da imagem. Figurar o ar. O sopro. O *Nascimento de Vênus* de Sandro Botticelli. A pintura respira.

A matéria quando atingida pelo ar enquanto caminha. Os corpos caminhantes de Alberto Giacometti. O desmoronamento da matéria. Entre o nada e o ser movente. Rarefeito o gesso na leveza da mão. Forma e passagem. Esculturas percíveis para durar algumas horas, é o que diz o artista. Um sopro. A escultura respira.

O móbile batizado por Marcel Duchamp é o pulmão de Alexander Calder. O ar abole a gravidade. O sopro ganha o espaço e sobe paredes. Uma baleia branca esguichando névoas enquanto flutua no espaço. A obra respira.

As dobras em placas são movimentadas por nossas mãos. Os bichos indomados de Lygia Clark. Perguntam à artista quantas posições tem o bicho. Ela responde. Você não sabe. Eu não sei. Mas o bicho sabe. O bicho respira.

Os pássaros e aviões voam o mesmo céu.

Em um mesmo ambiente o natural e o artificial. Um organismo vivo e um sistema maquínico.

Uma criatura respondendo ao ambiente através do movimento, luz e ruído a partir da nossa respiração, *Breathing*, na descrição de Guto Nóbrega. Uma conversa entre mundos que não se separam, mas se unem em suas singularidades. Um modo de respirar junto. De unir os sistemas, os processos orgânicos como uma máquina e uma máquina como um ponto entre o dentro e o fora. A repetição. A respiração.

Em 2004, em Beijing, em um Congresso sobre o CHI, organizada pelo Planetarium Collegium, um palestrante idoso chinês, vestido em manto caminhou até o centro do palco, nos olhou em silêncio, prendeu a respiração, depois de 10 segundos, soltou o ar, e disse: “O CHI é isso, é tudo isso”.

A vida depende dessa energia sutil que circula entre o dentro e o fora, tão complexa quanto simples. Um mecanismo orgânico que dispara os corpos. E os

corpos, o que são os corpos? Como funcionam? Como se relacionam com o que não é um corpo? Do humano muito se falou, da sua substância grega, da sua medida renascentista, da sua geometria moderna, do sensorial contemporâneo.

O que pode um corpo?, perguntava Spinoza. Praticar as diferenças, o insigificante, os desperdícios, as desmontagens, o afeto. O pensamento no meio das coisas, como forma sensível.

Guto Nóbrega investiga as plantas como agentes sensíveis na criação da arte. Em uma conversa silenciosa, o artista se debruça sobre um cultivo particular. O plantio de sistemas híbridos. O artista inventa formas de respirar dentro do sistema híbrido. O que é proposto não é apenas uma relação, mas uma respiração.

O termo tecnologia era usado no século xvii para descrever o estudo sistemático da arte. Em sua origem grega, a *teknè* une arte e artesanaria. No século xvii a palavra se aproxima da mecânica, apenas no século xix tecnologia significa a arte prática e se diferencia, então, da ciência do conhecimento teórico.

Uma planta é uma figuração fractal do cosmos. A sua forma se confunde com a matéria fundante de tudo o que vive. O acesso a essa forma constitui para Guto Nóbrega sua experiência artística como possibilidade teórica. O artista expande o universo tecnológico.

As operações alinhadas por Guto Nóbrega expandem a tecnologia ao orgânico. Trata-se de uma invenção de linguagem. Uma nova semântica para a forma sensível. Como tornar o processo tecnológico vivo, como tornar a tecnologia um abrigo.

Precisamos nos aproximar do plantio de Guto Nóbrega. Esse livro é um começo.

Kátia Maciel

INTRODUÇÃO

Esta pesquisa emerge em ressonância com quatro cordas principais de um instrumento que chamamos de realidade: arte, ciência, natureza e tecnologia. Portanto, a metodologia do presente estudo está articulada em quatro áreas-chave do conhecimento: estética, epistemologia, ontologia e, por razões que se justificam ao longo deste livro, tecnicidade. A intervenção deste estudo não parte do ponto de vista de um historiador. A lente crítica através da qual a análise a seguir é elaborada é a arte. A discussão apresentada por esta pesquisa se desenvolve a partir de uma perspectiva artística e dá a este livro seu foco tonal. A principal preocupação é o uso da metáfora como ferramenta de conhecimento. Consequentemente, como resultado, tal conhecimento será expresso na forma de teoria e prática artística.

A motivação para focar especificamente nos domínios da arte, ciência, natureza e tecnologia surge de como o entrelaçamento dessas linhas notifica a invenção de novas formas estéticas. Obras de arte emergem em ressonância à forma como cada um desses domínios se comunica. O problema observado por este estudo decorre do fato de que o entendimento predominante de que cada um desses campos reflete uma tradição analítica ocidental baseada em fragmentação, dicotomias e dualidades, como muitos estudiosos já identificaram (Koestler e Smythies [1968] 1972; Ho, 1993; Pickering, 1995).

Essa tendência reducionista, em voga pelo menos nos últimos cem anos, entra em conflito direto com um movimento natural contrário à integração e à coerência, do qual o melhor exemplo é a forma orgânica viva. A consequência desse problema pode ser observada através do aumento do materialismo e das disjunções, ocultas sob a promessa de um mundo integrado pela interconectividade e imaterialidade potencializadas pelo uso da tecnologia. Refletindo essa tendência, a arte sofreu os efeitos de uma instrumentalização através da qual a tecnologia é aplicada como uma ferramenta para cumprir uma mudança de uma estética formalista orientada ao objeto para uma estética behaviorista orientada para o processo (Ascott, 1966; 1967; Burnham, 1968a). Erroneamente, o foco de algumas práticas artísticas tem estado em como fazer as coisas se comportarem, em vez de situar perguntas sobre a natureza do comportamento.

Esse tipo de confluência mecanicista da tecnologia e arte é sintomático de um modelo estético predominantemente desgastado, fundado em dualidades como objeto/processo, forma/comportamento e significado/informação. Identificado este problema, a presente pesquisa investiu num reexame da arte, da ciência, da tecnologia e da natureza, a fim de construir um modelo estético

capaz de dar conta, de forma integrativa, desses domínios aparentemente díspares e de seus respectivos discursos. Há uma série de questões que orientaram todo o percurso deste trabalho: como construir um modelo e uma prática estética que incorpore questões de interatividade, imaterialidade e complexidade sem ficar preso ao materialismo tecnocêntrico? Como a tecnologia e a arte deveriam se atravessar para que a experiência estética pudesse ser nivelada a uma dimensão mais rica de consciência, revelando a matriz da interconectividade dentro da tríade artista, obra de arte e observador¹? Como os conceitos de intuição, intenção, afeto, absorção ou sentido, inerentes às artes, podem ser integrados efetiva e afetivamente nas obras tecnologicamente assistidas?

Como resultado dessas questões e da sua consequente investigação, o novo conhecimento produzido por este estudo é um princípio estético construído a partir das noções de ressonância, coerência e modelos de campo, enraizadas em uma visão integrativa dos organismos vivos. Paralelamente à abordagem teórica apresentada neste livro, é empregada uma metodologia baseada na prática que desenvolve trabalhos artísticos baseados na hibridização de sistemas naturais (neste caso, plantas) e artificiais para permitir a observação empírica e uma reflexão sobre as ideias propostas. O resultado dessa prática contextualiza a investigação sobre a natureza e é relatado na parte final deste livro.

Este livro está organizado em quatro partes consecutivas, nas quais são examinados os domínios em discussão. A Parte I, “Tecnologia: por dentro da caixa preta”, dedica-se à investigação da tecnologia através da lente teórica de Vilém Flusser e sua noção de tecnologia como “aparelho”. A argumentação desenvolvida na primeira seção da Parte I concentra-se em uma análise da moderna tecnologia da câmera fotográfica que, segundo Flusser, problematiza o aparelho em sua forma embrionária. A motivação para começar um debate com Flusser é dupla.

Primeiramente, Flusser fornece uma estrutura para situar a discussão sobre tecnologia fora dos discursos predominantes das mídias digitais. Na abordagem de Flusser, a tecnologia digital é considerada como um desdobramento de um novo paradigma instanciado pela tecnologia na modernidade, sendo uma de suas principais mudanças aquela do “trabalho” para a “informação”. Em segundo lugar, o modelo fotográfico adotado por Flusser, devido à sua simplicidade, permite refinar a investigação sobre a essência da tecnologia e

1 Vários termos têm sido usados para identificar o sujeito que interage com obras de arte tecnologicamente assistidas. Ele/ela tem sido chamado de interator, agente, *vuser* (um termo usado por Bill Seaman como uma combinação de *viewer/user* (Seaman, 2002). O termo *observador* é usado aqui em consideração à sua categorização na física quântica, como uma presença ativa constantemente colapsando o sistema.

desenvolver estratégias criativas de acordo. A ênfase é colocada no experimentalismo como principal forma de intervenção para adquirir liberdade criativa no regime do “complexo operador-aparelho”. A Parte I segue introduzindo a discussão da informação e da estética instanciada contra o pano de fundo do conceito de “hábito” de Flusser. As ideias de Flusser serão contrastadas com as de Rudolf Arnheim e sua noção de que “ordem e estrutura” não podem ser mantidas fora das equações de informação e entropia na avaliação de obras de arte. Significado e informação não podem ser separados. As questões abertas ao longo da Parte I levam a um exame do papel do observador e do artista na criação da arte e preparam o terreno para a análise da estrutura fundamental da arte: o complexo artista-obra-observador.

A Parte II, “Arte: objetos técnicos, organismos estéticos e comportamento de campo”, amplia a análise da tecnologia e foca no objeto técnico, e começa com uma seção dedicada à obra de Gilbert Simondon, na qual se investiga “o modo de existência dos objetos técnicos” (Simondon [1958] 1989a). O foco teórico desta seção situa-se dentro dos dois grandes conceitos de Simondon: concretização e individuação dos seres técnicos.

Concretização refere-se ao processo em que objetos técnicos se tornam indivíduos, ou, em outras palavras, totalidades coerentes. Esta seção visa situar o objeto técnico não como uma coisa, mas como um processo de devir. O principal argumento desenvolvido nesta seção é que somente quando os sistemas tecnológicos são vistos como processos de devir, sua essência, sua “tecnicidade”, pode ser plenamente acessada. A seção intitulada “Processo de invenção” analisa como a agência dos seres técnicos se entrelaça com a do artista em processo de invenção. As noções de concretização e individuação delineadas por Simondon são fundamentais para a compreensão dos conceitos de “hiperorganismo” e “organismo estético”, desenvolvidos na seção intitulada “O organismo estético”. A principal intervenção nessa seção é a revisão da dicotomia entre forma e comportamento com o apoio da teoria da Gestalt de Rudolf Arnheim. O argumento resultante dessa discussão é que a forma deve ser entendida no contexto de um diagrama de forças. Portanto, forças são processos que precedem a forma. Forma e comportamento são ligados por campos de força. Esta discussão situa-se numa revisão do modelo behaviorista e na integração das teorias da forma, herdadas da análise organicista², no comportamento. O resultado é uma abordagem original ao lema “formas de comportamento” como sendo o *locus* de um campo integrativo orgânico. Este campo integrativo recebe o título de “iField”.

2 Relacionado à teoria do organicismo (Haraway, 1976).

A Parte III, “Ciência: biofotônica e a abordagem de campo integrativa”, informa a base teórica na qual um ramo da biofísica contemporânea chamado “biofísica integrativa” tem concebido os organismos vivos. A análise desse campo de pesquisa fornece um grande passo em direção a uma teoria orgânica da arte. As teorias orgânicas vivas abordadas nessa seção são fundamentalmente baseadas na pesquisa do físico Fritz-Albert Popp (que cunhou o termo biofóton), seu grupo de pesquisa, e o trabalho da geneticista Mae-Wan Ho³. Essa parte do livro destaca como a teoria biofotônica sugere a existência de uma rede não mecanicista de informações, tanto dentro como entre organismos, como uma fonte fundamental de seu processo evolutivo. Central para a biofotônica é a transmissão de informação mediada por fótons provenientes de um campo coerente. Deste ponto de vista, os organismos vivos são entendidos não como um agregado de elementos funcionais, mas como um todo comunicativo coerente. Essa estrutura, bem como modos congruentes de biocomunicação envolvendo a interconexão não mecanicista de sistemas, servirão de base para a introdução de um modelo teórico para a estética baseado nas noções de coerência e campos integrativos. Esse modelo, fortemente baseado numa perspectiva orgânica do processo artístico, é desenvolvido e analisado na íntegra na seção final dessa parte, intitulada “Como o biofóton interage com a arte – implicações estéticas”.

A Parte IV, “Natureza: *Leaves System* – trabalho prático” é dedicada ao aspecto prático dessa pesquisa, que enfatiza a hibridização de formas naturais e artificiais. *Leaves System* é o título guarda-chuva de uma série de projetos de arte que abrangem o corpo de prática desenvolvido ao longo do presente estudo⁴. Esta seção relata essas práticas através das seguintes subseções: “Antecedentes” e “Trabalhos”. Os trabalhos desenvolvidos por mim e relatados nessa seção são: *Equilibrium*, *Happiness*, *Ephemeria*, e a obra principal, *Breathing*. Embora as obras *Happiness* e *Ephemeria* se enquadrem na categoria de videoarte, são peças significativas que sustentam a construção do corpo combinado de teoria e prática. Esses trabalhos me permitiram mergulhar no reino das plantas e nas metáforas de afeto e interconexão entre humanos e natureza. Sem esses trabalhos, o nível de compromisso com esse tema não seria alcançado. No contexto do argumento desta pesquisa, essas obras são formas diferentes de organismos estéticos, mas não podem ser consideradas menos vivas.

3 Tanto Fritz-Albert Popp quanto Mae-Wan Ho, vivos durante a escrita desta pesquisa, morreram recentemente. Popp em 4 de agosto de 2018 e Ho em 24 de março de 2016.

4 Uma atualização de meus trabalhos artísticos recentes é fornecida na seção “Trabalhos / Artworks” desse livro.

A conclusão fornece um breve resumo dos principais aspectos e resultados deste estudo e direciona para potenciais pesquisas futuras que pretendam desenvolver ainda mais a noção de campos e o modelo orgânico da estética. Entende-se que o trabalho discutido e documentado ao longo deste estudo é um primeiro passo para um terreno que ainda não está totalmente explorado. Atualmente, vivemos no paradoxo de uma materialidade crescente potencializada pelo fluxo invisível de informações que engendra novas formas tecnológicas cotidianas. Parece que as antigas dualidades, como corpo e alma, se transmutaram em novas formas contemporâneas. Como espelho, criamos realidades que refletem nossa natureza orgânica interior, corpos emancipados por forças vivas. Para entender o mundo exterior, pode ser que precisemos olhar mais de perto nosso eu orgânico interior, nossa natureza, e tentar entender, não apenas como, mas por que nossas forças são coerentes. Esse conjunto de ideias é o que orienta este livro.

No final desta publicação o leitor encontrará uma entrevista com o escritor científico Marco Bischof e uma seleção atualizada dos trabalhos de arte deste autor em diálogo com as plantas.

PARTE I: TECNOLOGIA

POR DENTRO DA CAIXA PRETA

1. O APARELHO

O presente estudo se inicia voltando-se para a questão da tecnologia com o objetivo de tentar capturar o que esta poderia significar em sua essência. Através desta pesquisa entendeu-se que os artistas contemporâneos que trabalham com tecnologia da informação não podem evitar tal preocupação se o seu objetivo é desenvolver liberdade criativa para além de um ponto de vista tecnocêntrico. Para alcançar tal objetivo, o artista não deve limitar seus estudos a compreender como algumas técnicas fundamentaram práticas artísticas passadas. O novo meio chamado tecnologia e os seus objetos técnicos demandam uma consciência artística em relação ao que está escondido para além de estruturas mecânicas, circuitos eletrônicos, códigos e energia elétrica. O núcleo da tecnologia detém sua tecnicidade⁵; partindo de uma perspectiva criativa, é apenas com um claro entendimento da lógica que a tecnicidade acarreta que será possível desenvolver diálogos com um repertório inovador.

Neste livro, a essência da tecnologia é examinada a partir do olhar crítico de dois autores: Vilém Flusser (1920-1991), cuja filosofia examinaremos na primeira parte desta pesquisa, e Gilbert Simondon (1924-1989), comentado na segunda parte, dedicada à arte. Os dois filósofos, cada qual com o seu ponto de vista, dão acesso ao centro da tecnologia a fim de desenvolver um entendimento sobre ela que vá de encontro ao pano de fundo da estética. Essas discussões se iniciarão com um estudo sobre Vilém Flusser e a sua visão da tecnologia como um “aparelho”.

A essência da tecnologia foi o assunto principal da famosa conferência dada por Heidegger em 1953, “A questão da técnica”, em que apresenta uma crítica da tecnologia moderna. Nesse trabalho, Heidegger basicamente afirma que a essência da técnica⁶ “não é, de modo algum, algo técnico” (Heidegger, [1954] 1977). A sua preocupação era com o tema da existência humana e como a tecnologia com ele se relaciona. Para entender o que está em jogo em tal relação, Heidegger sugeriu que o questionamento sobre a tecnologia deve ser formulado não de modo que se entenda *o que ela é*, mas *como* ela se refere ao modo ontológico como as coisas se revelam. O conceito de tecnologia para Heidegger se baseia em ideias de origem grega: *poiesis* (produzir, gerar, natural ou artificialmente), *tekhnē* (produção por meio da técnica), *epistēmē* (conhecimento acumulado) e *alethéia* (no sentido de revelação da verdade).

5 Este termo será desenvolvido em nossa análise da filosofia de Simondon sobre a individualização de objetos técnicos.

6 Utilizamos o termo “técnica” como tradução do termo original, *technik*, em alemão, por acreditarmos ser o mais adequado, mesmo que, em inglês, a tradução para este termo utilizado por Heidegger tenha se consagrado como *technology*.

Sobre a relação entre a natureza e a tecnologia, Heidegger defendia que, uma vez que a natureza se revela através de uma *poiësis* natural, a tecnologia é um processo de revelação através de meios técnicos.

É o poder de revelar a natureza a partir de meios técnicos que emerge na era moderna com a ideia de aproveitamento da natureza, como resultado de uma interpretação reducionista e equivocada da tecnologia a partir de uma visão instrumental de causalidade: “revelar” para tirar vantagem e obter controle. Na modernidade, a natureza aparece como um conjunto de forças passível de ser calculado. O que muitas vezes tem faltado em argumentos que sustentam esta visão é que, fazendo parte da natureza, o controle pode se voltar contra nossa própria liberdade.

Tratando de questões ontológicas similares às tratadas por Heidegger, Vilém Flusser examina a controlabilidade e programabilidade trazidas pela tecnologia moderna na forma de um aparelho. Entretanto, Flusser difere de Heidegger ao nos orientar em direção a possíveis espaços de liberdade no território da tecnologia. Esta orientação é baseada na desconstrução da câmera fotográfica como exemplo de um modelo tecnológico primordial que constitui o aparelho em sua forma mais embrionária. Diferentemente dos estudiosos do campo das artes midiáticas, Flusser não faz uma análise da imagem técnica com base na representação e também não considera as fotografias como baseadas na “lógica figurativa ótica” (Couchot, 1993, p. 42) contrastando com a “nova ordem visual numérica”⁷ (Ibid.) trazida pela revolução digital. Como resultado do argumento de Flusser, será observado que a ideia de que as tecnologias digitais instanciaram uma revolução não pode ser totalmente sustentada. Se há uma revolução em curso, ela teria começado com uma nova consciência instituída pela concepção moderna da tecnologia, na qual a noção de “informação” substitui a de “trabalho”⁸. Flusser identifica este momento como sendo aquele em que a fotografia foi inventada. Partindo desse discurso, o digital deve ser visto como o ápice de uma revolução, e não a sua causa. Tal posição foi adotada neste livro a fim de reconhecer a importância de re-enquadrar a informação digital em um novo discurso, avesso às noções de imaterialidade e descorporificação, que estão embutidas em estudos pós-humanistas (Hayles, 1999), e a obsolescência sugerida do corpo humano contra a convergência de todas as mídias para o digital (Kittler, 1999)⁹. O modelo

7 “Numérica” aqui se refere à tecnologia digital.

8 Este conceito será aprofundado na seção “Brincando com a informação, do *homo faber* ao *homo ludens*”.

9 Em seu livro *Gramophone, Film, Typewriter*, Friedrich A. Kittler afirmou: “Com números, nada é impossível. Modulação, transformação, sincronização; adiamento, registro,

que se pretende desenvolver aqui é integrativo. Partindo dessa perspectiva, o presente estudo busca teorias, trabalhos e ideias que sustentem uma noção de coerência, permitindo que a aparente separação entre natureza e tecnologia dê lugar a um todo interligado. A filosofia de Flusser fornece insights úteis na busca deste objetivo, que é o tema da subseção seguinte.

1.1. A FILOSOFIA DE VILÉM FLUSSER

O filósofo e escritor Vilém Flusser nasceu em 12 de maio de 1920 em Praga, Tchecoslováquia, em uma família de intelectuais judeus. Ele começou seus estudos filosóficos na Faculdade de Direito da Karlsuniversität em Praga, mas mudou-se com sua família para Londres após a ocupação da cidade pelos nazistas, em março de 1939. Morando em Londres com sua esposa Edith Barth, ele continuou seus estudos na London School of Economics. Após perder grande parte de sua família durante a Segunda Guerra Mundial, Flusser imigrou para o Brasil em 1941, onde viveu durante trinta e um anos e obteve a cidadania brasileira. No início de sua carreira no Brasil, ele ocupou um cargo como gerente de uma fábrica de transformadores elétricos, enquanto prosseguia com seus estudos, até concluí-los. Flusser publicou seus primeiros artigos sobre Linguística e Filosofia no Suplemento Literário do *Estado de São Paulo*. Em 1962, tornou-se membro do Instituto Brasileiro de Filosofia, e foi designado professor de Filosofia da Comunicação na Faculdade de Comunicação da FAAP, em São Paulo (Flusser, 1984). Nos anos 70, retornou à Europa, onde viveu até sua morte, em 1991.

Durante os anos 80, as teorias de Flusser ganharam a atenção de alguns grupos de intelectuais, em sua maioria formados por artistas. Entretanto, enquanto filósofo, Flusser seguiu em uma posição marginal, nunca se integrando totalmente a uma “história convencional da filosofia” (Ströhl, 2002, p. x). De acordo com Andreas Ströhl (Ibid.), diretor do Instituto Goethe Film de Munique, só a partir da sua morte, em 1991, que seu pensamento nada convencional foi reconhecido nos círculos acadêmicos dos estudos de mídia europeus, sendo comparado a teóricos no nível de Walter Benjamin ou Martin Heidegger. As ressonâncias entre o trabalho de Marshall McLuhan e Flusser podem ser encontradas na literatura sobre novas mídias (Kukielko e Rauch,

chaveamento; embaralhamento, escaneamento, mapeamento: um composto total de mídias em base digital vai desbancar todo conceito de mídia. Em vez de conectar tecnologias e pessoas, o saber absoluto corre em *loop infinito*’ (Kittler, 1999, p. 2).

2008; Canán, 2008), mas sabe-se que quem influenciou de forma mais substancial a sua filosofia foi Edmund Husserl. A fenomenologia de Husserl deu a Flusser a base estrutural sobre a qual construiu a sua perspectiva particular acerca da tecnologia e o levou a reconhecer uma “força motivadora (*movens*) por trás de toda mudança social e tecnológica contemporânea”, que ele identificou como o “complexo aparelho-operador” [*Apparat-Operator-Komplex*] (Ströhl, 2002, p. xii)¹⁰. Para Flusser não havia motivo para diferenciar o aparelho de seu operador, uma vez que, de um ponto de vista fenomenológico, ambos existem se complementando de forma relacional¹¹. Flusser pensou este todo integrado como uma “caixa preta” (Ibid.), conceito que será examinado com mais detalhes nas seções seguintes. Antes de concluir esta breve introdução sobre Vilém Flusser, é importante, para fins de contextualização, desdobrar algumas de suas influências e ressonâncias.

Flusser abordou o fenômeno das revoluções tecnológicas e evocou constantemente a ideia de “mudança de paradigma”, que ele pegou emprestada do epistemólogo e historiador da ciência Thomas Kuhn. Flusser fundiu esta ideia com a teoria quântica de Werner Heisenberg, o que levou ao seu entendimento de que as mudanças em determinado modelo tecnológico devem ser consideradas de acordo com a ideia de saltos quânticos descontínuos, ao invés de uma progressão linear e transformadora. Na opinião de Flusser, uma nova consciência emerge de tais mudanças e de seus novos códigos inerentes.

Da mesma forma que o alfabeto foi voltado contra os pictogramas, os códigos digitais atualmente se dirigem contra as letras, para ultrapassá-las. Da mesma forma que uma forma de pensar baseada na escrita se opôs à magia e ao mito (pensamento pictórico), uma nova forma de pensar baseada em códigos digitais se dirige contra ideologias procedimentais, “progressistas”, para substituí-las por modos de pensamento estruturais, baseados em sistemas, cibernéticos (...) Isso não pode mais ser pensado dialeticamente, mas sim através da noção de “paradigma” de Kuhn: não mais uma síntese de opostos, mas um salto súbito, quase incompreensível, de um nível para outro (Flusser apud Ströhl, 2002 p. xiii).

10 Neste contexto, a palavra “complexo” deriva da abordagem fenomenológica de Flusser acerca das tecnologias de mídia e refere-se a uma “unicidade invisível” (Ströhl, 2002) formada pela relação operador/aparelho.

11 Como observa Ströhl, Flusser difere de Heidegger porque sua argumentação “não se preocupa com a máquina produtora”. Para Flusser, o interessante era pensar “o aparelho enquanto processador de informação”. Em sua opinião, “apesar de sua aparente ameaça à humanidade, a tecnologia é sobretudo uma ajuda à humanização” (Ströhl, 2002, p. xxxiv).

A filosofia de Flusser é antes dialógica do que dialética. Ele enfatiza uma realidade formada a partir das relações entre as coisas em oposição às coisas em si mesmas. Assim, ele nos leva a nos concentrarmos mais no diálogo do que no orador. Ströhl explica tal ideia com clareza (2002, p. xiii):

Flusser confronta a noção tradicional de um mundo que contém objetos e sujeitos “rígidos” com o seu próprio conceito em que apenas as relações entre sujeitos e outros sujeitos são o concreto. O homem é uma interpolação, uma espécie de nó em uma rede de interações e possibilidades. (...) o Eu é um nó em toda uma rede de conexões¹².

É tal aspecto dialógico e humanístico da filosofia de Flusser que nos é útil numa investigação do problema mais amplo tratado por este estudo, ou seja, a criação de obras de arte assistidas tecnologicamente. O ponto investigado neste livro é se, e como, dentro de uma estrutura tecnológica haveria espaço para a liberdade criativa. Esta questão, em princípio, pode parecer ingênua, entretanto, a investigação deste ponto é apoiada pelo fato de que o desenvolvimento do campo das artes interativas nas últimas décadas reflete, em grande parte, um abraço de soluções tecnológicas com o objetivo de fazer a obra “funcionar”, particularmente ao fazer com que a obra responda à presença do observador (seja no local ou remotamente)¹³. Na análise seguinte,

- 12 Esta noção de Eu aproxima Flusser de Roy Ascott, para quem não só as novas tecnologias digitais com redes telemáticas e o metaverso, mas também as antigas tecnologias vegetais (que Ascott chama de “realidade vegetal” (VR)) (Ascott, 2003b; 2009), permitem o acesso a uma ideia mais permeável de Eu na qual múltiplas identidades tornam-se possíveis. Em vez de um senso cristalizado do Eu comum nas tradições ocidentais, as práticas espirituais, bem como as experiências estéticas – e esse parece ser um dos principais pontos onde o uso da tecnologia é relevante – parecem romper com a ideia de uma identidade unificada para promover, através da imersão e conectividade, um senso de compartilhamento de um espaço afetivo no qual o Eu pode assumir um estado mais impessoal e fluido. Ascott também sugere que certos estados mentais como a esquizofrenia, caracterizada por anormalidades no funcionamento cerebral, não devem ser considerados apenas do ponto de vista patológico, mas também considerados como uma condição particular que pertence a “qualquer tipo de atividade criativa” (Ascott, 2009). Isto também repercute no conceito de homem como uma “interpolação”, que desloca o foco da objetividade do ser para um processo de devir, um ponto que será investigado em detalhes no próximo capítulo sob a lente do conceito de individuação de Simondon.
- 13 A exposição na Feira de Arte Kinetica, em 2009, serve como exemplo a respeito desse assunto. Desenvolvida em parceria com o Kinetica Museum, esta feira de arte focou em arte cinética, robótica, sonora, arte baseada na luz e no tempo, apresentando artistas conhecidos e emergentes nos campos da arte cinética, eletrônica e das novas mídias. A despeito de algumas obras de arte inquisitivas que convidavam o público para algum tipo de diálogo, a maior parte da exposição parecia estar mais preocupada com um discurso sobre o que é possível se fazer com os meios tecnológicos. *Wall of Eyes*, do artista Adrian Baynes, é uma obra de arte interativa na qual 255 globos oculares de manequins foram instalados em uma parede de modo a seguirem o

apoiada pelo trabalho de Flusser, esta pesquisa mostrará como a criação da arte assistida tecnologicamente é, em certa medida, sempre mantida sob a restrição de uma lógica particular incorporada na forma do que Flusser veio a chamar de aparelho.

1.2. DA CONSCIÊNCIA MÁGICA À HISTÓRICA, A DIALÉTICA ENTRE IMAGENS E TEXTOS

Em 1983, Flusser publicou em alemão um volume chamado *Für eine Philosophie der Fotografie*¹⁴ (publicado em português como *Filosofia da caixa preta*), que acabou sendo aclamado como seu trabalho seminal no campo dos novos estudos de mídia. Neste livro, Flusser apresenta uma análise crítica da tecnologia desenvolvendo um sistema de relações totalmente novo que é, em alguns aspectos, diferente das e complementar às análises anteriores, como aquelas realizadas por Martin Heidegger e Walter Benjamin.

Flusser desenvolveu seu argumento com base em três grandes revoluções culturais, cujo ponto culminante ocorreu na era pós-industrial, com o desenvolvimento da fotografia. Do seu ponto de vista, tal conquista demarcou uma mudança epistemológica radical na criação das imagens, o que representa uma nova relação entre o homem e a tecnologia moderna. Flusser começa sua análise sugerindo que a primeira revolução ocorreu na era pré-histórica, um momento em que o homem começa a codificar as quatro dimensões espaço-temporais do mundo no espaço bidimensional de um plano, tornando o “lá fora” imaginável. Para Flusser a imaginação é “a capacidade de produzir e decifrar imagens, a capacidade de codificar fenômenos em símbolos bidimensionais e então decodificar tais símbolos”(Flusser, 1984 p. 8). Consequentemente, as imagens mediam o homem e o mundo, e o fazem de tal forma que o observador e a imagem são capturados em um tempo circular,

espectador enquanto ele se desloca pelo espaço. Apesar de seu caráter incomum, que certamente chama a atenção do público, a obra parece apoiar a sua base conceitual em um metadiscurso que “literalmente” nos informa, por meio de recursos tecnológicos, que a obra de arte nos vê. Nesse sentido, o que antes era deixado ao aparelho subjetivo do espectador, e todas as dimensões potenciais que ele pode desdobrar, então se reduz ao jogo funcional interativo entre sujeito e objeto.

14 A tradução inglesa deste livro só surgiu em 1984 na Alemanha e 2000 na Inglaterra (Ströhl 2002, p. xxxii). Apesar de sua morte em 1991, o legado de Flusser dentro dos estudos de mídia ganhou lentamente atenção dentro dos círculos acadêmicos (Cubitt, 2004). Tal demora pode ser atribuída principalmente à falta de tradução de suas obras, especialmente para os anglófonos. Flusser era fluente em cinco idiomas, mas seus textos mais importantes foram escritos em alemão, português e francês.

um tempo de magia estabelecido em uma categoria completamente diferente do tempo histórico linear.

Os eventos de tempo linear são estabelecidos através de cadeias de causalidades. Por sua vez, o tempo mágico das imagens é reversível, circular, significativo e relacional. O exemplo dado por Flusser é a relação entre o galo e o Sol. “No tempo linear, o nascer do sol é a causa do canto do galo; no mundo mágico, o nascer do sol significa o canto do galo e o canto do galo significa nascer do sol. Imagens têm significado mágico” (Ibid., p. 9). Como Flusser sublinha, o caráter mágico das imagens deve ser considerado para decifrar seu significado¹⁵. As imagens pré-históricas “têm origem na consciência mágica, e produzem comportamentos mágicos em seus destinatários” (Flusser, [1989] 2002d, p. 126).

As imagens foram destinadas a mediar o homem e o mundo, compilando este último à imaginação. Ao fazer isso, porém, a imagem também se interpunha entre eles. As imagens tornaram-se telas, em vez de mapas, e não mais ajudaram a decifrar o mundo, mas projetaram-se sobre ele, transformando o mundo em um cenário-imagem a ser experimentado. Esta distorção da função original das imagens levou ao que Flusser veio a chamar de “idolatria” (Flusser, 1984, p. 7).

No decorrer deste problema ocorreu uma segunda revolução, e a escrita linear foi criada com o propósito de “traduzir cenas em processos” (Flusser, 2002a)¹⁶. Este método envolvia a codificação do mundo bidimensional das imagens no sistema de escrita linear unidimensional. Para Flusser (1984, p. 7), a invenção da escrita tinha como objetivo “destruir a tela [de imagens] a fim de abrir novamente o caminho para o mundo”. Esta operação também

15 Como será elaborado mais adiante, a imagem técnica da era pós-industrial provém de uma inversão de sua função primordial. Ubíquas na vida contemporânea, as imagens projetarão seu caráter mágico sobre a “realidade”, reestruturando-a em “cenário-imagem” (Flusser, 1984, p. 7). De acordo com Flusser, o que está em jogo nessa inversão é “uma espécie de esquecimento”. “O homem se esquece do motivo pelo qual imagens são produzidas: servirem de instrumentos para orientá-lo no mundo. *Imaginação* torna-se alucinação e o homem passa a ser incapaz de decifrar imagens, de reconstituir as dimensões abstraídas” (Ibid., 1985, p. 8). Ainda que se possa encontrar uma ressonância imediata entre a teoria das simulações de Baudrillard e Flusser, esta última difere essencialmente da primeira, uma vez que para Flusser não há distinção significativa entre realidade e virtualidade (o mundo das imagens técnicas), pois “nenhuma distinção significativa pode ser feita entre realidade e representação, dado que elas diferem apenas em grau de probabilidade, não em essência” (Ströhl, 1995).

16 Como Flusser escreveu várias de suas obras em português, incluindo uma tradução pessoal de *Für eine Philosophie der Fotografie*, um paralelo pode ser traçado entre diferentes versões deste documento. Estamos citando na presente análise expressões em português, que não estão presentes na versão em inglês, esperando enriquecer e esclarecer a compreensão das ideias de Flusser.

envolveu a transcodificação do “tempo circular da mágica no tempo linear da história” (Ibid.), criando desta maneira a “consciência histórica” (Ibid.).

A escrita linear (especialmente o alfabeto) foi inventada para substituir a consciência mágica e o comportamento mágico por uma consciência iluminada e uma ação histórica. Os textos lineares explicam as imagens, eles desenrolam suas cenas em processos e ordenam as coisas em cadeias irreversíveis de causalidade. O ambiente pode ser explicado de forma causal e progressivamente manipulado. Os textos são instruções para uma forma progressiva de lidar com o entorno. O seu objetivo é explicar todas as imagens. O que se segue é o propósito iluminado da história: identificar todos os eventos imaginados como acontecimentos históricos (Flusser, 2002b, p. 126).

Nesta passagem, Flusser aborda o tema da inovação tecnológica de um ponto de vista aparentemente antropológico e fenomenológico. Como já foi comentado, para Flusser o problema da tecnologia não é a tecnologia em si, mas sim como ela reflete mudanças nos estados de consciência que não podem ser analisados de forma processual, pois cadeias de causas e efeitos podem ser interligadas de forma não linear. Tal entendimento e metodologia requerem uma “perspectiva extra-histórica” (Flusser apud Ströhl, 2002, p. xii). Como resultado, se quisermos captar a essência das tecnologias modernas, precisamos prestar atenção ao contexto no qual invenções como a fotografia foram criadas. Isto nos requer considerar a dialética histórica entre textos e imagens.

Textos resultam do processo de codificação de planos e superfícies em linhas, abstraindo todos os aspectos do fenômeno, com exceção de um: o conceitual. A falta de fenômenos conceituais na escrita se deve ao fato de que textos se referem a superfícies – o plano imagético uma vez descodificado do mundo concreto –, mas não diretamente ao mundo. Textos estão um passo mais distante dos fenômenos conceituais, dos quais, paradoxalmente, o homem queria se aproximar; eles são uma abstração de segunda ordem. “Os conceitos não significam fenômenos, significam ideias” (Flusser, 2002a, p. 10). A conceitualização, neste sentido, é a capacidade de codificar e decodificar textos¹⁷. Os textos não se interpõem entre o homem e o mundo, mas entre o homem e as imagens. Eles foram concebidos, em primeiro lugar, para explicar as imagens e torná-las inteligíveis.

Junto com textos, imagens históricas “os enchem de imaginação” (Flusser, [1989] 2002d, p. 127). Imagens históricas são imagens que se originaram da

17 As imagens geradas por computador são um exemplo útil de imagens que representam um grau mais elevado de conceitos.

consciência histórica, mas atuam como um polo contra a consciência histórica ao tentarem se apropriar de uma consciência imaginativa e mágica. É por isso que Flusser considera tal conjunto de forças como sendo dialético. Eles operam através de forças opostas. De suas posições dialéticas, texto e imagem se reforçam mutuamente. Os textos explicam imagens e imagens, por sua vez, ilustram textos – tornando seu significado compreensível e imaginável. As imagens trazem de volta aos textos o tempo circular da magia da qual eles lutam para se desfazer. A partir disso, “os textos se tornam mais imaginativos, e as imagens se tornam mais conceituais” (Ibid.). Segundo Flusser, “esta dialética, por meio da qual as imagens se tornam mais conceituais e os textos cada vez mais imaginativos, é a dinâmica da história” (Ibid., p. 127).

É esta dinâmica que é posta em risco com a invenção da impressão tipográfica – que permitiu a reprodutibilidade e a distribuição de textos e imagens – e quando os textos atingiram seu grau mais alto de abstração, como se encontra, por exemplo, nas ciências puras. Textos espalhados pelo mundo, opacos e inimagináveis, dando origem ao que Flusser entende como “textolatria”. Nesse contexto, o homem deixa progressivamente de se valer dos textos para gradualmente se tornar escravo de suas ideologias. Os textos científicos são um bom exemplo deste fenômeno, pois muitas vezes são incompreensíveis, e não só para leigos, mas também para especialistas. Esta preocupação foi resumida na famosa citação do físico ganhador do Prêmio Nobel Richard Feynman: “Se você acha que entende a mecânica quântica, então você não entende a mecânica quântica” (Edwards, 2006).

Quando os textos deixam de sugerir imagens e vice-versa, quando a dialética entre texto e imagem se desestrutura, anuncia-se o fim da consciência histórica. E é justamente no ápice de tal crise, no início do século XIX, que a fotografia é inventada. Segundo Flusser, não por acaso, o objetivo era “tornar os textos novamente imagináveis, carregá-los de magia, e assim, superar a crise histórica” (Flusser, 1984, p. 9). A fim de enfrentar tal tarefa,

(...) as novas imagens tiveram que assumir certas características dos textos impressos. Assim como os textos, elas tiveram que se tornar mecanicamente produzíveis, reproduzíveis e distribuíveis, e seu valor devia estar contido nas *informações* que elas carregavam e não em sua base material. (...) Isto exigia mudanças não apenas na produção de imagens, mas também de *aparelhos*. Desse momento em diante, os produtores de imagens não podiam mais produzi-las. Ao invés disso, precisaram passar a trabalhar em colaboração com os técnicos. Mais tarde, devido aos avanços na automação, os produtores de imagens tornaram-se cada vez mais supérfluos, de modo que hoje aparelhos completamente automáticos produzem, reproduzem e distribuem imagens,

embora isto não possa ser chamado de “arte” no sentido moderno da palavra, diz respeito a modelos poderosos de experiência (Flusser, 2002d, p. 127, grifo nosso).

Na seção seguinte, examinaremos o surgimento da imagem técnica com foco na fotografia, que, segundo Flusser, é um modelo embrionário para a compreensão de uma cultura dominada pelo uso de aparelhos em que o pensamento calculista e formal é predominante. É importante ressaltar que Flusser desenvolve a sua leitura das revoluções tecnoculturais em termos de mudanças de consciência. A dialética entre o pensamento imagético e o pensamento escrito foi estrutural para o surgimento de uma consciência histórica que se opunha à consciência mágica povoada e nutrida pelas imagens.

Ainda estamos tentando captar uma nova mudança de consciência resultante das tecnologias da informação que desenvolvemos fora do contexto pós-industrial. Esta nova consciência é inevitavelmente híbrida, decorrente das interações entre a matéria úmida e seca, do fluxo de processos orgânicos naturais e artificiais. Aparentemente, esta nova consciência leva à constatação da coerência e ressonância presentes nos processos de comunicação, entre os quais o uso da tecnologia tem assumido um papel importante. Desenvolver e aplicar o conceito de coerência e ressonância no contexto dos sistemas de comunicação, como aqueles criados enquanto obras de arte, é o objetivo principal deste estudo.

1.3. IMAGINANDO CÓDIGOS

A imagem técnica, sintetizada no modelo fotográfico, representa um passo de afastamento ainda maior do mundo fenomenológico. Ontologicamente falando, as imagens poderiam ser classificadas da seguinte forma: imagens tradicionais feitas à mão são abstrações de primeiro grau; elas conjugam duas dimensões do mundo “real” a ser percebido, codificando-o em superfícies que servem de mediação entre o mundo e um futuro observador (Flusser, 1984, p. 10). Hierarquicamente, elas precederam textos, que seriam inscrições de segunda ordem e abstrações do mundo das imagens. As imagens técnicas, por sua vez, segundo Flusser, são abstrações de terceira ordem. Elas representam conceitos em primeira mão; são imagens produzidas por um aparelho, que é um “produto derivado de textos científicos aplicados” (Ibid.).

No caso da câmera fotográfica, ainda em seu surgimento, a produção de imagem se dá como o resultado de conceitos baseados em conhecimentos – ou seja, reações químicas, óticas, mecânicas e, hoje em dia, leis ainda mais sofisticadas (ver fig. 1).

Esta tecnicidade não é imediatamente aparente. A eficiência do aparelho – ao fazer automaticamente imagens que aparecem puramente como referências ao mundo “real” – torna seu sistema transparente aos olhos de um observador desprevenido. Tal alinhamento entre a luz, que o mundo fenomênico reflete ou emana, e a superfície sensível dentro da câmera cria a ilusão de que a imagem técnica gerada pelo processo fotográfico deriva do mundo em uma cadeia causal de conexões das quais a imagem fotográfica é o estágio final (ver fig. 2). Como aponta Flusser, é como se a imagem técnica e seu significado co-existissem no mesmo nível de realidade (Flusser, 1984, p. 10).

Vários estudiosos discordariam de Flusser e da sua concepção de que a imagem fotográfica representa conceitos em primeira mão e não o mundo como ele é lá fora. O artista visual e líder acadêmico no campo das tecnologias da imagem, Edmond Couchot, é um deles. Couchot traz uma outra visão da fotografia que a seguir será contrastada com a de Flusser, a fim de conferir maior apuro ao argumento aqui apresentado.

Couchot argumenta que a invenção da fotografia representa mais uma etapa no processo evolutivo das técnicas de figuração que se desenvolvem desde o Quatrocento com o advento da perspectiva de projeção central, mas que ainda opera sob a “lógica ótica figurativa”, como encontrada na *camera obscura*. A principal característica da *camera obscura* era a sua capacidade de capturar a luz refletida por um objeto no mundo físico. Tal luz, sob a forma de raios luminosos, atravessa um pequeno orifício na frente da *camera obscura* e projeta a imagem do objeto observado em seu interior. Assim, na *camera obscura*, se alinham o objeto e sua imagem. Tal sistema ótico constitui a base do que Couchot chama de “morfogênese por projeção” (Couchot, 1993). Couchot continua dizendo que o mesmo princípio está presente na câmera fotográfica, com a diferença de que nesta última, devido a um avanço tecnológico como a inclusão de lentes e uma placa sensível à luz, a imagem é automaticamente registrada. A morfogênese por projeção, afirma Couchot, “sempre implica a presença de um objeto real preexistente à imagem. Ela cria uma relação biunívoca entre o real e sua imagem. Dessa forma, a imagem ocorre como representação do real” (Ibid.).

Flusser argumenta que tal entendimento da fotografia reflete uma concepção errônea e uma falta de crítica a seu suposto caráter realista indicial:

Este caráter aparentemente não simbólico, “objetivo” das imagens técnicas faz com que seu observador as olhe como se não fossem realmente imagens, mas um tipo de janela para o mundo. Ele confia nestas tanto quanto confia em seus próprios olhos. Se ele as critica, não o faz enquanto crítica da imagem, mas enquanto crítica da visão; sua crítica não está preocupada com a produção destas, mas com o

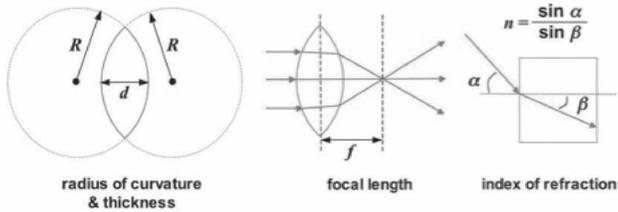


Fig. 1

Imagem de conceitos.

Image of concepts.

© 2009, Guto Nóbrega

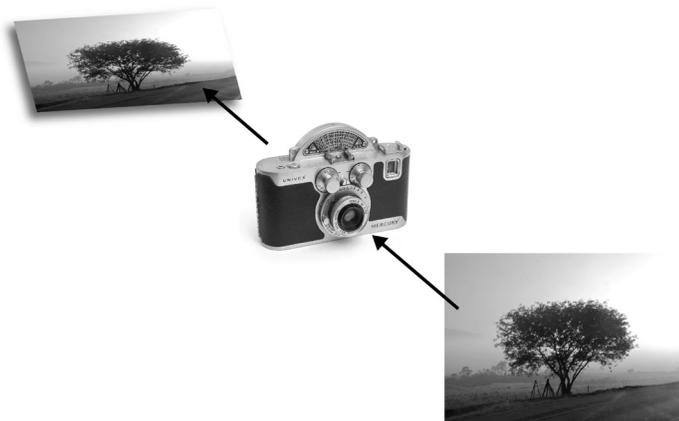
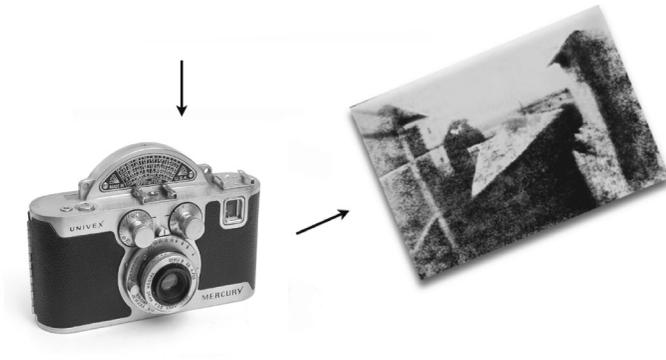


Fig. 2

Alinhamento da imagem,
da câmera e do mundo.

Alignment of image, camera
and the world.

© 2009, Guto Nóbrega

mundo “visto através” destas. Tal falta de atitude crítica em relação às imagens técnicas é perigosa em uma situação onde estas imagens estão prestes a substituir textos. (...) A atitude acrítica é perigosa porque a “objetividade” da imagem técnica é uma ilusão. Elas são, de fato, imagens, e, como tal, são simbólicas. De fato, elas são ainda mais um complexo abstrato, simbólico do que as imagens tradicionais. São metacódigos de textos, e (...) significam textos e só muito indiretamente significam o mundo, “lá fora”. As imagens técnicas devem suas origens a um novo tipo de imaginação, a capacidade de transcodificar conceitos de textos em imagens. O que vemos quando olhamos para imagens técnicas são conceitos recém-transcodificados sobre o mundo “lá fora” (Flusser, 1984, p. 10).

O problema com o argumento de Couchot é que ao analisar a imagem fotográfica como uma espécie de assinatura do real ele esconde a operação que acontece dentro da câmera. A discussão de Couchot é definida em termos do automatismo da imagem técnica que atinge a plenitude com a invenção da tecnologia digital. Couchot aparentemente investiga o desenvolvimento das tecnologias digitais em termos de uma evolução das técnicas figurativas. Cada passo na história da tecnologia da imagem é abordado como uma sucessão de inovações implementadas por artistas, que ele também identifica como “experimentados engenheiros” (Couchot, 1993, p. 37). A evolução gradual dos meios técnicos é examinada por Couchot como se fosse impulsionada pela necessidade e desejo humanos, resultante do objetivo, desde o *Quattrocento*, de buscar obsessivamente um automatismo gradual dos processos de criação e reprodução da imagem; um “automatismo que liberasse cada vez mais o olhar e a mão” (Ibid). Couchot afirmou que para a progressão da automação das técnicas figurativas era necessário dominar os processos analíticos que permitissem decompor a imagem em seus constituintes elementares. Por exemplo, a imagem deve ser decomposta em linhas a fim de ser transmitida em um outro lugar, uma descoberta compartilhada com a invenção do pantelógrafo, máquina considerada precursora da televisão¹⁸. Mesmo os artistas impressionistas são vistos, na análise de Couchot, sob a lógica de um compromisso colaborativo que visa a síntese da imagem. Através de técnicas como o pontilhismo e o divisionismo, os artistas começaram a sintetizar formas coloridas em uma mistura ótica de pontos e pequenos traços (Ibid., p. 38). Estes desdobramentos sucessivos de soluções inventivas foram, no entanto, orientados por um

18 Para um relato abrangente da passagem das tecnologias óticas da imagem para as técnicas numéricas, veja o livro *Images, de l'optique au numérique* (1988), de Edmond Couchot.

objetivo comum: encontrar o menor elemento constituinte da imagem que pudesse ser analisado, manipulado e controlado. Tal busca foi alcançada e uma nova lógica figurativa numérica surgiu a partir do advento do pixel.

Como o trabalho de Erwin Panofsky ([1927] 1991) e Pierre Francastel ([1951] 1990) já nos informou, a história da arte e suas técnicas correlatas não podem ser interpretadas como uma aparente série de desenvolvimentos lineares. Sua narrativa se recusa a obedecer a qualquer tipo de esquema mental que tente situar a dinâmica de seus eventos em um mero projeto com metas (Campos, 1990, p. 58). Para estes autores, a história da arte não pode ser concebida sem uma correlação entre os eventos e a cronologia das circunstâncias culturais. É nesse sentido que o presente estudo considera mais produtiva a direção dada por Flusser no contexto dessa pesquisa. Flusser destaca que, por trás da causalidade aparentemente linear que define a imagem fotográfica como resultado puro da intervenção da luz, existe uma forte operação conceitual que envolve a precodificação do conhecimento científico na câmera fotográfica. Segundo a argumentação de Flusser, a fotografia é o resultado direto daqueles códigos programados que definem o sistema fotográfico, o aparelho. O modelo de Flusser desloca a discussão sobre programabilidade, informação, automatismo que normalmente é definida no contexto da tecnologia digital e, ao fazer isso, fornece um modelo simples para analisar a tecnologia moderna. A análise de Flusser proporciona uma compreensão mais profunda do contexto no qual a tecnologia digital tomou forma e permite estratégias mais elaboradas em ressonância a esse contexto. É importante afirmar que, por trás da discussão em torno da imagem técnica, o foco de interesse do argumento aqui delineado é colocado na mudança de consciência que permitiu o surgimento de tal imagem. A compreensão da sucessão de mudanças conceituais que levam ao seu surgimento permite a esta pesquisa compreender a lógica por trás do mecanismo que fornece a imagem técnica – o aparelho. Nossa intenção ao discutir a imagem fotográfica não é mergulhar em uma análise semiótica da fotografia como utilizada por autores como Roland Barthes (Barthes, 1982), Susan Sontag (Sontag, [1977] 1990) ou Philippe Dubois (Dubois, 1994). O objetivo aqui é articular um ponto de vista filosófico baseado em uma análise alternativa da imagem técnica em sua forma seminal. Para Flusser, a lógica calculista e formal da imagem técnica – já presente na forma embrionária da fotografia – é representativa de uma mudança de paradigma cultural, social e político. Por outro lado, a análise feita por Couchot negligencia tal questão, colocando o foco na novidade das tecnologias de informação digital. Para Couchot (Couchot, 1993), assim como para vários teóricos das novas mídias (Quéau, 1993; Kittler, 1999; Hansen, 2004), as tecnologias digitais são fundadoras de uma nova revolução. A adesão entre a imagem

e o mundo concreto, inerente à “lógica figurativa ótica” das mídias passadas, como fotografia analógica, vídeo e cinema, é tomada como uma plataforma para difundir as novas características radicais do digital. O digital representa o novo paradigma de uma ruptura total com o real através da instanciação de uma “nova ordem visual numérica” (Couchot, 1993, p. 42). Como ele afirma:

“A imagem numérica não representa mais o mundo real, ela o simula. Ela o reconstrói, fragmento por fragmento, propondo dele uma visualização numérica que não mantém mais nenhuma relação direta com o real, nem física, nem energética. (...) Faz entrar a lógica da figuração na era da Simulação” (Couchot, 1993, p. 42).

Portanto, com a tecnologia digital, o cordão umbilical entre o mundo concreto e sua imagem é cortado. A tecnologia digital se coloca a serviço de uma nova imaginação na qual o significante e sua imagem não estão ligados ontologicamente. Tal visão encoraja as reivindicações pós-humanistas de descorporificação e imaterialidade.

Para Flusser, porém, a objetividade entre a imagem e o mundo não é o problema em questão, já que ela nunca teria existido. As imagens, inclusive as fotográficas, são simbólicas na sua essência. O que Flusser considera em sua análise da fotografia não é a essência documental de tal imagem técnica ou a relação entre o objeto e sua representação¹⁹. Sua análise metodológica do meio fotográfico “retoma a noção de cálculo, de computação e de projeção” (Ströhl, 2002, p. xxv). Flusser analisou as estruturas da comunicação ao invés das mensagens que dela resultam, o que o permitiu desvelar o meio fotográfico para além de seu suposto aspecto representativo objetivo. Ao tomar esse caminho, ele evitou ser encurralado e reforçar a lógica visual ocidental hegemônica. Ao invés disso, Flusser estabeleceu as bases de uma filosofia voltada para um novo regime sob o qual operam os sistemas técnicos pós-industriais, impulsionados pela hierarquia de programação, códigos e funções. De acordo com Flusser, tal filosofia é necessária se

devemos elevar a fotografia à plena consciência. (...) porque a fotografia pode então servir de modelo de liberdade no contexto pós-industrial. Assim, a tarefa de uma filosofia da fotografia é mostrar que não há espaço para a liberdade humana no reino dos aparelhos automatizados, programados e programadores; e, tendo mostrado isso, argumentar como, apesar dos aparelhos, é possível criar espaço para a liberdade. A tarefa de uma filosofia da fotografia é analisar a possibilidade de liberdade em um mundo dominado pelo aparelho; pensar como é possível dar sentido à vida

19 Para mais informações a este respeito, ver Roland Barthes (1982), Susan Sontag ([1977] 1990) ou Pierre Bourdieu (1996).

humana diante da necessidade acidental da morte. Precisamos de tal filosofia porque é a última forma de revolução que ainda está acessível para nós (Flusser, 1984, p. 59).

Flusser realmente acreditava que em um mundo de aparelhos ainda há espaço para a expressão humana, diferenciando o seu pensamento de visões apocalípticas como as que caracterizam a filosofia de Baudrillard, para quem em tal mundo (dominado por realidades virtuais)

(...) é o sistema de representação que está em questão. A imagem que o indivíduo tem de si mesmo é virtualizada. Ele não está mais na frente do espelho; está na tela, que é totalmente diferente. Ele se encontra em um universo problemático, se esconde na rede, ou seja, não está mais em lugar nenhum. O que é fascinante e provoca tamanha atração talvez seja menos a busca de informação ou a sede de conhecimento e mais o desejo de desaparecer, a possibilidade de dissolver-se e desaparecer na rede²⁰.

Para Flusser isso não é verdade, uma vez que um ambiente informacional em rede também pode ser emancipatório tão logo aceitemos criticamente a “nova consciência” necessária para nos engajarmos em tal estrutura. Ele afirma que,

[d]o mesmo modo que uma forma de pensamento baseada na escrita se opõe à magia e ao mito (pensamento pictórico), uma nova forma de pensamento baseada em códigos digitais se volta contra as ideologias processuais, “progressistas”, para substituí-las por modos de pensamento estruturais, sistêmicos e cibernéticos (Flusser apud Ströhl, 2002, p. xiii).

O caminho para a liberdade, sugere Flusser, implica aprender a jogar o jogo do aparelho; jogar contra sua lógica constituinte. Esta é a razão pela qual, em vez de saltar para a discussão de questões particulares como interatividade, complexidade, imaterialidade, realidades virtuais e conectividade a partir de um ponto de vista tecnocêntrico, este estudo, inicialmente, dá um passo atrás para analisar o contexto no qual estes assuntos se inserem. A partir de tal ponto de vista, entendemos que as inovações e transduções – para usar um termo enraizado na teoria da tecnicidade de Gilbert Simondon ([1958] 1989a) – viabilizadas pelas tecnologias da informação, terão o benefício de um modelo a partir do qual um ponto de vista crítico possa ser estabelecido. Portanto, esta pesquisa evitou abordar teorias nas quais a inovação radical das tecnologias numéricas é

20 Em “Philosophy Discussion with Jean Baudrillard: Interview by Claude Thibaut, March 6, 1996”.

considerada como causadora de uma radical mudança tecnológica quando, no argumento aqui desenvolvido, elas fazem parte de um paradigma preexistente. Este paradigma foi inaugurado quando as imagens não mais resultaram do processo puro da imaginação, mas, em vez disso, foram produzidas, reproduzidas e distribuídas por sistemas de informação totalmente automáticos – uma operação que as tecnologias digitais continuamente tornam mais eficiente e sutil.

A próxima seção se concentrará na noção de aparelho, analisando sua ligação com seu operador como um “complexo aparelho-operador”. Esta análise dá a este estudo a capacidade de desenvolver o entendimento sobre um outro tipo de complexo, formado por aparelhos e humanos, que é o foco desta pesquisa, a tríade artista-trabalho de arte-observador. Através dessa discussão pretende-se mostrar pontos de ressonância entre a prática artística na confluência da arte, ciência e tecnologia e a perspectiva mais ampla que se forma sob o regime normativo dos aparelhos.

1.4. O “COMPLEXO APARELHO-OPERADOR”

O aparelho é essencialmente uma máquina programada para funcionar de determinada maneira, produzindo apenas o que já está codificado em seu programa. A sua escala pode ir do micro ou nano a um aparelho administrativo em grande escala. Com efeito, ele deve ser pensado como um sistema e não como um objeto material. Flusser usou a câmera fotográfica como modelo porque a via como o mais simples e mais transparente de todos os aparelhos. Como já foi discutido, a imagem produzida por este aparelho possui um caráter muito especial, já que não se refere diretamente ao mundo fenomênico, como faziam as imagens pré-históricas, mas indiretamente aos textos científicos aplicados a partir dos quais o aparelho é feito. Dessa forma, toda a lógica informacional do digital já parece latente no sistema fotográfico, e não se diferencia dele.

Como tais códigos (conceitos fundamentados em conhecimentos) estão embutidos no aparelho, a princípio eles não se mostram acessíveis ao fotógrafo, que só vê entrada e saída²¹. Com isso, Flusser pensou no “complexo operador-aparelho” como uma “caixa preta”. Ele observou que

21 O fotógrafo precisaria trabalhar na fábrica dos aparelhos (Kodak, por exemplo) a fim de ter acesso e intervir no nível do software e do hardware que os produz. Efetivamente, este é um dos pontos de inflexão no que diz respeito à forma criativa de lidar com os aparelhos técnicos. Os artistas se tornaram programadores, ou pelo menos se deslocaram para o interior da “caixa preta” para operá-la a partir de dentro. Isto será discutido e exemplificado mais adiante neste livro.

Quem vê *input* e *output* vê o canal e não o processo codificador que se passa no interior da caixa preta. Toda crítica da imagem técnica deve visar o “branqueamento” dessa caixa. Dada a dificuldade de tal tarefa, somos por enquanto analfabetos em relação às imagens técnicas. Não sabemos como decifrá-las (Flusser, 1984, p. 11).

O fato de a câmera fotográfica ser programada para produzir automaticamente imagens técnicas parece liberar o fotógrafo para brincar e explorar seu programa. É por isso que o aparelho (neste caso, a câmera) não deve ser confundido com um instrumento, ele se assemelha mais a um brinquedo; um brinquedo para se brincar e combinar símbolos. Nesse sentido, Flusser afirma que a principal função do fotógrafo é jogar contra o aparelho a fim de esgotar as virtualidades de suas regras. Partindo dessa perspectiva, pode-se afirmar que as fotografias são potencialmente pré-codificadas na câmera. A cada fotografia tirada, as potencialidades do aparelho diminuem, esgotando sua virtualidade a fim de enriquecer o universo fotográfico (Flusser 1984, p. 15). Quando o fotógrafo olha através da câmera, não é o mundo que ele vê, mas as potencialidades disponibilizadas através dos códigos embutidos no aparelho. Portanto, ao fotógrafo não cabe mudar o mundo lá fora, mas manipular os mundos virtuais pré-codificados no aparelho. Esta é uma das principais diferenças entre as imagens técnicas e as imagens pré-históricas. Enquanto as imagens pré-históricas são visões do mundo (cópias do ambiente) codificadas por um observador de um determinado fenômeno ou processo, as fotografias são “possibilidades computadas (modelo, projeções sobre o ambiente)” (Flusser [1989] 2002d, p. 129); elas trazem forma aos conceitos sobre o mundo. As imagens pré-históricas servem à imaginação enquanto as fotografias servem à visualização.

Imaginação é a capacidade de se afastar de um ambiente e criar uma imagem dele (...) a visualização se refere à capacidade de transformar um conjunto de possibilidades em imagem. A imaginação é a consequência de uma abstração do meio. A visualização é o poder de concretizar uma imagem a partir de possibilidades (Flusser, 1984, p. 11).

Também se poderia dizer que o fato de as fotografias não se darem por um processo de abstração, mas de concretização²², é uma das razões para considerá-las como as primeiras imagens pós-históricas. É por isso que tal sistema foi analisado erroneamente em termos de técnica de representação, enquanto na

22 Como será explicado mais adiante neste estudo, ao se discutir a teoria de Simondon, o processo de concretização não é apenas uma característica particular do modo operacional do aparelho ou “objeto técnico”, como ele diz, mas fundamental para sua gênese.

verdade, sendo um aparelho, ele opera por projeção. Toda essa elaboração se torna mais clara nas palavras de Andreas Ströhl (2002):

Para ele [Flusser], a fotografia é uma superação da divisão artificial da cultura em ciência, tecnologia e arte. Como a fotografia se baseia nas leis da ciência natural e da inovação técnica, ela reintegra com sucesso a imagem a um desdobramento linear de eventos e na narrativa da história. Assim, essa enxurrada de eventos pode ser retida. A fotografia se torna o represamento da história. As imagens técnicas congelam os eventos em cena. Portanto, a fotografia é lida como a primeira imagem pós-histórica, especialmente porque suas origens estão no pensamento formal, calculado e a-histórico. Partindo da perspectiva da consciência formal, a fotografia é a informação selecionada a partir de um campo de pixels virtuais com um propósito específico.

A ideia de que a fotografia e seu aparelho funcionam como represas, interrompendo o fluxo da história, não deve ser confundida com o polêmico argumento de Francis Fukuyama sobre o fim da história desenvolvido em seu livro *O fim da história e o último homem* (Fukuyama, 1992). Enquanto Fukuyama aborda filosoficamente questões políticas e econômicas, concentrando-se em um momento histórico de equilíbrio que resultou da superação do comunismo por uma democracia liberal e orientada ao mercado, a motivação de Flusser para sua reivindicação está colocada na mudança de consciência inerente à nova tecnologia moderna. O que está em jogo na afirmação de Flusser não é a impossibilidade de eventos históricos, que certamente ocorrerão continuamente, mas a “consciência histórica” que é, segundo seu argumento, fundamentada no “código linear do alfabeto e não nos códigos de números” (Flusser, [1989] 2002d, p. 128). Quando os textos fluem no aparelho, eles são transcodificados e convertidos em cenas (superfícies bidimensionais ou sistemas tridimensionais, como um robô); tornam-se mais uma vez imagens técnicas com características mágicas, mas mágicas de uma segunda ordem sem seu caráter histórico anterior²³. Além disso, o fato de que o aparelho é baseado em um pensamento formal, calculado, indica que modos de percepção e comportamentos foram modelados para operar automaticamente dentro dele. Consequentemente, supondo que a tecnologia moderna fosse uma “superação da separação artificial da cultura em ciência, tecnologia e arte”, como Flusser afirmou, ela o seria, paradoxalmente, ao custo de excluir a participação²⁴ humana no processo. É este o ponto crítico para o qual a filosofia de

23 Segundo Humberto Maturana, o que diferencia o organismo vivo do sistema artificial (um robô, por exemplo) é exatamente o caráter a-histórico da gênese do sistema artificial, e não a questão desse ser ou não um sistema autopoietico molecular (Maturana, 1997).

24 O termo “participação” é aqui usado no sentido de agir com criatividade e liberdade,

Flusser está voltada, que aciona uma série de questões. Como superar o aspecto determinista do aparelho e abrir espaço para a liberdade criativa em um mundo ocupado e programado por máquinas? Como submeter o programa do aparelho às intenções humanas? Como subverter a absorção das intenções humanas pelo aparelho? É possível configurar alianças criativas entre humanos e aparelhos?

Estas questões parecem superestimar a relação entre o ser humano e as máquinas, mitificando as máquinas como se possuíssem superpoderes. Contudo, elas podem também apontar para o sentido oposto. Elas se voltam para a limitação do aparelho em função de sua dependência da intenção humana para alimentar seu sistema com modelos que simulam o pensamento humano. Este é o jogo, e não se pode negar que as máquinas contemporâneas são perfeitas para jogá-lo muito bem, e, portanto, uma crítica da tecnologia deve reconhecer esta perspectiva. A crítica de Flusser tem um impacto em uma sociedade que vive em um mundo cheio de aparelhos, mas é também a preocupação direta dos artistas que trabalham com tecnologia. Embora Arlindo Machado²⁵ critique Flusser dizendo que ele concebeu tal relação (entre o artista e o aparelho) de maneira excessivamente pessimista, ele concorda que é dever do artista desencadear todas as consequências inerentes ao aparelho, explicitando o que seria disfarçado, não percebido ou mascarado no processo dos funcionários²⁶ básicos da produção. Machado acrescenta que tal atividade (do artista) é contraditória; por um lado, trata-se de repensar o conceito de arte, absorvendo o novo processo formativo aberto pelas máquinas; por outro lado, trata-se de tornar perceptíveis e explícitos os objetivos não declarados do projeto tecnológico, sejam eles de natureza beligerante, autoritária (policial) ou ideológica (Machado, 1997).

Investigações a respeito do modo criativo de lidar com o aparelho ainda estão em desenvolvimento à data deste estudo. Respostas provisórias foram dadas, mas o caráter enganador do aparelho neutralizou vários esforços sobre o assunto. Muitas vezes boas respostas foram apresentadas, porém para as perguntas erradas. O objetivo desta pesquisa é fazer as perguntas corretas e sugerir possíveis respostas sobre este assunto. A filosofia de Flusser sobre o aparelho não é completa, mas oferece caminhos especulativos no propósito de revelar a tarefa intrigante de lidar com o aparelho de uma forma criativa e libertária. Este é o assunto que será desenvolvido na seção seguinte.

e não apenas alimentar o aparelho para que ele funcione ou ignorar sua influência em nossas vidas e decisões.

25 Arlindo Machado foi professor no programa de pós-graduação em Comunicação e Semiótica da PUC São Paulo.

26 O termo "funcionário", usado por Flusser em *Filosofia da caixa preta*, alude à pessoa que joga com o aparelho, porém agindo em função dele.

1.5. BRINCANDO COM A INFORMAÇÃO, DO *HOMO FABER* AO *HOMO LUDENS*

Central para o conceito flusseriano de aparelho no âmbito cultural é a consciência de que “qualquer futura crítica da cultura deve substituir a categoria ‘trabalho’ pela categoria ‘informação’” (Flusser, 1984, p. 18). De acordo com Flusser, as questões emergentes de um contexto industrial (trabalho) não são perguntas apropriadas para o aparelho se quisermos captar sua essência. Flusser o coloca da seguinte forma:

A categoria básica da sociedade industrial é o trabalho: as ferramentas como tais, incluindo as máquinas, trabalham: retiram os objetos da natureza e os informam: eles mudam o mundo. Mas os aparelhos não funcionam nesse sentido. (...) O fotógrafo não trabalha no sentido industrial dessa palavra, e não faz muito sentido querer chamar o fotógrafo de trabalhador. (...) Embora o fotógrafo não trabalhe (no sentido que usamos aqui), ele está fazendo algo: ele produz, processa e estoca símbolos. Sempre houve pessoas fazendo algo parecido com isso: escritores, pintores, compositores, contadores, administradores e assim por diante. No processo, essas pessoas produziram objetos: textos, pinturas, partituras, orçamentos, projetos. Esses objetos, porém, não foram consumidos como tais; eram usados como suportes de informação: eram lidos, vistos, ouvidos ou tocados, levados em conta, considerados, decididos. Não eram fins em si mesmos, mas meios — eram mídia. Esse tipo de atividade está sendo assumido pelos aparelhos em geral, atualmente. São os aparelhos que produzem a maioria dos suportes de informação atualmente; fazem isso de forma mais eficiente e com maior abrangência, podendo assim programar e controlar o trabalho como tal (Ibid., pp. 17-18).

O aparelho é informativo de acordo com o sentido etimológico da palavra “informar”, que vem palavra latina *informare*, cujo significado é “dar forma”. Entretanto, pode ser o caso, de acordo com a teoria da informação, que o aparelho e seus produtos sejam destinados a fornecer informações e que tal aspecto informativo de sua mensagem dependa principalmente da relação entre ruído e redundância dentro desse processo. Ele dependerá, em certa medida, da adequação de seus programas, da configuração de seus símbolos pré-instalados e da forma de manipulá-los ludicamente. Esta é a razão pela qual Flusser afirma que no modo operacional do aparelho o que conta não é como se trabalha com ele, mas como se brinca. Em tal modo operacional se formará uma nova consciência, que passa do *homo faber* ao *homo ludens* (Flusser, 1984, p. 19). Assim, brincar de forma criativa com o aparelho para evitar um resultado

determinístico de suas restrições lógicas, paradoxalmente, envolveria jogar contra seu programa, buscando possibilidades não descobertas dentro de seu sistema²⁷. É preciso tornar-se um explorador de configurações imprevisíveis, para gerar informações e utilizar estruturas improváveis. Por conseguinte, a noção de informação e entropia aparentemente assumem um papel sem precedentes no processo criativo, então centrado nos diálogos com os aparelhos. A seguir, isso será examinado mais de perto.

A teoria moderna da comunicação nos diz que a entropia “é uma medida de desordem; portanto, a informação ou entropia negativa é uma medida de ordem ou de organização, já que esta última, comparada à distribuição aleatória, é um estado improvável” (Bertalanffy, 1980, p. 42). Nesse sentido, a novidade trazida pela teoria da informação seria uma inversão improvável da segunda lei da termodinâmica, que afirma que o nível de probabilidade (entropia) em um sistema isolado, não em equilíbrio, aumentará com o tempo (Flusser, 2002b, p. 51). Assim, pode-se dizer que um campo de possibilidades virtuais corporificado no aparelho deve ser permutado, combinado e organizado pelo artista para reduzir a entropia e produzir informações relevantes. Em tal estrutura poderíamos ver as fotografias como resultantes de uma matriz de probabilidades, que se torna informação para alimentar o universo fotográfico. À medida que o universo fotográfico aumenta, ele se torna novamente redundante e entrópico. Desta forma, o fotógrafo brinca com o aparelho para informar o mundo com novas cenas. Estas novas cenas, projetadas para o mundo, programam seus observadores que alimentam o aparelho com novas regras e novos códigos²⁸. É assim também que o aparelho evolui e se torna mais complexo, pois absorve a intuição criativa do artista e incorpora novas informações em seu corpo técnico (ver fig. 3).

Especulando uma forma de crítica à arte em termos de teoria da informação,

27 Esta posição ressoa com o conceito de “jogo” de Johan Huizinga, que em seu importante tratado, *Homo Ludens*, afirma que o jogo “só se torna possível, pensável e compreensível quando um influxo da mente quebra o determinismo absoluto do cosmos” (Huizinga, 1949, p. 3). Em Flusser, tal determinismo é incorporado na forma de um aparelho. É por isso que o jogo é o melhor *modus operandi* para a máquina; torna-se uma estratégia. Em seu artigo “Towards a Field Theory for Post-Modernist Art”, Roy Ascott (1980) chama nossa atenção para o caráter transacional das obras de arte, no qual um campo de “interação psíquica” entre o artista e o observador acontece, e propõe o trabalho de arte como um sistema. Assim, o trabalho de arte pode ser visto como uma matriz, em torno da qual o jogo da arte se estabelece. Neste sentido, propus em um artigo (Nóbrega, 2008) que jogar é a forma como o artista, o observador e o trabalho de arte se tornam uma só mente interligada, e que a arte é o jogo no qual as regras estão para serem descobertas durante o próprio jogo, e que, ao jogar, padrões lúdicos que se interconectam são revelados.

28 Estamos nos referindo ao fato de que a nova informação que um aparelho lança no mundo (um novo efeito experimental de computador, por exemplo) é reinjetado (realimentado) no aparelho na forma de um modelo que permite à “nova tendência”

Flusser definiu a arte como “uma atividade humana que visa produzir situações improváveis, e quanto mais engenhosa (artística), menos provável a situação que se produz” (Flusser, 2002b, p. 52). Assim, o artista está procurando a zona intermediária entre dois extremos do universo estético:

“(...) um [extremo] é o ruído total, a improbabilidade total, significando uma situação que se aproxima do impossível; o outro extremo será a redundância total, a probabilidade quase total, significando uma situação que se aproxima da tautologia, a ausência de informação. Ambos os extremos são intangíveis e constituem os dois horizontes do universo da estética” (Flusser, 2002b, p. 53).

Isso é ilustrado, em um diagrama, aqui neste livro (ver fig. 4).

Como Flusser reforça, “muito mais interessante (mais compreensível), (...) é a passagem imprecisa entre aquela zona extrema e a que podemos simplesmente suportar sem rachar”. É a zona cinza onde (...) o barulho estrondoso começa a se transformar em informação, porque um mínimo de redundância se infiltrou” (Flusser, 2002b, p. 54).

O critério básico que Flusser empregou em sua forma visionada de crítica baseada em informações é o “hábito” (Ibid., p. 52). Obras de arte emergem por probabilidade, disse ele, da náusea chamada hábito. A longo prazo, mesmo a situação mais improvável (o espectro onde se pode esperar que as obras de arte voltem a aparecer) se tornará habitual novamente. Assim, a “escala” estética seria identificar as obras de arte em termos de quanto tempo uma determinada obra permanecerá informativa, nova e não habitual²⁹.

Embora o presente estudo aceite a perspectiva de Flusser em relação à afirmação de que uma nova crítica cultural não pode ignorar a noção de informação na análise do aparelho cultural, não é tão fácil apoiar sua noção de que a informação, em termos estatísticos, pode ser usada como critério para a avaliação de obras de arte. A ideia de Flusser era que uma obra de arte poderia ser criticada em algum momento no futuro com base em um “cálculo de probabilidade”, assim que o “objetivo e o significado subjetivo de ‘novo’ coincidissem” (Ibid.). “Tal crítica quantificadora, que utilizará tanto as teorias físicas quanto

estar disponível para a maioria das pessoas como um “efeito” estiloso.

29 Essa escala, como Flusser sugere, é dinâmica e se move em loop do “feio”, “bonito”, “lindo”, “kitsch”, retornando ao feio novamente. Em suma, “feio” corresponderia a uma nova situação improvável que sempre causa algum terror. Flusser vale-se do poeta Rainer Maria Rilke, que disse que “admiramos tanto a beleza porque ela, indiferente, desdenha de nos destruir: todo anjo é terrível” (Flusser, 2002b, p. 51), e também do exemplo de Russel no qual menciona que uma “vaca com cabeça de cavalo é mais nova que uma vaca comum porque nos faz tremer mais” (Ibid., p. 52).

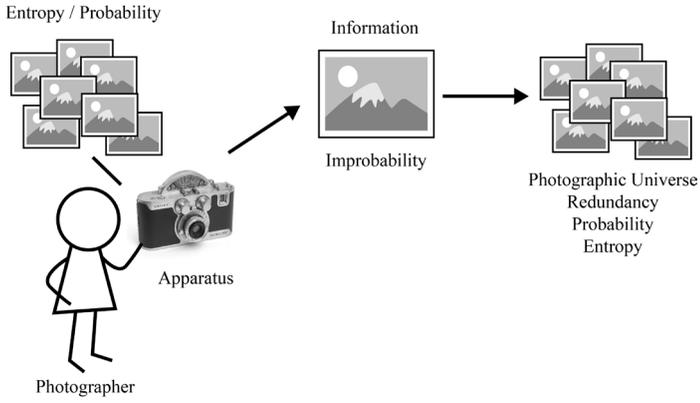


Fig. 3

Diagrama esquemático de um sistema geral de comunicação.

Schematic diagram of a general communication system.

© 2009, Guto Nóbrega

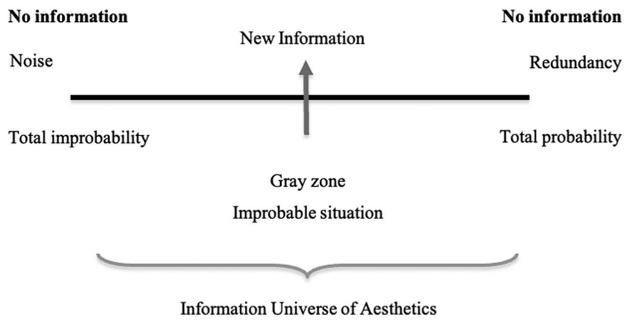


Fig. 4

Diagrama do universo estético da informação baseado no modelo delineado por Flusser.

Information aesthetic universe diagram based on the model outlined by Flusser.

© 2009, Guto Nóbrega

as de informação (...) e a medida mostrará a tendência das obras de arte em direção ao hábito” (Flusser, 2002b, p. 57). Mas seriam estes parâmetros suficientes para classificar e identificar as obras de arte? Pode-se reduzir a subjetividade inerente à realização e fruição de obras de arte a um status probabilístico? Além disso, o observador poderia ser isolado de tal crítica?

Embora seja possível concordar com Flusser que a noção de informação e entropia para as artes não pode ser subestimada, e que se torna ainda mais digna de consideração quando o processo criativo envolve a configuração de sistemas dinâmicos de processo, esta pesquisa não pode concordar e trabalhar com a ideia de uma crítica informativa para as artes. Em muitos aspectos, ela seria contraditória com as próprias premissas de Flusser³⁰. O exercício criativo dentro da faixa da área cinza apontada no diagrama (ver fig. 4) não pode ser avaliado como uma questão de cálculo ou resolvido em termos de estatística e probabilidade. Nas artes, a noção de informação e entropia não pode ser isolada dos conceitos de estrutura, ordem e significado. Uma sequência ordenada de elementos em uma dada estrutura pode não ser apenas redundância, pode também se referir a informações relevantes. Como Rudolf Arnheim enfatizou, “a perspectiva tentadora de aplicar a teoria da informação às artes e assim reduzir a forma estética à medição quantitativa permaneceu em grande parte sem recompensa” (Arnheim, 1974b, p. 18). Este será o tema da seção seguinte.

1.5.1. ORDEM E ESTRUTURA

Em *Entropy and Art: An Essay on Disorder and Order* [*Entropia e arte: ensaio sobre a desordem e a ordem*] (1974b), o psicólogo da Gestalt, teórico da arte e do cinema, escritor e professor Rudolf Arnheim reexamina a Segunda

30 No artigo “New Imagination” [Nova imaginação] (2002c, pp. 115-116) Flusser afirma que “somente quando se produz imagens de cálculos [imagem numérica] em vez de fatos (...) a ‘estética pura’ (a alegria de brincar com ‘formas puras’) pode encontrar sua verdadeira expressão” e “Os *homo ludens* substituem os *homo faber*”. A partir dessas passagens, fica claro como a ideia de crítica da informação pode se impor efetivamente dentro de uma “nova imaginação” baseada em puro cálculo. Flusser expressa, também, uma preocupação de cunho existencial sobre o “salto oneroso, mas necessário, do linear para o zero-dimensional (para o reino dos ‘quanta’) e para a sintetização (para a computação)” (Ibid.). Entende-se, assim, que tais preocupações “existenciais” fornecem evidências acerca da consciência de Flusser sobre haver um risco neste salto, o risco de nos perdermos neste universo mágico do acaso. O que aparece em Flusser como uma contradição, ou talvez um paradoxo, é que avançar em direção a uma crítica informativa das artes seria o equivalente a abraçar o papel de funcionário estético do aparelho.

Lei da Termodinâmica sob a luz da psicologia da arte. O seu interesse se concentra no paradoxo entre o princípio da entropia, como uma tendência geral do universo físico para a desordem, e a visão contrastante dos esforços do homem e da natureza para a ordem. Arnheim aborda diretamente a questão formulada pelo físico matemático e filósofo da ciência Lancelot L. Whyte (Whyte, 1965 apud Arnheim, 1974b, p. 10): “Qual é a relação das duas tendências cósmicas: para a desordem mecânica (princípio da entropia) e para a ordem geométrica (em cristais, moléculas, organismos, etc.)?”. Arnheim abordou este conflito do ponto de vista da Gestalt, examinando as noções de informação e entropia contra o pano de fundo da estrutura e do equilíbrio, sugerindo uma compreensão do princípio da entropia que é diferente da ideia convencional de dissipação ou degradação da energia. Ele argumentou que o princípio da entropia, pelo menos do ponto de vista das obras de arte, pode ser visto como uma “ordem cósmica” em direção à “estrutura mais simples e mais equilibrada disponível para um sistema”. Esta ideia estava de acordo com a “Lei da Direção Dinâmica”, que ele emprestou do psicólogo alemão Wolfgang Köhler, figura-chave, juntamente com Max Wertheimer e Kurt Koffka, no desenvolvimento da psicologia da Gestalt. Arnheim abre seu livro com a seguinte declaração:

A ordem é uma condição necessária para qualquer coisa que a mente humana queira entender. Arranjos como o planejamento de uma cidade ou edifício, um conjunto de ferramentas, uma exibição de mercadorias, a exposição verbal de fatos ou ideias, ou uma pintura ou música são ditos ordenados quando um observador ou ouvinte pode compreender sua estrutura geral e a ramificação da estrutura em algum detalhe. A ordem permite a concentração no que é parecido e no que é diferente, no que deve estar junto e no que é segregado. Quando nada supérfluo é incluído e nada indispensável deixado de fora, pode-se compreender a inter-relação do todo e de suas partes, bem como a escala hierárquica de importância e poder pela qual algumas características estruturais são dominantes, outras subordinadas (Arnheim, 1974b, p. 1).

A disposição ordenada de uma estrutura, seja ela uma máquina ou um organismo natural, é uma condição necessária para seu bom funcionamento. Um mecanismo organizado reflete o funcionamento coerente de suas partes constituintes. Ordem e sobrevivência estão correlacionadas, “o impulso para se produzir arranjos ordenados é consubstanciado pela evolução” (Arnheim, 1974b, p. 3). Um organismo vivo é o epítome da luta contra a entropia e a morte e a mente humana expressam tal objetivo através do processo de invenção, sendo a arte uma das mais proeminentes.

Experimentos de percepção têm observado a tendência da mente humana de organizar padrões visuais na mais simples estrutura disponível, o que sugere, segundo Arnheim, que tais “atividades no cérebro têm que ser processos de campo porque somente quando as forças que constituem um processo são suficientemente livres para interagir, um padrão pode se organizar espontaneamente de acordo com a estrutura predominante no todo” (Arnheim, 1974b, p. 4). As imagens que aqui apresentamos (ver fig. 5) exemplificam o caso em que uma estrutura combinada de um quadrado e um círculo é prontamente apreendida, em contraste com um conjunto de configurações diferentes em que se vê unidades separadas. Em vez da soma das subunidades, o cérebro humano percebe estruturas nas quais as partes e o todo estão correlacionados.

Outro ponto a se considerar é que a experiência da ordem nunca se limita à percepção do que é explicitamente aparente em um objeto ou evento.

Ao contrário, a ordem perceptível tende a ser manifestada e entendida como um reflexo de uma ordem subjacente, seja ela física, social ou cognitiva. (...) Uma vez que a ordem externa representa tão frequentemente a ordem interna ou funcional, a forma ordenada não deve ser avaliada por si só, ou seja, à parte de sua relação com a organização que ela significa (Arnheim, 1974b, p. 2).

Portanto, a ordem e o significado se correlacionam. A ordem e a desordem podem ser associadas de forma significativa. Como Arnheim exemplifica, um baralho de cartas embaralhado representa um estado objetivo de desordem, embora também signifique que todos os jogadores receberão uma variedade similar de cartas; em outras palavras, que há uma distribuição homogênea (Arnheim, 1974b, p. 16). A noção de ordem e desordem dependerá do olhar do observador, se ele olha para partes independentes ou para a interdependência entre parte e todo. A ordem e a desordem dependem do observador³¹.

No entanto, este nível de ambiguidade no conceito de ordem e desordem não é levado em consideração no estudo da termodinâmica. A Segunda Lei da Termodinâmica afirma que “o mundo material passa de estados de ordem para uma desordem sempre crescente e que a situação final do universo será de desordem máxima” (Arnheim, 1974b, p. 7), definindo a entropia como “a medida do grau de desordem em um sistema” (Arnheim, 1974b, p. 8). Entretanto, para o teórico da Gestalt, a desordem “não é a ausência de toda ordem, mas o choque de ordens descoordenadas” (Arnheim, 1966, pp. 123-135).

31 Um exemplo semelhante é dado pelo cibernético W. Ross Ashby (1962). Ele usa o exemplo de uma colmeia de abelhas: um observador externo pode ver organização nas interações de milhares de partes de abelhas, enquanto outro pode ver apenas uma trajetória caótica de todo o grupo.

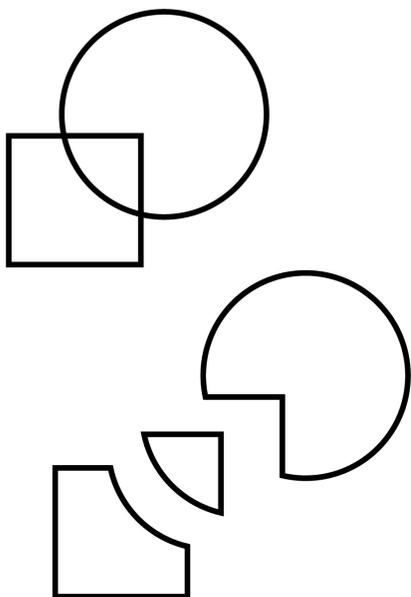


Fig. 5

O exemplo de Arnheim de um quadrado e um círculo. Redesenho com base no original.

Arnheim's example of a square and circle. Re-drawing based on the original.

(Arnheim, 1974b, p. 4)

O físico negligencia uma possível ordenação em dada distribuição aleatória (como no caso do baralho de cartas embaralhado) porque “a estatística de probabilidade do princípio da entropia não é mais descritiva acerca da estrutura do que um termômetro o é acerca da natureza do calor” (Arnheim, 1974b, p. 14); o físico, assim, não considera a estrutura. Como Max Planck declarou (Planck, [1915] 1998 apud Arnheim, 1974b, p. 14), a termodinâmica pura “não conhece nada de estrutura atômica e considera todas as substâncias como absolutamente contínuas” (Ibid.). O físico aborda a entropia e a desordem considerando que “os elementos únicos, com os quais a abordagem estatística opera, comportam-se em completa independência uns dos outros” (Max Planck apud Arnheim, 1974b, pp. 14-15), portanto o “princípio da entropia define a ordem simplesmente como um arranjo improvável de elementos, independentemente da configuração macro deste arranjo ser belamente estruturada ou arbitrariamente deformada; e a dissolução de tal arranjo improvável convoca a desordem” (Arnheim, 1974b, p. 15). Por sua vez, como Arnheim observou, o teórico da informação fará exatamente o contrário, pois seu objeto de investigação “é uma sequência individual ou algum outro arranjo de itens reduzido a tal sequência. Ele investiga a probabilidade de sua ocorrência, estabelecendo o número de sequências possíveis, uma das quais é a atual” (Arnheim, 1974b, p. 19).

O que é comum em ambas as abordagens, Arnheim identifica, é que tanto o teórico da informação como o da entropia negligenciam a estrutura, enfatizando assim uma discrepância fundamental entre os princípios estéticos e científicos. É por isso que os critérios de informação ou entropia por si só não são suficientes para a avaliação das estruturas estéticas. O principal interesse do teórico da entropia se volta para os estados macro globais de um sistema, para a sua “forma global” (Ibid., p. 21), mas não para a sua estrutura. Ele não está interessado no que acontece entre os dois estados entrópicos diferentes de um sistema examinado. Como Arnheim coloca, “a física da entropia tende a considerar apenas o estado inicial e final de um processo, não os eventos dinâmicos que levam de um ao outro” (Arnheim, 1974b, pp. 26-27). Arnheim reforça que:

Quando um sistema é considerado em dois estados diferentes, a diferença de volume ou de qualquer outra propriedade, entre os dois estados, depende exclusivamente desses estados e não da maneira como o sistema pode passar de um estado para o outro. (...) A termodinâmica não apresenta nenhum interesse; certas coisas são despejadas em seu funil, outras surgem de acordo com as leis da máquina, sem que se tome conhecimento do mecanismo do processo ou do caráter e da natureza das várias espécies moleculares em questão. (Lewis e Randall, 1923, apud Arnheim, 1974, p. 27).

Aqui a correspondência com a abordagem de Claude Shannon³² acerca do problema da transmissão de informações é bastante evidente, pois o significado estrutural do conteúdo que está sendo transmitido não é relevante. Por outro lado, o teórico da Gestalt presta muita atenção nessas transições, na zona cinza entre os estados. Ele não pode se permitir a falta de curiosidade do cientista termodinâmico. O raciocínio que demonstra essa importância será agora desenvolvido.

Para o teórico da Gestalt, a ordem é uma propriedade da estrutura. Em um mundo estruturado, a probabilidade de um evento ocorrer ou mudar, como o movimento de uma linha em um desenho artístico ou o curso de um avião, pode ser derivada do entendimento da estrutura (Arnheim 1974b, p. 16), o mecanismo que transforma as partes em partes de forma significativa, não simplesmente pela probabilidade estatística. No entanto, Arnheim reitera que

(...) a ordenação por si só não é suficiente para explicar a natureza dos sistemas organizados em geral ou para aqueles criados pelo homem em particular. A mera ordenação leva ao empobrecimento crescente e finalmente ao nível mais baixo possível de estrutura, dificilmente distinguível do caos, que é a ausência de ordem. É necessário um contraprincípio, para o qual a ordenação é secundária. Ele deve fornecer o que será encomendado. Descrevi este contraprincípio como a criação anabólica de um tema estrutural, que estabelece “do que uma coisa se trata”, seja um cristal ou um sistema solar, uma sociedade ou uma máquina, uma exposição de pensamentos ou uma obra de arte (Arnheim, 1974b, pp. 48-49).

Esta é a razão pela qual Arnheim se opôs à teoria da “medida estética” desenvolvida pelo matemático americano George David Birkhoff (1933), que trabalhou em seus métodos estatísticos de pesquisa a fim de obter uma análise quantificável de uma obra de arte. Para Arnheim, Birkhoff vislumbrava apenas a medida de ordem, resultante da relação entre ordem e complexidade (Arnheim, 1974b, p. 51)³³.

O nível de complexidade de uma obra de arte, se “medido”, será dado não pelo nível de informação que ela carrega, mas pela forma como esta informação afeta a relação entre estrutura e ordem, ou, mais precisamente, estrutura e equilíbrio. Segundo Arnheim, o impulso vital para o equilíbrio, verdadeiro

32 Referência ao modelo teórico de comunicação desenvolvido pelo engenheiro eletrônico e matemático americano Claude Shannon, que será discutido mais adiante na seção “Obras de arte como veículos de informação estética”.

33 A ideia de informação estética será analisada na seção “Obras de arte como veículos de informação estética”.

“tanto para as simetrias dos cristais como para as das flores ou corpos animais” (Ibid., p. 7), sem excluir a mente humana, é natural nas atividades mentais e físicas do universo orgânico e inorgânico do homem. Tal esforço de equilíbrio é o resultado de forças físicas e psicológicas atuando sob “condições de campo” (Ibid., pp. 6-7). Um dos aspectos essenciais do presente estudo é que o conceito de campo se torna um princípio fundamental para a análise das obras de arte e do processo criativo na era da informação. Nas obras de arte, os conceitos de informação e significado formam um todo integral.

Gestalt é uma palavra alemã que geralmente é traduzida como “configuração”, “forma” ou “figura”. No entanto, o significado original da palavra *Gestalt* é difícil de se apreender fora de seu contexto idiomático. É por isso que o termo é sempre usado como uma palavra alemã sem tradução. *Gestalt* deriva do verbo *gestalten*, que significa: “dar forma ou estrutura significativa a” (Ginger et al. 2007, p. 1), portanto, *Gestalt*, “é uma configuração ou figura, que tem *estrutura* e *significado*” (Ibid.). Ordem e estrutura se interrelacionam de forma significativa, e é por isso que, ao contrário do cientista, o artista deve olhar para a zona intermediária onde ocorre uma *Gestalt* da entropia e da informação, da estrutura e do equilíbrio.

De acordo com Arnheim, estrutura e equilíbrio constituem as duas principais forças em relação à forma. Na parte II deste estudo, a seção “Forma como um diagrama de forças” examinará como estes dois vetores se tornam componentes dinâmicos na morfologia das obras de arte após a prática artística passar de uma “estética modernista formalista” (Ascott, 1980), predominantemente voltada para aspectos visuais/plásticos dos objetos, para uma estética behaviorista das artes interativas (Ascott, 1966; 1967; Ascott, [1966-7] 2003a).

1.5.2. LEVANDO EM CONTA O OBSERVADOR

A noção de informação e entropia pode guiar o artista na escuridão do aparelho, mas a produção de informações relevantes e não redundantes através de obras de arte é o resultado de um processo caótico a ser testado e implementado por tentativa e erro, não por automatismo ou regulação a partir de premissas estatísticas³⁴. Ela deve ser observada em seu contexto e fundamentalmente

³⁴ Mesmo no caso de arte de software, arte generativa ou da utilização de I.A. como base para criações de obras de arte, esta pesquisa entende que não é o algoritmo que qualifica a obra como arte, mas sua inclusão ou exploração dentro de um determinado contexto sistêmico. É verdade que nas últimas décadas o conceito de arte tem passado por uma profunda transformação e não é possível ignorar a

intuída. Nesse sentido, a ideia de uma crítica da informação para a arte aponta para um paradoxo. Investir neste tipo de crítica mecanicista seria equivalente a transformar a crítica de arte em outra forma de aparelho (do tipo que temos criticado). Significaria alimentar o aparelho com um pré-texto para a análise de obras de arte; programar um sistema com um modelo analítico capaz de julgar estatisticamente e automaticamente as obras de arte. Seria o equivalente a caminhar para um fechamento, abandonando uma de nossas mais valiosas oportunidades de liberdade – o poder de experimentar o que a arte é ou o que poderia ser. Mesmo que em termos de teoria da informação a lógica por trás de tal modelo seja atraente, ele não seria aplicável na prática a menos que mudanças fundamentais fossem implementadas, entretanto, por várias razões que serão abordadas a seguir, os problemas ainda persistirão.

Para abordar a questão de viabilizar a “quantificação da crítica de arte”, que implicaria em fazer “coincidir o significado objetivo e subjetivo do ‘novo’”, como proposto por Flusser³⁵, seria necessário ou elevar o aspecto funcional do aparelho a uma capacidade subjetiva – em outras palavras, criar uma máquina senciente (pauta da I.A.) – ou filtrar a subjetividade do aparelho humano³⁶. Há também outra razão para acreditar que esta mudança não é possível em termos de um movimento puramente estatístico. Se voltarmos aos critérios básicos estabelecidos por Flusser para a sua crítica artística baseada na informação, devemos considerar que o hábito na psicologia corresponde a um padrão de comportamento. Isso é intrínseco à mente de cada observador, pois o que se torna habitual ou redundante para um pode ser visto como original ou improvável para outros. Se é intrínseco a uma possível crítica de informação da arte, precisa necessariamente incluir e envolver o observador, assim como o artista, de alguma forma. O que não é uma novidade. A abertura da obra de arte e o papel do observador nas artes já foi tema de discussão de

mudança de atenção que se desloca do objeto para os processos voltados aos sistemas dinâmicos de rede. Novas práticas artísticas, mesmo novos modelos curatoriais (Krysa 2008), tornaram-se “mais amplamente distribuídos entre múltiplos agentes, incluindo redes tecnológicas e software” (Ibid.). O presente estudo não ignora esses aspectos, mas aponta que mesmo nessas práticas, engajadas no mais alto nível abstrato de software, a intuição, intenção e atenção humana não pode ser excluída. As qualidades do humano estão enraizadas no que constitui o chamado “sistema operacional da arte” (Ibid.). É sob esse sistema operacional que o emaranhado entre software, códigos, máquinas e humanos pode se tornar arte, e não o contrário.

35 Cf. a seção “Jogando com a informação, do *homo faber* ao *homo ludens*”.

36 Ambas as opções são situações improváveis (portanto, informativas) e de alguma forma equivalentes. O perigo não é o surgimento de uma máquina senciente, mas a grande probabilidade de estarmos entregando cada vez mais as nossas decisões mais essenciais para uma forma de inteligência que não é completamente nossa. A primeira opção está prevista para acontecer dentro de algumas décadas (Kurzweil, 2005).

muitos autores (Ascott, 1966; 1967; Clark, 1980; Eco, 1989). Entretanto, o observador na teoria da fotografia de Flusser não está participando ativamente da construção do significado, ele é apenas um receptor passivo, o destinatário informado/programado pelo aparelho (ver fig. 6). É unidirecional, como no sistema geral de comunicação de Claude Shannon (1948), e a informação está contida na forma clássica de um objeto de arte, unificado e estável, não aberto à intervenção do observador.

Portanto, neste ponto, a discussão chega às limitações do modelo de Flusser baseado na fotografia. A fim de situar a útil noção de aparelho no contexto das questões contemporâneas de arte e tecnologia, precisamos estender o conceito de “complexo aparelho-operador” à análise de outro conjunto estrutural baseado nos elementos: artista/trabalho de arte/observador. O desafio enfrentado pelo artista em tal configuração ainda é o mesmo – a construção de significado dentro do contexto restrito de um “aparelho automatizado, programado e programador” (Flusser, 1984, p. 59). Entretanto, este novo tipo de complexo, que inclui a participação ativa do observador, abre o problema para novas estratégias e metáforas.

Flusser acreditava que os fotógrafos experimentais eram os melhores operadores do sistema do aparelho, uma vez que eles

(...) sabem do que se trata. Sabem que os problemas a resolver são os da *imagem, do aparelho, do programa e da informação*. Tentam, conscientemente, obrigar o aparelho a produzir imagem informativa que não está em seu programa. Sabem que sua práxis é estratégia dirigida contra o aparelho (Flusser, 1984, p. 59).

Assim, Flusser poderia concordar que o artista experimental, junto com o observador, seria o melhor jogador do jogo do aparelho. Na sequência, Flusser sugere que a maneira de gerar liberdade criativa no aparelho deveria ser “superar a estupidez do aparelho”; “injetar sub-repticiamente (...) intenções humanas no programa do aparelho, (...) forçar o aparelho a produzir algo impossível de se ver antecipadamente, algo improvável, algo informativo, (...) prender o aparelho e seus produtos por desacato, desviar a atenção dos ‘assuntos’ em geral e concentrar-se na informação” (Flusser 1984, p. 11). Mas o que significa, na prática, ser experimental com o aparelho, considerando especialmente, acima de tudo, a natureza informativa do aparelho? Como o significado e a informação podem estar inter-relacionados dentro da criação da arte tecnologicamente assistida?

1.6. SENDO EXPERIMENTAL: HACKEANDO O PROGRAMA DO APARELHO

O significado de ser experimental com o aparelho envolve a consideração de vários deslocamentos que se dão quando o aparelho é pensado no contexto da tríade artista/trabalho de arte/observador. Em tal configuração, o observador não é mais o destinatário do aparelho (como aquele que contempla a imagem produzida pelo fotógrafo-câmera), mas se torna, junto com o artista, seu operador. O artista, por sua vez, não só brinca com o aparelho, mas também se torna seu criador e programador, alimentando dentro de seu sistema novos conceitos e modelos que forcem o aparelho a se comportar de forma significativa. Semelhante a um fotógrafo experimental, ele deve quebrar as regras inerentes à lógica do aparelho para penetrar em sua “caixa preta”. Se o aparelho se encontra separado dos fenômenos naturais por camadas de pensamento conceitual (imagens, textos, códigos), pode-se pensar que trazer o mundo lá de fora a fim de contaminar seu sistema é uma possibilidade verdadeiramente experimental. Este é o verdadeiro potencial dos sistemas híbridos: oferecer uma ferramenta poderosa para a fusão de diferentes realidades. Para isso, o artista deve procurar novos modelos a serem testados com o aparelho, para que relações imaginárias improváveis possam emergir. Não se deve esperar que o resultado dessa empreitada seja criar imagens informativas do mundo, mas sim formar experiências relacionais entre homem, natureza e aparelho. O imaginário tecnológico não é o território, mas pode ser considerado como um mapa dinâmico capaz de orientar um indivíduo no mundo novamente, um mundo agora habitado por sistemas tecnológicos e pelo homem. Adotando a abordagem sugerida por Flusser, isto corresponderia a sincronizar, de forma coerente, os mundos fenomenológico e tecnológico, a fim de revelar novos cenários e uma nova imaginação. Neste contexto, o aparelho deve ser visto como estruturas dinâmicas coerentes de informação e significado. Dessa forma, a abordagem ontológica da tecnologia por Flusser poderia ser resumida tal como no diagrama que aqui apresentamos (ver fig. 7).

Com base neste resumo, este estudo pode propor o esquema representado na (fig. 8).

Como já foi discutido, o poder do aparelho consiste na sua capacidade de operar programando e projetando informações. Este poder está nas mãos de quem traz para o aparelho novos códigos e modelos. Flusser afirmou que “perguntar quem ‘possui’ um aparelho é fazer a pergunta errada”. A pergunta correta não é quem é dono de um programa, mas quem o programa e quem esgota o programa de um aparelho” (Flusser, 1984, p. 21). É por isso que chamamos a atenção para a introdução de novos códigos e modelos no aparelho. Entretanto, primeiro é necessário definir o que se entende por trazer novos códigos.

Fig. 6

O sistema de comunicação unidirecional de Flusser.

Flusser's unidirectional communication system.

© 2009, Guto Nóbrega

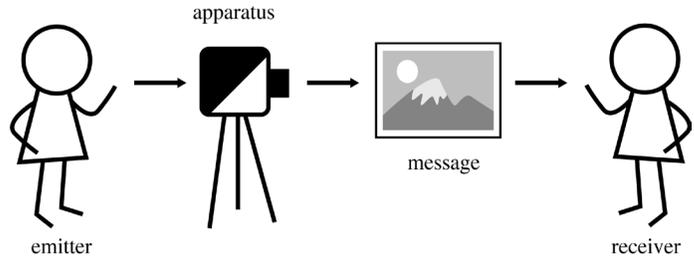


Fig. 7

Resumo da teoria ontológica da imagem técnica e dos aparelhos de Flusser.

Summary of Flusser's ontological theory of technical image and apparatus

© 2009, Guto Nóbrega

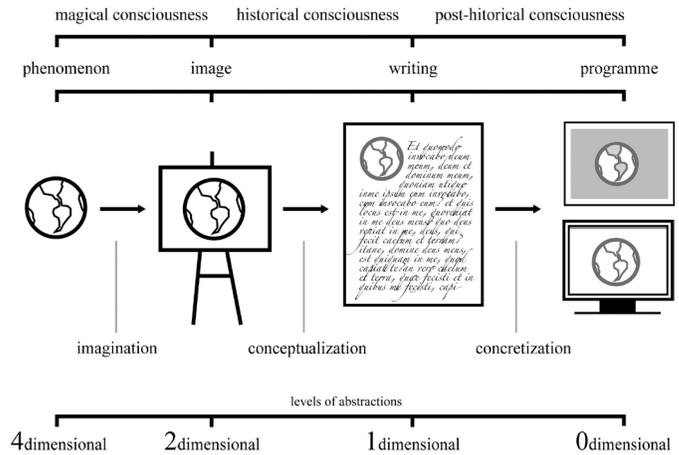
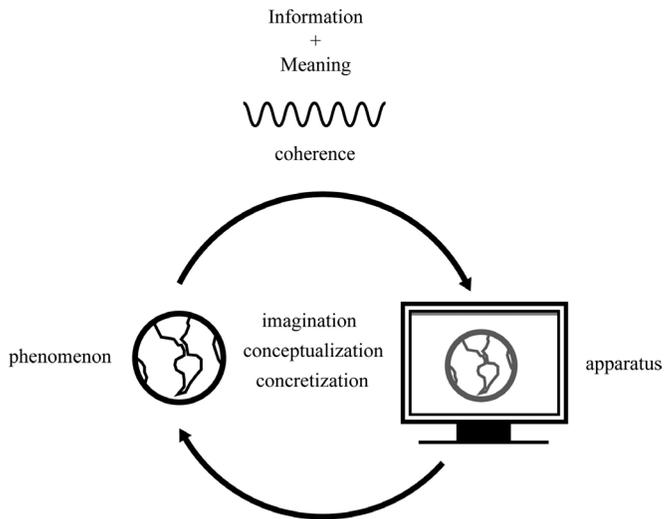


Fig. 8

Esquema básico para uma estrutura complexa de informação e significado.

Basic scheme for a convoluted structure of information and meaning.

© 2009, Guto Nóbrega



Por trás de um programa de computador há um pseudocódigo, com base no qual o programa é projetado. Atrás do pseudocódigo há a imaginação. O poder do aparelho, assim como seu perigo, reside no fato de que ele implementa, de forma automática, modelos do mundo. Seu comportamento dependerá de qual modelo trazemos para dentro dele. Isto aponta para o fato de que, em um diálogo com o aparelho, as possibilidades dependem inteiramente do tipo de modelo no qual a construção do aparelho se baseia.

Os modelos científicos são desenvolvidos dentro de instituições científicas de acordo com uma rede de sistemas de validação muito bem estabelecidos que se baseiam na falsificação da observação ou de experimentos físicos. Fora deste escopo existem modelos que têm sido recusados dentro do domínio científico ortodoxo ou ainda não foram validados, ou seja, não foram transformados em equações matemáticas eficientes. Por outro lado, os novos códigos aos quais nos referimos pertencem ao vasto mundo fenomenológico que não tem visibilidade objetiva neste momento, mas que, no entanto, pode ser acessado intuitivamente, ou experimentado sob certas circunstâncias³⁷. Portanto, uma das maneiras que poderíamos entender a estratégia proposta por Flusser, como ser experimental, consistiria em incorporar estes modelos não ortodoxos ao aparelho. Poderíamos usar o “aparelho” de última geração para nos dar alguma pista nesta viagem ao coração do desconhecido, mas precisaríamos, em primeira instância, ser guiados por nossa visão interior, nossa intuição. É neste quadro que a hibridização entre organismos naturais e máquina, ciência e arte, razão e espírito parece fazer sentido. Estes pontos serão abordados detalhadamente mais adiante, no momento de discussão dos aspectos práticos desta pesquisa, na qual a confluência de organismos naturais e artificiais é colocada no contexto de um sistema híbrido, um aparelho estruturado na interseção do comportamento vivo e não vivo³⁸.

Resumindo, jogar contra o aparelho como artista experimental, significa não se limitar às suas regras (ao modo operacional normativo do aparelho) e, em vez disso, jogar de forma inventiva; usar a estrutura do aparelho para revelar o que pode estar oculto ou ainda não explorado dentro de sua forma sistêmica. Esta atitude investigativa é exemplificada pelo trabalho de Nam June Paik, um artista americano nascido na Coreia do Sul. Em *Magnet TV* (1965), um ímã é aplicado de fora a um aparelho de TV a fim de alterar o fluxo eletromagnético de elétrons dentro do tubo de raios catódicos da TV. O resultado é

37 Estamos aqui nos referindo a certos fenômenos considerados como pseudocientíficos devido à falta de metodologia ortodoxa, ou talvez por serem considerados experiências religiosas, que não podem ser avaliadas totalmente em uma base científica.

38 Este assunto será amplamente desdobrado através da intervenção prática deste estudo.

uma variação infinita de formas que nunca foram pretendidas pelo aparelho original (o aparelho de tv), mas foram ativadas pela introdução de um novo modelo (o ímã) para reprogramar o sistema.

O que se especula neste estudo é que tal atitude apreendida pelo experimento de Paik com a tv, se aplicada a aparelhos mais abertos e complexos, talvez leve a experiências mais poderosas.

É nesse sentido que a presente discussão considera o papel do programador de aparelhos. Ser ou não ser um programador, um dilema com o qual vários teóricos da arte de novas mídias se deparam (Sommerer e Mignonneau, 2003, p. 273; Machado 1997), demonstra a formulação de uma pergunta errada. Se os algoritmos formam a “alma da Informática” (Science, 2008), então os programadores assumiriam o papel de “deuses”. Mas no reino da arte, a informática pode ser vista como um subsistema que interage entre outros sistemas, tais como o sistema orgânico vivo. Dentro de tal estrutura sistêmica, uma visão hierárquica me parece um equívoco. Ser um programador e ser um artista são funções que podem pertencer ao mesmo indivíduo, como acontece em alguns casos, mas são funções estrategicamente diferentes. A função do artista no jogo dialético com o aparelho é intervir no sistema para que ele produza informações criativas e originais. Por outro lado, a função fundamental do programador é dar condições ao sistema do aparelho para que ele funcione eficientemente. Ambos são formas criativas de produção, mas não seguem, necessariamente, a mesma agenda³⁹. Às vezes, estas duas funções são encontradas no mesmo indivíduo ou grupo. Um exemplo claro deste tipo é o coletivo formado pelos dois artistas, Joan Heemskerk e Dirk Paesmans. Seu coletivo, conhecido pelo selo “Jodi” ou “Jodi.org”, vem explorando a World Wide Web, arte em software e modificação de jogos de computador como base para sua prática artística.

Uma das peças mais radicais da “Jodi” é a imitação de falhas de computador e vírus como intervenções estéticas. O ato político e lúdico de infectar um vírus como atividade artística (que pode ser facilmente desativado pelo usuário após a experiência) quebra a magia do aparelho, forçando-o a perder a sua capacidade de controle e revelando o poder do sistema programado. É como se, por um momento, o usuário desse sistema tivesse permissão para ver “através do espelho”. Hackear o sistema, alterando o comportamento do aparelho como uma intervenção estética, é um exemplo em que a função do artista e do programador funciona em conjunto.

Os exemplos fornecidos pelo trabalho de “Jodi” e Paik indicam que a tarefa de ser experimental não pode ser separada do contexto e do significado. Não

39 Esta é uma das principais barreiras na colaboração entre artistas e engenheiros.

se trata de brincar com a informação de forma simplista, mas de desenvolver fricção entre informação e significado. A intervenção de Paik com *Magnet tv* não faria sentido fora do contexto da contracultura e da arte dos anos 60 e 70, fortemente influenciada pelo aforismo de Marshall McLuhan segundo o qual “o meio é a mensagem”. Paik, como muitos outros de sua geração, estava criticando a passividade dos telespectadores sentados diante destes novos aparelhos móveis que recebem mensagens unidirecionais em suas casas. Paik argumentou que “[o]seu trabalho é uma crítica à televisão pura, como Kant” (Paik, apud Baigorri, 2006). Mas o objetivo final de Paik não era apenas desenvolver uma crítica da televisão. Ao contrário de muitos de seus contemporâneos do movimento Fluxus, que estavam altamente engajados em questões políticas e sociais (Wolf Wostel, por exemplo), Paik via o novo meio como uma oportunidade de explorar através do experimentalismo inventivo e do deleite as possibilidades ocultas do aparelho. Ele queria “transformá-lo, transcendê-lo, regenerá-lo e propor novas formas de relacionamento com a mídia” (Baigorri, 2006). A transcendência e transmutação do meio sempre foi um ingrediente na alquimia artística (Duchamp, 1957), mas as formas de alcançar tal magia, agora auxiliada por tecnologias contemporâneas, envolvem novas receitas. Sem perder de vista o sistema programado do aparelho, o artista deve jogar com suas regras a fim de transcender a limitação implícita de seu jogo. A razão para fazer isso é porque na arte do aparelho é ainda mais necessário ver além das causas e efeitos, evitando se ver preso no discurso tecnocêntrico. Como Flusser nos lembrou, o que faz do xadrez um jogo não é o tabuleiro quadriculado ou as peças de xadrez, mas as virtualidades dentro das regras. É lá que a informação se torna significativa.

1.7. CONSIDERAÇÕES E DIREÇÕES

A Parte I deste livro, até aqui, examinou extensivamente o conceito de aparelho de Flusser, sendo agora possível resumir como este modelo se cruza com nosso estudo. Ao contrário de vários autores no campo da arte e tecnologia (Couchot, 1993; Plaza e Tavares 1998; Kittler 1999; Hansen 2004) sua discussão não é definida em termos da inovação e rupturas trazidas por um universo digital de meios numéricos. Flusser concentra-se no imaginário tecnológico resultante de uma cadeia de transformações simbólicas (de longo prazo) que culminaram no advento do aparelho (que aparece como em estado embrionário na câmera fotográfica). O principal raciocínio por trás do trabalho com as ideias apresentadas por Flusser é que sua filosofia não é uma filosofia de

imagens técnicas, mas uma filosofia de sistemas tecnológicos que ele chamou de aparelhos. O objetivo filosófico de Flusser foi examinar a lógica por trás dos complexos que ele concebeu como caixas-pretas. Flusser defendeu que reconhecer a natureza dos aparelhos como sistemas formais, calculados, programáveis e de programação é essencial para adquirir liberdade na sociedade contemporânea, especialmente quando a prática artística envolve a criação de objetos técnicos. Da mesma forma que Heidegger, Flusser sugeriu que a tecnologia não é uma ferramenta a serviço da imaginação humana, mas é, em si mesma, o resultado de um imaginário tecnológico articulado pela técnica. Este é o ponto principal que Flusser tentou deixar claro através da análise do aparelho em sua forma mais embrionária, a câmera fotográfica. Ele mostrou em sua análise que, em termos culturais, a noção de aparelho implica uma passagem da consciência do trabalho (ferramenta) para a informação; e propôs que a expressão da criatividade no universo dos aparelhos implicaria brincar experimentalmente com os códigos e modelos que os constituem em sua essência. Foi assim que Flusser imaginou obras de arte emergindo fora do ordinário para se tornarem informações relevantes.

Foi argumentado, entretanto, que o puro critério probabilístico da informação que ignora o significado não é adequado como modelo para a análise e a crítica de obras de arte. Com base em Rudolf Arnheim, demonstramos que os conceitos de informação e entropia quando aplicados a obras de arte não podem ignorar a estrutura e o significado.

A próxima seção investiga a influência da teoria da informação de Claude Shannon na estética e aponta a fragilidade dos modelos que tentaram desenvolver e formalizar uma metodologia crítica da estética baseada em processos que são “desprovidos de interpretação subjetiva” (Bense, 1971, p. 57). Essas teorias, em geral, se baseavam na configuração unidirecional “transmissor-mensagem-receptor”, como se vê no modelo de Shannon, e buscavam uma simulação puramente numérica de “estados estéticos” (Ibid.). Em resumo, elas estavam focadas em como otimizar a informação estética. Os parágrafos seguintes propõem uma reorientação do papel da informação na estética que não é desprovido de sentido. Pelo contrário, esta visão toma o papel do artista como estruturador de sistemas abertos nos quais a informação não é a variável para uma medida estética, mas o resultado de uma experiência estética significativa.

2. TRABALHOS DE ARTE COMO VEÍCULOS DE INFORMAÇÃO ESTÉTICA

O modelo teórico de comunicação desenvolvido pelo engenheiro eletrônico e matemático americano Claude Shannon situa a base formal das teorias contemporâneas à ocasião do surgimento da arte computacional, no início dos anos 60. Na época, Shannon se debruçava sobre o problema de como otimizar a quantidade de informação transportada por um sistema de comunicação (no seu caso, linhas telefônicas) em relação ao ruído e à distorção.

Com base no cálculo de probabilidade desenvolvido por Norbert Wiener, Shannon elaborou uma “teoria matemática da comunicação”, que se popularizou após sua publicação em um livro em coautoria com outro matemático e cientista, Warren Weaver. Um aspecto relevante do modelo de Shannon-Weaver é que o significado não era central para o processo técnico de comunicação da informação. Ao invés disso, como os teóricos determinaram, a performance do processo depende da otimização da razão sinal/ruído quantificada na mensagem (ver fig. 9). Shannon definiu o problema da comunicação como sendo:

(...) a questão sobre reproduzir em um ponto, precisamente ou aproximadamente, uma mensagem selecionada em outro ponto. Frequentemente as mensagens têm significado; isto é, elas se referem a algo ou estão correlacionadas de acordo com algum sistema com certas entidades físicas ou conceituais. *Estes aspectos semânticos da comunicação são irrelevantes para o problema de engenharia.* O aspecto significativo é que a real mensagem é aquela selecionada a partir de um conjunto de mensagens possíveis. O sistema deve ser projetado para operar para cada seleção possível, não apenas a que será realmente escolhida, uma vez que no momento do projeto ela ainda é desconhecida (Shannon, 1948, grifo nosso).

Este paradigma técnico foi adotado como ponto de partida para o desenvolvimento de uma nova estética inspirada em teorias cibernéticas e da informação. Para Claudia Giannetti, escritora e teórica da arte midiática, essas teorias

(...) viram a informação como o conceito chave para entender os processos estéticos, e tentaram, por meio da formalização, criar um posicionamento oposto às tendências da teoria estética kantiana e hegeliana. O objetivo de um sistema estético formal era aprofundar não interpretações ou juízos de valor, mas o sistema do trabalho em si, a organização dos elementos e dos sinais. Toda obra de arte, na verdade toda expressão artística, passou então a ser vista como uma mensagem transmitida por um indivíduo criativo (um artista ou grupo de artistas), conhecido como transmissor, a outro indivíduo (ou grupo), conhecido como receptor, através

de um canal (sistemas visuais, auditivos e outros modos de percepção)⁴⁰. (...) Vista sob esta perspectiva, a base da linguagem é reduzida a qualidades previsíveis, sintáticas e propositadas. A teoria no ambiente da estética racional, portanto, avalia o objeto de arte como um sistema de sinais que transporta informações estéticas formalizáveis (Giannetti, 2004a).

A gênese dessas transposições dos campos da lógica e da física para a estética está ligada ao trabalho do matemático americano George David Birkhoff, que desenvolveu em seu estudo *Aesthetic Measure* (Birkhoff, 1933) um método puramente estatístico para obter uma análise quantificável de uma obra de arte. Tal método atua como uma antítese à estética tradicional, baseada no conhecimento subjetivo. Para Birkhoff, a informação era diretamente relacionada à complexidade; quanto maior a quantidade de informação em uma obra de arte, maior é a sua complexidade e, portanto, maior é seu valor estético. Em meados dos anos 50, o filósofo, físico e matemático Max Bense ampliou as teorias de Birkhoff para incluir em suas fórmulas os conceitos de redundância e entropia, advindos do campo da teoria da informação. Para Bense, as obras de arte devem ser analisadas sem considerar “seus efeitos sobre os observadores nem seu papel na história, ou seu valor comercial” (Walther, 2000). Na sua visão, o belo não é “o objeto representado, mas o signo que representa o objeto” (Ibid.). Bense acreditava que os conceitos formalistas clássicos da estética, tais como proporção, simetria e harmonia, não eram suficientes para se explicar a obra de arte, especialmente quando se tratava de arte moderna. Consequentemente, ele sistematizou princípios estéticos básicos a fim de desenvolver uma teoria que pudesse explicar uma “programação do belo” (Bense apud Giannetti, 2004a). Para Claudia Giannetti (2004a), a teoria da “informação estética”⁴¹ de Bense

(...) foi baseada na análise estatística dos objetos de arte e *consagra o sujeito – o destinatário – ao fundo*, substituindo o uso de regras adequadas na avaliação estética. (...) Bense distinguiu quatro métodos dentro da síntese estética: o semiótico, o métrico, o estatístico, e o topológico. O método semiótico é baseado no exame do sinal; o método métrico, como princípio escultórico, usa parâmetros como largura, comprimento, número ou razão para definir uma estrutura global – a m[a]cro-estética – que toma forma material como Gestalt ou como forma do trabalho;

40 A este respeito, ver o trabalho de Abraham A. Moles, “A abordagem informacional” (Moles, 1982).

41 Apresentada em uma palestra sobre “Estética moderna” na Universidade Tecnológica de Stuttgart em 1957, e posteriormente na “Estética III”.

o método estatístico gera estruturas locais, ou uma espécie de microestética; e o método topológico, baseado em princípios relacionais, é voltado para as variações de uma certa Gestalt (Ibid., grifo nosso).

A fragilidade desses modelos, tanto nas adaptações de Birkhoff como de Bense, foi em parte causada pelo fato deles terem sido desenvolvidos a partir das premissas de um sistema unidirecional de transmissor → mensagem → receptor, que ignora o papel do observador em suas teorias. Apesar dos esforços de Bense em criar uma base teórica para a estética fundamentada na informação, e sua importância efetiva no desenvolvimento de uma nova forma de arte baseada em processos de informação⁴², seu objetivo de substituir os valores estéticos tradicionais baseados na compreensão subjetiva metafísica da arte por uma abordagem predominantemente lógica, fundada na análise estatística, aparentemente substituiu um problema por outro; substituiu a subjetividade humana por teoremas matemáticos. Essa abordagem se opõe à subjetividade humana em dois movimentos; primeiramente, distanciando o artista do processo de criação, pois através do processo que ele chamou de estética generativa, “uma combinação de todas as operações, regras e teoremas (...) pode ser usada deliberadamente para produzir estados estéticos (tanto distribuições quanto configurações) quando aplicada a um conjunto de elementos materiais”⁴³ (Bense, 1971, p. 57), e em segundo lugar, desconsiderando em suas equações uma das variáveis mais importantes da equação artística,

42 “Max Bense foi a figura chave da Escola de Stuttgart, pensada como um campo experimental de testes para uma estética racional. Influenciado pela cibernética e pela arte computacional, Bense dedicou-se a criar uma base teórica da informação para a estética, e para o texto produzido com máquinas” (Media Art Net, 2005).

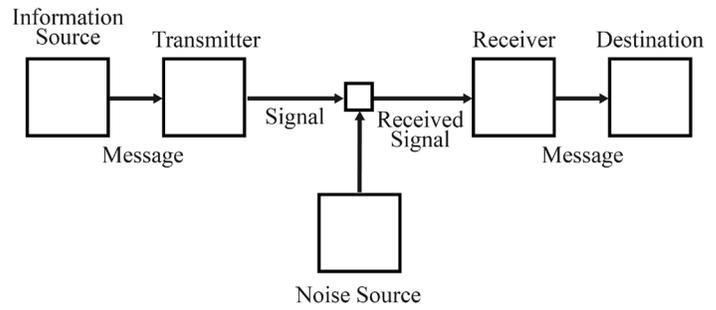
43 Mesmo sob o argumento de que o artista ainda está envolvido no processo, de alguma forma alimentando ou programando as variáveis dos algoritmos que darão forma à peça final, ele/ela é deliberadamente ofuscado pela fila de códigos e pelo automatismo da máquina que faz o trabalho de uma forma “pseudo intuitiva” (Bense, 1971, p. 60). É claro, porém, que a estratégia de afastar o artista no apoio a uma intervenção mecânica mais objetiva é intencional. O trabalho de um dos estudantes de Bense, Frieder Nake, ilustra bem este caso. Em *Random Polygon (13/9/65 Nr. 7)*, nanquin sobre papel, 1965, 40 x 40 cm, “processos aleatórios determinam o número de arestas em um polígono, seus comprimentos e direções” (Pold, 2005). O problema é se um processo aleatório por si só poderia gerar algo significativo ou, invertendo a pergunta, até que ponto “algoritmos de visualização e processos algorítmicos” são significativos (Ibid.)? Será que tal processo gera informações estéticas relevantes ou apenas ilustra o que o aparelho é capaz de fazer? A resposta recorrente a esta pergunta é que este processo era sobre “uma arte que não era diretamente rastreável até um artista criativo que expressasse a si mesmo ou suas intenções” (Ibid.). Entretanto, isto levanta outro ponto: tal arte é rastreável às intenções do computador, ou melhor, a seus propósitos?

Fig. 9

Diagrama esquemático de um sistema geral de comunicação. Redesenho com base no original.

Schematic diagram of a general communication system. Redrawing based on the original.

(Shannon, 1948)



o observador⁴⁴. Nas investigações de Bense, o destinatário é relegado ao segundo plano. Em suas palavras, “obras de arte, também pode-se dizer, são uma classe especial (ou seja, estabelecida, não dada) de ‘portadores’ da ‘informação estética’” (Ibid.). Em outras palavras, as obras de arte são vistas como “veículos de informação estética” (Walther, 2000). Mas será que “informações estéticas” podem existir isoladas da subjetividade e do significado?

2.1. DO SIGNIFICADO À INFORMAÇÃO, REPENSANDO A LÓGICA

O significado de uma obra de arte e o observador estão intrinsecamente ligados, uma vez que o significado depende da maneira como o observador se aproxima intencional e subjetivamente do conteúdo, ainda que não o faça, ao modo da arte interativa, de forma ativa, interferindo também no processo construtivo da mensagem. Mas como o artista e o significado poderiam estar interrelacionados no processo criativo? O observador poderia ser substituído no processo por números aleatórios? A ordem improvável de uma obra de arte é meramente um efeito de “medida estética” (Birkhoff, 1933) ou implica algum alto nível de ordem intuído pelo artista?

Pode parecer contraditório, com base na argumentação desenvolvida até agora, mas a obra de John Cage, compositor americano e pioneiro da música eletrônica, servirá como um ótimo exemplo para responder a estas perguntas. Cage tornou-se reconhecido pela inclusão do acaso em suas composições. Seu trabalho, junto de outros artistas do movimento Fluxus, se encontra nas raízes da história cultural da arte computacional ou arte algorítmica, pois aspectos de aleatoriedade, indeterminação e instrução já estavam presentes em seu processo artístico antes mesmo que começasse a usar computadores. Na obra de Cage, as composições musicais eram geradas a partir de um conjunto de regras ou instruções curtas a serem executadas por uma pessoa ou uma máquina. As semelhanças apontadas entre o processo analógico de vários artistas do Fluxus e a arte computacional são endossadas pela “forma como o artista e o emissor humano dão um passo atrás em relação à expressão. A máquina cria

44 O observador tornou-se um dos principais interesses dos cibernéticos no que ficou conhecido como “cibernética da cibernética”, “meta cibernética” ou, mais comumente citada, “cibernética de segunda ordem”. Esta segunda fase do desenvolvimento das teorias cibernéticas, fortemente associada ao trabalho dos antropólogos Gregory Bateson e Margaret Mead, do biólogo Humberto Maturana, Gordon Pask e Heinz von Foerster, entre outros, voltava-se para a superação do determinismo do engenheiro ou do cientista da computação ao projetarem o sistema, a fim de considerar dentro do processo também o papel do observador modelando o sistema (Heylighen, 2001).

a expressão – o artista, como o cientista de laboratório, torna[m]-se um operador experimental” (Pold, 2005). Entretanto, considerando o trabalho de Cage, veremos que tal comparação falha ao não reconhecer alguns aspectos de seu processo. Enquanto no caso da arte algorítmica a intenção e a subjetividade do artista são colocadas em segundo plano a fim de se criar performance maquínica, em obras como “Music of Changes”, de John Cage, os traços de aleatoriedade e programabilidade são empregados no processo criativo para liberar o trabalho de arte (a composição musical) dos enclausuramentos do ego artístico. Não é a intenção do artista, ou mesmo a intuição, que é eliminada do processo, mas a sua mente controladora e seus desejos. Cage diria que:

(...) as operações do acaso não são fontes misteriosas de “respostas certas”. Elas são um meio de localizar uma única entre uma multiplicidade de respostas e, ao mesmo tempo, de libertar o ego de seu gosto e memória, sua preocupação com o lucro e o poder, de silenciar o ego para que o resto do mundo tenha a chance de entrar na própria experiência do ego (Sunday, 2009).

O objetivo do procedimento de Cage é favorecer o surgimento da obra em sua própria forma e verdade. Como resultado desse processo, o artista pode vir a se conectar ainda mais com a peça resultante uma vez que ela pode refletir uma ordenação autêntica e sutil com a qual o artista e o público se conectam como parte integrante; uma ordem que pode, no entanto, ser inacessível à mente de um observador não iniciado⁴⁵.

Essa proposta faz ainda mais sentido se as ressonâncias do zen budismo e do *I-Ching* na filosofia e na música de Cage forem consideradas. O zen budismo trouxe para Cage a consciência da simplicidade, da desordem e do acaso, e o *I-Ching* se tornaria a ferramenta perfeita para a criação de suas composições entregues ao acaso. O *I-Ching* é um antigo sistema chinês de cosmologia e filosofia. Era usado originalmente por ambos os ramos da filosofia chinesa, o Confucionismo e o Taoísmo, a fim de interpretar “simbolicamente todos os fenômenos cósmicos e suas inter-relações” (Manuel B. Dy 1998). O princípio fundamental do *I-Ching* é o processo natural de mudança que é inerente à vida. *I-Ching* significa literalmente “o livro das mudanças” (McCauley, 2005, p. 59). A palavra “I” tem três significados diferentes: “facilidade e simplicidade, mudança e transformação, e invariabilidade”, é “um reflexo do universo em miniatura” (Ch’u Chai e Winberg Chai apud Manuel B. Dy 1998). A filosofia do *I-Ching* se baseia essencialmente na unidade primordial do *Tao* e na dinâmica dos opostos complementares *Yin* e *Yang*. Acredita-se que: “É através

45 Isto se refere ao fato de que muitas das peças de Cage não eram compreendidas ou aceitas pelo público, ou até mesmo pelos músicos que as executariam no palco.

das interações destas duas forças opostas [*Yin e Yang*] que a mudança ocorre, todos os eventos se dão, e todas as coisas surgem” (McCauley, 2005, p. 59).

Os eventos do acaso lançados pelas três moedas do *I-Ching* refletem uma ordem mais sutil encontrada no caos dos processos naturais, que se conecta ao estado psíquico interno do observador através do acaso. Como comenta Carl Gustav Jung⁴⁶,

(...) quando são jogadas as três moedas, ou quando se contam as 49 varetas, esses detalhes casuais entram no quadro do momento de observação e passam a fazer parte deste – uma parte que para nós é insignificante, mas é de suma importância para a mente chinesa (Jung, 1983).

Podemos dizer que o *I-Ching* volta-se para o significado e para a informação de um modo que não é aquele levado em conta na tradição ocidental do conhecimento, mas para uma mente familiarizada com o pensamento oriental/asiático, como era o caso de Cage⁴⁷, isso parece fazer um sentido sutil⁴⁸. O uso do termo *significado* não busca fazer referência à dimensão mística que tradições ocidentais tendem a descartar de sistemas de crenças como o *I-Ching*, o que não era a intenção de John Cage. O significado, na visão aqui apresentada, é encontrado na convergência dos eventos do acaso articulados pelo sistema *I-Ching*, que contribui para se trazer luz a um novo conhecimento. Para reconhecer isso, é necessário entender a diferença entre as formas ocidentais e orientais de abordar os eventos (informação) e o significado.

No Ocidente, temos a tendência de interpretar os eventos a partir de uma perspectiva racional. Vemos eventos lineares e consecutivos formando uma cadeia causal que produz o evento ou o momento observado. (...) A mente oriental, por outro lado, vê o evento como uma confluência holística de outros eventos. A configuração pode ser influenciada pelo acaso, mas a interpretação real da configuração está dentro do contexto do significado. (...) No Ocidente, podemos perguntar como, por causa e efeito, chegamos a determinado evento em consideração. Na visão oriental,

46 O psiquiatra suíço Carl Gustav Jung escreveu o prefácio para a tradução alemã do *I-Ching* por Richard Wilhelm.

47 Cage havia estudado filosofia indiana com Gita Sarabhai e zen budismo com Daisetz T. Suzuki na Universidade de Columbia, em Nova York. Tendo perguntado a Gita Sarabhai “qual era o sentido da música na Índia (...) ela respondeu que seu professor achava que o sentido da música era acalmar a mente, tornando-a assim suscetível às influências divinas. Cage foi intensamente tocado por isto” (Salomão, 1998).

48 Novamente, aquilo que parece ser uma coleção de sinais insignificantes para um observador ocidental pode se referir a um conjunto de dados – ou informações – coerente para a perspectiva cultural oriental, e, conseqüentemente, conhecimento.

podemos perguntar, dada a configuração, que surgiu por acaso: o que significa esta configuração (McCauley, 2005, p. 60)?

Apresentamos neste livro um diagrama para ilustrar estas duas interpretações (ver fig. 10).

A prática do I-Ching dá acesso a uma sabedoria interior “contida na mente inconsciente ou nos níveis mais elevados de consciência” (Ibid., p. 61), livre das restrições do ego. Esta liberdade foi central para a filosofia de Cage e suas preocupações artísticas. É nesse sentido que esta pesquisa defende que o significado pode estar intrinsecamente integrado à informação como que apontando para um nível superior de ordem e coerência que ultrapassa⁴⁹ o sistema físico⁵⁰. Esta é a razão pela qual nem o artista nem o observador devem ser privados de forma alguma do processo sistêmico que constitui uma obra de arte. Eles são, juntamente com o trabalho de arte, subsistemas interligados por informação e significado. A aleatoriedade por si só não é suficiente para produzir experiência estética, e se arte trata-se de uma experiência (Dewey, 1979), a obra de arte pode ser vista como o jogo lúdico de forças que dá forma a um determinado estado de espírito. A novidade trazida pela tecnologia da informação oferece a possibilidade de jogar com essas forças *in loco*, afetando e sendo afetado pelo trabalho de arte.

A dicotomia entre informação e significado é a base de muitos conflitos e enganos no domínio da arte tecnológica. Esta separação lógica, em vez de conduzir o processo criativo mais a fundo no reino de uma nova imaginação e consciência, por vezes obstrui a hibridização lúdica da mente humana e as interfaces protéticas que os artistas criaram para informar o mundo. É importante, contudo, reiterar a posição do presente estudo; sua preocupação não é se será possível ou não que uma máquina seja capaz de criar por conta própria. Há cinquenta anos, Abraham A. Moles, outra figura-chave no desenvolvimento das teorias estéticas da informação, elaborou uma série de “atitudes estéticas fundamentais” que, se atribuídas (codificadas) a uma máquina, elevariam o desempenho dessa máquina ao nível da criatividade artificial: “A ideia da máquina como criativa por conta própria é, à sua maneira, tão revolucionária quanto a introdução dos métodos aleatórios no pensamento científico” (Moles, 1971b).

Moles foi um dos principais visionários de tal possibilidade e também um dos primeiros a abordar algumas das questões fundamentais a respeito do assunto:

49 Em vez de “ultrapassa” a palavra “transcende” poderia ser usada aqui, porém, neste ponto, a conotação metafísica desta ideia é dispensável.

50 O termo “físico” também abarca a dimensão imaterial do fluxo de elétrons e dados, que pode constituir o sistema em um nível eletromagnético. O nível superior de ordem a que nos referimos se manifesta no nível de consciência.

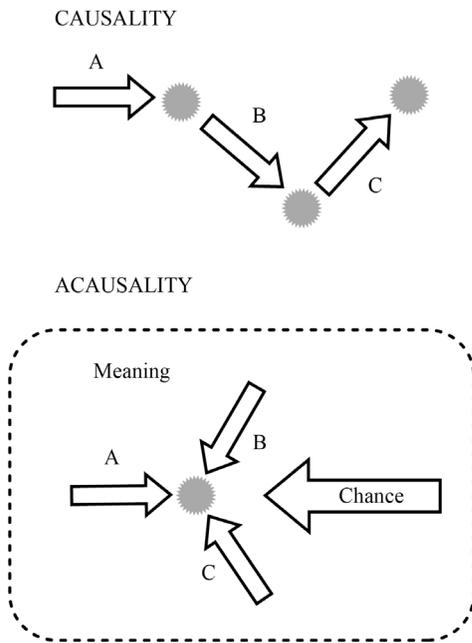


Fig. 10

Explicações causais vs. acausais de um evento. Redesenho baseado no diagrama de McCauley (2005, p. 60). Causal vs. Acausal explanations of an event. Redrawn from McCauley's (2005, p. 60) diagram.

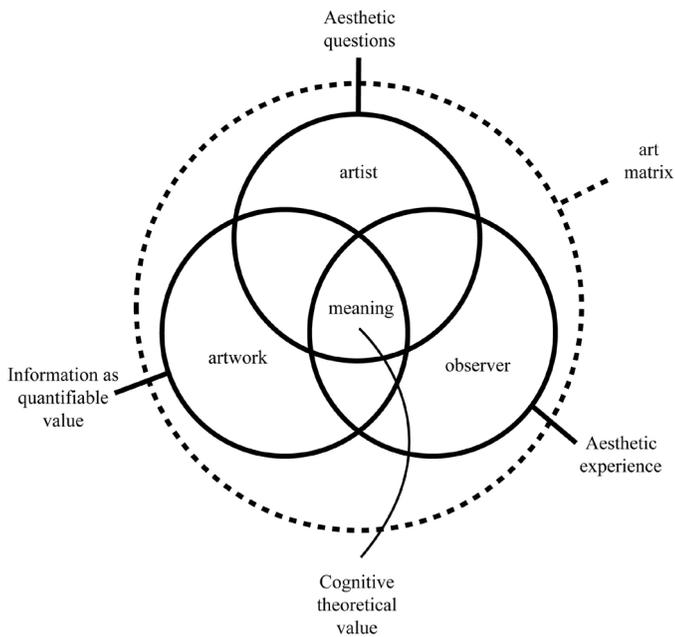


Fig. 11

Diagrama inter-relacional de artista, trabalho de arte e observador. Inter-relational diagram of artist, artwork and observer. © 2009, Guto Nóbrega

Será que os artistas, seguindo o destino dos contabilistas e operários de fábrica, também serão substituídos por máquinas que fazem pinturas, música e literatura? Podemos prever com segurança que os artistas não serão substituídos, mas suas funções poderão ser deslocadas. (...) O lado negativo dessa história é o que se poderia descrever como “alienação cultural”. O indivíduo, apesar da proliferação de objetos de arte [criados por máquinas], será ainda mais afastado do momento espontâneo da criação original. Ele estará a uma distância maior do que nunca da personalidade criativa responsável pelo objeto produzido em massa (Ibid.).

O risco implicado na consideração de Moles pode estar relacionado àqueles levantados por Flusser, que alegou que alimentar o aparelho com certos modelos já previstos em sua natureza (ser capaz de programar e ser programável) apenas transforma seres humanos em simples funcionários de aparelhos (Ströhl, 2007). Como tal, a possível “alienação cultural” antecipada por Moles não deve ser vista como uma consequência da apropriação da criatividade humana pelas máquinas, mas como a principal causa do investimento na automatização das funções estéticas nas máquinas. O ponto a ser levantado aqui é que o impulso para liberar o poder de possíveis máquinas com sensibilidade estética apenas esconde a visão teleológica das máquinas/computadores como ferramentas inteligentes para fins artísticos. É essa visão que esta pesquisa acha controversa, e portanto sugerimos que a relação entre tecnologia e arte requer fundamentos diferentes. A tecnologia, na prática artística, deveria ser usada para se investigar a natureza da arte e não para o bem da tecnologia ou da ciência; ela deveria aprofundar nossa compreensão sobre a intuição humana expressa através da criatividade. A tecnologia só pode ajudar nesta tarefa como aliada para penetrar no reino da subjetividade humana, em vez de uma força contrária a ela utilizada para separar o humano do sistema. Esta é o principal motivo da crítica a estratégias como a informação estética de Bense, na qual a mente subjetiva do artista e o observador não são levados em conta. Mesmo quando o observador se tornou uma preocupação central em fases posteriores da informação estética, as insuficiências dessa abordagem foram ainda mais enfatizadas. Como Claudia Giannetti identificou,

A longo prazo, este conceito [a experiência não mensurável do destinatário] levou não apenas à confirmação de certas fraquezas da informação estética, mas também à percepção de que a aplicação de uma teoria que explica os valores estéticos e artísticos unicamente com base em critérios quantificáveis e racionais esbarra em suas próprias fronteiras metodológicas (Giannetti, 2004a).

Em uma entrevista com o cientista e escritor austríaco Hebert W. Franke, um dos seguidores de Bense, ele admitiria:

Entretanto, tornou-se cada vez mais evidente que a arte é um processo intelectual em oposição ao material (e, portanto, materialmente explicável); é uma questão do que se passa no cérebro do artista e do espectador e, neste aspecto, principalmente de processos perceptuais, de pensamento e de comportamento (Franke, 2008).

Acontece que, apesar de vários esforços para se desenvolver uma teoria robusta da informação estética, seus proponentes foram levados, em consequência de sua própria lógica dogmática, a enfrentar um paradoxo:

Se se reduz as questões estéticas a uma avaliação puramente racional e numérica do trabalho (informação como valor quantificável), então não se concede um valor cognitivo-teórico nem ao trabalho em si nem à experiência estética – e aqui reside o paradoxo – e assim se torna mais difícil o processo de comunicação verdadeiramente aberto ou, como pode ser o caso, de uma troca de informações (Giannetti, 2004a).

Em um contexto mais amplo, este paradoxo não se limita às questões da informação estética, mas reflete em grande medida a dicotomia ocidental entre mente e corpo, que ecoa na agenda reducionista da complexidade do raciocínio em teoremas mensuráveis. O presente estudo reconhece este paradoxo como uma questão central na criação e recepção de obras de arte auxiliadas pela tecnologia da informação. À medida que a informação se torna um parâmetro fundamental no processo estético, eventualmente o problema se reduz a como se avalia o caráter da informação dentro do complexo artista/trabalho de arte/observador.

Se em uma abordagem racionalista a informação é tratada como valores mensuráveis para a avaliação e geração de obras de arte, em uma abordagem sistêmica, a informação poderia ser considerada como um elemento dentro de um repertório orgânico de forças atuando em ressonância com um observador que vê as relações. Neste caso, a informação, em vez de uma unidade mensurável para a obra de arte, pode ser considerada como um “conceito relacional” (Brier, 2008, p. 175) e aqui a definição de informação se aproxima da abordagem do ciberneticista Gregory Bateson. Bateson definiu a informação como “a diferença que faz diferença” (Bateson, 1987, p. 386). Diferença significa que a informação depende do contexto, da matriz de possibilidades que constitui o trabalho de arte. Esta matriz, estabelecida através de um processo de invenção/intuição, é a base a partir da qual a diferença surgirá como resultado da interação das forças mentais de seus principais sujeitos: o artista e o observador.

Em vez de reduzir as questões estéticas a uma avaliação puramente racional e numérica das obras de arte, para este estudo é central investigar o papel sistêmico da informação dentro do campo imaterial, invisível, dinâmico em que se intercomunicam organismos naturais (humanos e outros sistemas vivos) e artificiais (máquinas). A questão fundamental que surge desta visão não é como otimizar a informação estética, mas o que a experiência estética da informação e dos processos significa, ou mesmo o que de fato ela poderia ser? Nosso interesse está na consideração de como a informação e o significado podem estar correlacionados no contexto do complexo artista/trabalho de arte/observador. Nossa hipótese é que a dinâmica entre informação e significado pode ser vista como forças vetoriais, as quais informam o processo de criação do trabalho de arte. O argumento é que, precisamente no domínio da arte, a informação e o significado formam um campo emaranhado que nunca pode ser reduzido à estrutura do trabalho de arte, mas que flui em um metanível que se desdobra na experiência do observador e do artista. Neste ponto nos parece ser razoável afirmar que no domínio da arte testemunhamos a ocorrência de uma inversão fenomenológica dos vetores significado e informação. Pode-se dizer que o significado dá origem à informação e não o contrário.

Ao se desconstruir o paradoxo estética-informação em partes elementares, a sua correspondência com o complexo artista/trabalho de arte/observador pode ser percebida:

- Questões estéticas → artista
- Experiência estética → observador
- Informação como valor quantificável → trabalho de arte
- Valor teórico cognitivo → significado

Agora, se estes elementos forem reorganizados em um diagrama inter-relacional, é possível visualizar os diferentes aspectos de suas relações (ver fig. 11, na p. 66).

Visto como um todo da comunicação interrelacional, do qual o trabalho de arte se comporta como uma estrutura dinâmica de processos ativos, o complexo artista/trabalho de arte/observador nunca deve ser analisado como partes independentes, mas como inserido no contexto funcional de um sistema orgânico estético que se comporta, evolui, vive e morre. Em consequência dessa visão, o presente estudo é levado à questão sobre qual metodologia deveria ser considerada para a análise desse tipo de organismo. Uma metodologia reducionista, que enquadra este sistema como uma máquina estética, ou uma metodologia integrativa, na qual a dimensão do organismo vivo se desdobra além de sua aparente estrutura mecanicista? Este é o tema da Parte II deste livro.

PARTE II: ARTE

OBJETOS TÉCNICOS, ORGANISMOS
ESTÉTICOS E COMPORTAMENTO
DE CAMPO

3. SOBRE OS SERES TECNOLÓGICOS

Nesta seção, o complexo artista/trabalho de arte/observador será descrito no âmbito de uma relação simbiótica entre organismos naturais e artificiais. A fim de validar essa abordagem, se faz necessário definir com base em quê um trabalho de arte pode ser apreendido em termos biológicos. Precisamos de um modelo que seja capaz de encarar o trabalho de arte (um objeto técnico) não como um instrumento para a criação de uma experiência estética, mas como uma entidade tecnológica por si só. O filósofo e psicólogo francês Gilbert Simondon criou um modelo conceitual levando em conta esse problema: para ele, o objeto técnico deve ser entendido como um indivíduo. Longe de ser reduzida a uma função utilitária, Simondon acredita que a tecnologia é um processo de invenção em que o objeto técnico adquire a individuação através de um processo que ele chamou de “concretização”. Simondon diverge de Heidegger ao não concordar que a essência da tecnologia não tem nada de tecnológico, pois, para o autor francês, a natureza da tecnologia reside na sua “tecnicidade”.

Os parágrafos seguintes examinarão o modo de existência dos objetos técnicos, a fim de contextualizar o processo de invenção de trabalhos de arte tecnologicamente assistidos. O principal argumento desenvolvido nas seções seguintes deste estudo é de que a invenção de organismos estéticos, cuja forma embrionária está estruturada no complexo artista/trabalho de arte/observador, é a instanciação de um sistema de comunicação coerente.

3.1. BREVE BIOGRAFIA DE GILBERT SIMONDON

Gilbert Simondon (1926-1989) é reconhecido no meio acadêmico pela sua teoria da individuação e pela sua filosofia da tecnologia. Ex-aluno do filósofo da ciência Georges Canguilhem, de Martial Guérout e do fenomenólogo Maurice Merleau-Ponty, Simondon estudou na École Normale Supérieure e na Sorbonne Université em 1944, apresentando em 1958 a sua tese de doutorado intitulada *L'individuation à la lumière des notions de Forme et d'Information* (A individuação à luz das noções de Forma e Informação). Esse trabalho foi dividido em duas partes: a primeira, “L’individu et sa gènese physico-biologique” (O indivíduo e sua gènese físico-biológica) foi publicada em 1964; a segunda, “L’individuation psychique et collective” (A individuação psíquica e coletiva) foi publicada mais tarde, em 1989 (Simondon, 1964; 1989). O problema central da tese de Simondon era o da individuação, que

ele situou na passagem do pré-indivíduo para o indivíduo, um processo resultante do que chamou de “campos pré-individuais”. Ao contrário das abordagens ortodoxas que se concentram naquilo que constitui a individualidade, o princípio da individuação delineado por Simondon não considera a concreitude do indivíduo como o ponto de partida, mas considera a individuação um processo concomitante com a formação do indivíduo. Gilles Deleuze (2004b, p. 86), cuja filosofia foi amplamente influenciada pelas ideias de Simondon⁵¹, ressalta que “o indivíduo não é apenas o resultado de um processo, mas é um *ambiente* de individuação”⁵². Gilles Deleuze considerou a teoria da individuação de Simondon como sendo fundadora de “toda uma filosofia” (Deleuze, 2004b). Ainda comenta:

Os novos conceitos estabelecidos por Simondon parecem-nos de uma extrema importância: sua riqueza e sua originalidade impressionam vivamente ou influenciam o leitor. E o que Simondon elabora é toda uma ontologia, segundo a qual o Ser nunca é Uno: pré-individual, ele é mais que um metaestável, superposto, simultâneo a si mesmo; individuado, ele é ainda múltiplo porque “multifasado”, “fase do devir que conduzirá a novas operações”.

Simondon tem sido estudado por autores como Bruno Latour, Bernard Stiegler, Adrian Mackenzie e Mark Hansen, e o interesse no seu trabalho tem aumentado consideravelmente nos últimos tempos.

Em 1958 Simondon publicou um livro baseado no que se conhece como *thèse complémentaire*, obra na qual desenvolveu ainda mais as suas teorias sobre a individuação, com foco no objeto técnico. O livro foi lançado sob o título de *Du mode d'existence des objets techniques* [Do modo de existência dos objetos técnicos] ([1958] 1989a). Imediatamente após a sua publicação, as ideias de Simondon sobre individuação, desenvolvimento e evolução da tecnologia espalharam-se e tiveram um grande efeito sobre um público mais vasto.

Assim como muitos outros trabalhos de Simondon, *Du mode d'existence des objets techniques* não conta com tradução oficial para o inglês⁵³. Apenas alguns excertos e citações são encontrados em publicações relevantes tais como “Technical Individualization” (Simondon, 2007). Um excerto de *Du*

51 O livro de Deleuze intitulado *Diferença e repetição* (Deleuze, 2004a) ecoa conceitos que são centrais às teorias de Simondon.

52 Simondon emprega o conceito de individuação referindo-se não só a organismos vivos, mas também a objetos técnicos, tal como desenvolveu em sua tese complementar.

53 No momento da publicação deste livro, traduções de seu trabalho podem ser encontradas em diversas línguas, inclusive para o português.

mode d'existence des objets techniques foi publicado no livro de Joke Brouwer e Arjen Mulder, *Interact or Die!*. Além disso, há traduções em artigos de Henning Schmidgen (2005) e mais recentemente de Marc J. de Vries, este último desenvolvendo uma análise comparativa entre a filosofia dos artefatos técnicos de Simondon e a Dual Nature of Technical Artifacts, um programa de pesquisa vinculado à Universidade de Tecnologia Delft na Holanda⁵⁴. A essa lista deve também ser acrescentada uma tradução não publicada (Simondon [1958] 1980) das duas primeiras partes da tese “Du mode d'existence des objets techniques”, de Simondon. Traduzida por Ninian Mellamphy e prefaciada por John Hart, que também prefaciou a versão francesa, foi desenvolvida sob o apoio do Explorations Program do Canada Council e encontra-se depositada na biblioteca da University of Western Ontario⁵⁵.

3.2. O OBJETO TÉCNICO E SUA CONCRETIZAÇÃO

O objetivo deste estudo é estimular uma tomada de consciência acerca da importância dos objetos técnicos. A cultura tornou-se um sistema de defesa projetado para proteger o homem da técnica. Isso é resultado da suposição de que os objetos técnicos não contêm nenhuma realidade humana. Gostaríamos de mostrar que a cultura não leva em conta que na realidade técnica existe uma realidade humana, e que, para que ela possa desempenhar plenamente seu papel, a cultura deve chegar a um acordo com as entidades técnicas como sendo parte de seu corpo de conhecimentos e valores. O reconhecimento dos modos de existência dos objetos técnicos deve ser o resultado de uma consideração filosófica; o que a filosofia tem que conseguir a este respeito é análogo ao que a abolição da escravatura conseguiu ao afirmar o valor do ser humano individual. A oposição estabelecida entre o cultural e o técnico e entre o homem e a máquina é errada e não tem fundamento. O que está por trás disso é mera ignorância ou ressentimento. Ela usa uma máscara de humanismo fácil para nos cegar para uma realidade que está cheia de esforço humano e

54 Embora as traduções mais relevantes sejam citadas neste texto, há também um artigo em inglês intitulado “The Genesis of the Individual”, encontrado no livro de Jonathan Crary e Sanford Kwinter, *Incorporations* (Simondon, 1992). O artigo de Adrian Mackenzie no qual ele contextualiza *Du mode d'existence des objets techniques* de acordo com uma visão socioconstrutivista da tecnologia também pode ser adicionado à lista de traduções para o inglês. O interesse nas ideias de Simondon aumentou consideravelmente a partir da circulação de certas traduções tardias e não oficiais e discussões sobre suas teorias que podem ser acessadas em blogs como Fractalontology (2008) ou The Pinocchio Theory (2008).

55 Citações referentes ao original *Du mode d'existence des objets techniques*, a menos que mencionadas, serão traduzidas com base nesta versão em inglês do texto.

rica em forças naturais. Esta realidade é o mundo dos objetos técnicos, os mediadores entre o homem e a natureza (Simondon [1958] 1980, p. 9).

Se Flusser examina a essência da tecnologia a partir de uma perspectiva antropológica e fenomenológica, no projeto de Simondon é o aspecto ontológico que se sobressai. Nesse sentido, a filosofia de Simondon contribui para que nos concentremos no surgimento dos objetos técnicos e seus processos de invenção. Do ponto de vista de Simondon, “o objeto técnico não é isto ou aquilo, dado aqui e agora, mas aquele a partir do qual há uma gênese” (Simondon, [1958] 1980, p. 12). Simondon se baseia na psicologia da *Gestalt* e na teoria da informação para propor o conceito de individuação, no qual os objetos técnicos são situados no contexto de um processo-chave para o desenvolvimento tecnológico: a concretização.

A concretização pode ser entendida como um processo integral de convergência, no qual uma determinada estrutura técnica se torna coerente, o que significa que suas partes internas trabalham em sinergia para formar um todo interdependente. Mecanicamente falando, é o equivalente a dizer que os órgãos internos de uma máquina se integram em um todo, as funções de diversos elementos trabalham coordenadamente como uma função global. Quando este nível de integração é alcançado, o objeto técnico se torna um indivíduo. No entanto, isto não significa que o objeto técnico tenha alcançado um estado final de existência. Ao contrário, a individuação é um processo contínuo de devir que se desenvolve ao longo da vida do indivíduo até sua morte. Neste sentido, a evolução de um objeto técnico é semelhante à da natureza, mas ocorre por diferentes meios e lógicas.

Para fundamentar as suas proposições, Simondon desenvolveu uma metodologia na qual a análise de objetos técnicos, baseada na sua coleção particular de peças de máquinas (telefones, componentes eletrônicos, motores etc.), serviu como prova do processo de concretização. O motor de um avião pode servir como um bom exemplo. Se comparado com o motor de um carro (seu predecessor), pode-se dizer que o motor de um avião está em um nível superior de concretização, pois não requer um sistema de resfriamento com água. Ou seja, não necessita de qualquer apêndice ou elemento externo que o auxilie para que se resfrie. É importante notar que o que Simondon considera um processo de concretização não se refere simplesmente a uma renovação superficial de um objeto técnico. A concretização de um objeto técnico é resultado de sinergias estruturais e funcionais – ou, nas palavras de Simondon, “uma convergência de funções dentro de uma unidade estrutural” (Simondon, [1958] 1980, p. 15). Como comenta Henning Schmidgen (2005), o interesse

de Simondon “reside no determinismo energético que se manifesta dentro e fora dos objetos técnicos”. O caso do telefone pode ilustrar bem esse ponto. Simondon atentou-se ao fato de que certas etapas da evolução da concretização do telefone só foram ecoadas, em vez de serem totalmente instanciadas. Quando a forma do telefone típico foi alterada para que o gancho se aproximasse mais do disco, tratou-se de uma reconfiguração externa de seu design sem nenhuma mudança significativa no interior do aparelho.

Seguindo a linha de raciocínio de Simondon, é possível acrescentar ao seu argumento que um verdadeiro processo de concretização ocorreu quando as partes eletromecânicas dos primeiros modelos telefônicos foram substituídas por componentes eletrônicos e digitais. Os modelos de discagem por tom, por exemplo, refletiram no design externo a transformação interna de sua estrutura eletrônica. Os botões passaram a ser pressionados através de um teclado eletrônico, o telefone se tornou mais compacto, mais leve e, mais adiante, móvel. Estes exemplos têm o objetivo de mostrar que existe um princípio lógico intrínseco à evolução dos objetos técnicos. “O ser técnico evolui por convergência e por adaptação a si mesmo; ele se unifica a partir de seu interior de acordo com o princípio da ressonância interna” (Simondon, [1958] 1980, p. 13). Este princípio lógico é baseado na coerência; o equilíbrio de forças que direciona objetos técnicos de esquemas abstratos para unidades estruturadas. É esta dinâmica intrínseca de forças que dá ao objeto técnico uma forma de agenciamento e, ao mesmo tempo, define seu nível de tecnicidade.

O objeto técnico existe, então, como um tipo específico obtido ao final de uma série convergente. Esta série vai do modo abstrato ao modo concreto: tende a um estado em que o ser técnico se torna um sistema inteiramente *coerente* consigo mesmo e inteiramente unificado (Simondon, [1958] 1980, p. 16, grifo nosso).

O reconhecimento de tal princípio é fundamental para os inventores, pois esse é em essência o modo pelo qual os objetos técnicos podem ser verdadeiramente criados, melhorados e utilizados. É neste ponto que o homem e a máquina podem convergir em uma relação simbiótica. As máquinas necessitam do homem para serem construídas e o homem precisa ouvir a coerência interna das máquinas a fim de fazê-las funcionar em harmonia com ele. É neste sentido que Simondon critica o automatismo. Para ele, o grau de perfeição e tecnicidade das máquinas não está no aumento e aperfeiçoamento de seu automatismo, uma vez que “para se fazer uma máquina automática, há de se sacrificar muitas das suas possibilidades de funcionamento e muitos dos seus usos possíveis” (Simondon, [1958] 1980, p. 3). Além disso, contudo,

o crescente automatismo das máquinas esconde a sua “margem de indeterminação” (Ibid, p. 4). Para Simondon, é tal margem de indeterminação que “permite que a máquina seja sensível a uma informação externa”. Uma máquina puramente automática é um sistema fechado; uma máquina com uma superioridade técnica, pelo contrário, é uma máquina aberta que incorpora o homem como o seu “organizador permanente e como o intérprete vivo das interrelações entre as máquinas” (Ibid.). A metáfora que Simondon evoca para ilustrar essa visão é a de uma orquestra e seu maestro:

Longe de ser o vigilante de um esquadrão de escravos, o homem é o organizador permanente de uma sociedade de objetos técnicos que precisam dele tanto quanto os músicos de uma orquestra precisam de um maestro. O maestro só pode dirigir seus músicos porque, como eles, e com intensidade semelhante, ele pode interpretar a peça musical executada; ele determina o ritmo de sua execução, mas ao fazê-lo, suas decisões interpretativas são afetadas pela execução real dos músicos; de fato, é através dele que os membros da orquestra influenciam a interpretação uns dos outros; para cada um deles, ele é a forma real e inspiradora da existência do grupo como um grupo; ele é o foco central da interpretação de todos eles em relação uns aos outros. É assim que o homem funciona como inventor permanente e coordenador das máquinas ao seu redor (Ibid.).

Esta passagem demonstra como a visão de Simondon sobre as máquinas não é determinista, mas integrativa. Ele não vê o homem entre as máquinas controlando-as ou sendo por elas controlado, mas descobrindo-se em um comportamento cooperativo. Simondon reivindica esta visão ao perceber as máquinas como a cristalização das ações humanas em estruturas funcionais através de um processo de constante invenção, com a individuação se dando nas máquinas em um processo de cooperação com o homem. É neste ponto que a noção de informação na teoria dos objetos técnicos de Simondon se torna proeminente e complementar às ideias de Flusser descritas na seção anterior deste livro. Informação não é apenas o que o objeto técnico produz, mas o que lhe dá forma. É o que *transforma* o “maestro” e os “músicos” de um processo de comunicação coerente em um todo integrado.

3.2.1. DA FORMA ABSTRATA À CONCRETA

A tecnicidade e individuação de um objeto técnico é o resultado de um processo criativo, ele não procede da pura aplicação de conhecimentos científicos

específicos. Um objeto técnico hipoteticamente perfeito deve ser identificado com um “conhecimento científico universal” (Simondon, [1958] 1980, p. 32); ele deve lidar com a diversidade no decorrer de sua vida técnica, prevenindo situações prováveis a fim de funcionar em conformidade. Como este objeto científico (abstrato) nunca é completamente conhecido, o objeto técnico “também nunca é completamente concreto” (Ibid.). O processo de concretização de um objeto técnico corresponde ao “estreitamento da lacuna que separa a ciência da técnica” (Ibid.).

O objeto abstrato, no entanto, está longe de constituir um sistema natural.

“É uma tradução em matéria de um conjunto de noções e princípios científicos que, no nível mais básico, não estão ligados um ao outro e que se reúnem apenas pelas suas consequências que se convergem para a produção de um resultado esperado. O objeto técnico primitivo não é um sistema físico natural, mas uma tradução de um sistema intelectual” (Simondon, [1958] 1980, p. 46).

Por sua vez, o objeto técnico concreto é exatamente o oposto.

“Ele tende à coerência interna e ao fechamento de um sistema de causas e efeitos que operam de forma circular dentro de seus limites. Além disso, ele incorpora parte do mundo natural que intervém como condição de seu funcionamento e, assim, torna-se parte do sistema de causas e efeitos” (Ibid.).

Pelo processo de concretização técnica, o objeto técnico passa a se parecer com um objeto natural. Mas o objeto técnico só pode, no máximo, se assemelhar a objetos naturais. Os objetos técnicos tendem à concretização, enquanto os seres vivos naturais são concretos desde seu início. Esta é a diferença fundamental entre objetos técnicos e objetos naturais⁵⁶; mesmo no mais concreto dos objetos técnicos, permanecerá uma quantidade de abstração. Talvez seja possível resumir que a concretização é um processo de vir a ser. O objeto técnico concreto se encontra entre sua forma abstrata, o esquema e o organismo natural que é um ser absolutamente concreto.

56 Humberto Maturana aborda esta questão de maneira diferente, argumentando que os sistemas vivos, como entidades naturais, não diferem dos robôs porque são sistemas autopoieticos, enquanto os robôs não o são. A verdadeira diferença está no fato de que os sistemas vivos são sistemas históricos, enquanto que os robôs são “a-históricos”. Ambos são, no entanto, sistemas determinados pela estrutura sob coerências operacionais dinâmicas. A diferença consiste principalmente na forma como a coerência é resultado da invenção em um sistema artificial, enquanto que em um sistema natural ela é inata (Maturana, 1997).

3.2.2. PROCESSO DE INVENÇÃO

A evolução dos objetos técnicos é o resultado de uma troca constante com o meio ambiente. Como um organismo vivo, o objeto técnico influencia e é influenciado por seu ambiente (Simondon, [1958] 1980, p. 61). Esse ambiente, ao mesmo tempo natural e técnico, é chamado de “meio ambiente associado” (Ibid.) por Simondon. O meio associado é por definição “o mediador da relação entre os elementos técnicos fabricados e os elementos naturais com os quais o ser técnico funciona” (Ibid.). A invenção de um objeto técnico pressupõe um pensamento previsionário, imaginativamente criativo, a fim de prever as causalidades circulares que só ocorrerão efetivamente no momento em que o objeto for constituído. O objeto real é condicionado por estas forças; um campo de potencialidades que informa o objeto, já em seu nível abstrato de existência. Esta troca de forças que dará origem ao objeto técnico em um determinado meio é “operada pelos sistemas da imaginação criativa” (Ibid.).

Nesse aspecto, afirma Simondon, a dinâmica do pensamento é semelhante à dos objetos técnicos, uma vez que

Os sistemas mentais influenciam uns aos outros durante a invenção, da mesma forma que diferentes dinâmicas de objetos técnicos influenciam uns aos outros no funcionamento material. A unidade do meio associado de um objeto técnico tem um paralelo na unidade de um ser vivo (Ibid., p. 62).

Por conseguinte, Simondon sugeriu que

Podemos criar seres técnicos porque temos em nós mesmos uma interligação de relações e uma relação matéria-forma que é altamente análoga àquela que instituímos no objeto técnico (Ibid., p. 66).

O processo de invenção reflete a coerência dos esquemas mentais no trato com as questões da matéria e da forma. Entretanto, Simondon defendeu que o que determina o fator dinâmico nas operações mentais durante o processo de invenção não é a forma em si, mas as suas trocas com o “fundo” (Ibid., p. 63). Baseando-se na psicologia da Gestalt, Simondon argumentou que

o fundo é o que comporta os dinamismos, e é o que dá existência ao sistema de formas. As formas não interagem com formas, mas com o fundo, que é o sistema de todas as formas, ou melhor, o reservatório comum das tendências de todas as formas mesmo antes de terem uma existência separada ou de terem constituído um sistema explícito (Ibid.).

O que está em jogo no argumento de Simondon é a inter-relação entre a virtualidade e a atualidade. O fundo significa potencialidade; a fonte de virtualidades e o portador de informações a partir do qual a dinâmica da forma atualiza novas estruturas. É um “campo pré-individual, um domínio ‘metaestável’ composto de virtualidades díspares” (Toscano, 2007). Assim, “a invenção é a apropriação do sistema de atualidade pelo sistema de virtualidades; é a criação de um novo sistema a partir destes dois” (Simondon, [1958] 1980, p. 64).

Nesse sentido, poderíamos dizer que o processo de invenção de objetos técnicos é o estabelecimento da ressonância entre estados coerentes de processos mentais e o da dinâmica interna do objeto técnico que está sendo inventado. O contexto mental, como campo de potencialidade, desempenha um papel fundamental no processo de invenção, bem como no meio associado no qual o objeto técnico ganha vida. Quando um objeto técnico é visto como um trabalho de arte, seu meio associado define o nível de acoplamento físico desse objeto com o observador; ao mesmo tempo, o campo de potencialidade, herdado pelo objeto através do processo de invenção, determina a qualidade de ressonância na mente do observador. Isso não significa que o objeto técnico determine o significado do trabalho de arte. O significado é aberto e assim permanece enquanto o sistema é capaz de carregar não uma forma final, mas a dinâmica entre forma e fundo, que tinha sido intuída na mente de seu inventor. Se a relação for pensada desta maneira, então se poderia dizer que o objeto técnico é capaz de projetar um campo coerente de potencialidades para seu observador. O objeto técnico e o observador se tornam um todo integrado com o meio associado, podendo desenvolver uma relação simbiótica na forma de organismos estéticos.

A fim de possibilitar a ocorrência de uma relação simbiótica, o objeto técnico não pode ser considerado uma ferramenta, ou simplesmente uma aplicação de teoremas científicos. O que está em jogo não é o automatismo, mas a interação de informações e significados entre vários campos inter-relacionais; o da mente do artista, o da mente do observador e o do meio do trabalho artístico.

Neste ponto é possível notar outra intersecção entre o trabalho de Simondon e Flusser – os processos de invenção. O experimentalismo e a função do jogo tornam-se a principal estratégia para desenvolver a sinergia potencial de um objeto técnico. “A invenção decorre principalmente da evolução das sinergias através do processo de concretização” (Simondon, [1958] 1980, p. xx). O processo de concretização, através do qual o objeto técnico desenvolve sua individuação, é o local da operação artística. Esta parece ser a questão essencial através da qual o mecanismo central dos seres técnicos pode ser acessado.

4. O ORGANISMO ESTÉTICO

Na conclusão da primeira parte deste livro, com base no conceito de aparelho de Flusser, sugeriu-se que o complexo artista/trabalho de arte/observador é um todo de comunicação inter-relacional cuja estrutura nunca deveria ser analisada em partes independentes, mas no contexto funcional de um sistema orgânico estético. Esta investigação busca um modelo não reducionista que permita a análise dessa estrutura, que engloba um acoplamento de formas naturais e artificiais. A teoria geral dos sistemas técnicos de Simondon oferece uma filosofia da tecnologia na qual os seres técnicos são vistos através da lente da “concretização”. Segundo esta visão, os objetos técnicos não são concebidos como totalidades, mas como processos de individuação. Tal perspectiva dá espaço o suficiente para que se pense sobre os objetos técnicos para além da visão reducionista de causa/efeito, que poderia cair em uma percepção meramente instrumental no contexto da prática artística contemporânea. Em oposição a essa abordagem, sugere-se no presente estudo, com base nas ideias de Simondon, que objetos técnicos enquanto trabalhos de arte são transdutores de energia; mais especificamente, eles repercutem campos coerentes que interligam o artista e o público em um todo dinâmico integrado. A fim de desenvolver esse argumento, a próxima seção examinará a criação de trabalhos de arte, com enfoque na transição da estética formalista para a “estética behaviorista” (Ascott, 1966; 1967). Esta discussão começará por rever o conceito de forma à luz da teoria da Gestalt de Rudolf Arnheim.

4.1. FORMA COMO UM DIAGRAMA DE FORÇAS

O que é uma forma artística? No artigo “The completeness of physical and artistic form” [A completude da forma física e artística], Rudolf Arnheim (1994, p. 109) defende uma diferença essencial entre o conceito de forma e configuração. A configuração é uma propriedade presente em qualquer objeto, seja ele “físico ou mental, natural ou artificial, completo ou incompleto, acidental ou planejado” (Ibid.). No sentido estrito do conceito, Arnheim afirma, “forma é uma abstração” (Ibid.).

Na geometria, as formas são concebidas como “desprovidas de forças” (Ibid.); entretanto, no domínio da percepção humana, quando elas se correlacionam com a experiência, os seus movimentos e mudanças se tornam um assunto de grande importância. Baseando-se na filosofia e na física moderna, que identifica massa e energia como conceitos correlacionados ($e=mc^2$), Arnheim defendeu que uma nova compreensão do conceito de forma poderia ser alcançada a partir de uma visão de mundo

que combinasse corpos e forças. Nessa visão mais complexa, os corpos em e por si mesmos permanecem tão estáticos quanto antes, mas passam a ser vistos como dotados de forças, forças que os movem e os deixam agir sobre outros corpos. (...) Essa noção mais unificada já não vê a matéria como um conceito separado e mantém a energia organizada como o único e suficiente substrato do universo. O que aparentemente eram corpos nada mais são do que uma aglomeração de forças (Ibid.).

Portanto, a forma é sobretudo o resultado dessa dinâmica de forças e dos princípios pelos quais essas forças são organizadas. Que princípios seriam estes?

Arnheim recorreu ao trabalho de um dos fundadores da teoria da Gestalt, o psicólogo Wolfgang Kohler. Kohler desenvolveu a hipótese de que a organização da forma é regida predominantemente por uma tendência ao equilíbrio, ideia que apresentou em sua “Lei da Direção Dinâmica” (Köhler, 1966)⁵⁷ que demonstrava uma tendência geral da natureza a se mover em direção à estrutura e ao equilíbrio mais simples disponíveis. De acordo com Arnheim, a natureza é governada por tal princípio que afeta todos os processos físicos e fisiológicos, incluindo o funcionamento da mente humana. Arnheim afirmou que a ideia de forma poderia ser definida como as interações de duas forças universais agindo sobre estruturas macro como as encontradas em obras de arte. A primeira força é a tendência ao equilíbrio e a segunda é o que Arnheim passou a chamar de “tema estrutural”, ou, usando um termo emprestado da biologia do metabolismo: a estrutura anabólica⁵⁸. Arnheim resume o conceito

57 Kohler derivou esta lei da descoberta dos físicos Pierre Curie e Ernst Mach, que identificaram que a busca do equilíbrio é “caracterizada pela crescente regularidade, simetria e simplicidade na distribuição do material e das forças dentro do sistema” (apud Arnheim, 1994, p. 110).

58 Arnheim o define como: “A construção da configuração cósmica para a estrutura de átomos e moléculas, o poder de prender e soltar” (Arnheim 1974b; p. 31). Poderia ser comparado ao que na Termodinâmica é chamado de “entropia negativa”, embora Arnheim se recusasse a adotar este termo porque, como discutimos na seção “Ordem e estrutura”, o princípio da entropia não leva em conta a estrutura. Ou seja, não se preocupa com o que ocorre entre os estados energéticos de um sistema; seria errado, portanto, associar a tendência anabólica à entropia. Uma das críticas que Arnheim recebeu foi que não há evidência científica de que o conceito de entropia possa ser literalmente aplicado à percepção (Carty, 1973). Entretanto, no presente estudo é possível entender o valor da analogia de Arnheim como uma apropriação metafórica do conceito de entropia que contribui para a análise dos processos criativos quando estes são concebidos como manipulação de campos de energia. Como Arnheim afirmou em uma passagem de seu ensaio, o desinteresse pela estrutura na teoria da Termodinâmica não “implica que nenhuma estrutura desse tipo exista de fato em nível molecular” (Arnheim, 1974b, p. 23). Portanto, entende-se que o termo “entropia negativa” ou “negentropia”, como introduzido por Erwin Schrödinger em seu livro *What is Life?* [O que é vida?] (Schrödinger, 1967), pode ser apropriadamente empregado, levando em conta a dinâmica da estrutura.

de forma como “a interação entre o equilíbrio e o tema estrutural” (Arnheim, 1994, p. 111).

Arnheim afirmou que o tema estrutural poderia ser observado mais claramente no crescimento de formas orgânicas, como os corpos de animais e plantas. Em sua defesa, citou D’Arcy Thompson afirmando que

A forma, então, de qualquer parte de matéria, seja ela viva ou morta, e as mudanças de forma aparentes em seus movimentos e em seu crescimento, podem, em todos os casos, ser descritas da mesma maneira como resultantes da ação da força. Em resumo, a forma de um objeto é um “diagrama de forças” (Thompson, 1961; p. 11).

O tema estrutural das formas se revela na natureza, por exemplo, através do movimento rizomático de uma planta que cresce, visível na simetria de seus galhos e raízes. Nas artes, o tema estrutural se manifesta na luta de um dançarino para alcançar a harmonia da forma e o equilíbrio através de movimentos coreográficos. O tema estrutural e o equilíbrio estão essencialmente relacionados à vida orgânica.

No entanto, o jogo de forças entre o equilíbrio e o tema estrutural não está sujeito apenas ao desempenho de objetos que se movem. Nas “mídias imóveis” (Arnheim, 1994, p. 110), como a pintura ou a escultura, o tema estrutural não é percebido através da observação de forças físicas dinâmicas em ação, mas através de sua manifestação na percepção – já que a percepção, por sua vez, espelha as forças fisiológicas do sistema nervoso. Nem uma árvore em uma pintura nem um corpo humano em uma escultura são movidos por forças físicas, mas suas imagens visuais são experimentadas como configurações de forças (Arnheim, 1974a, p. 437; 1994, p. 112).

Arnheim (1974b, p. 34) também destacou que:

Somente *no sentido físico* a obra de arte é um objeto sobre o qual o corpo humano opera pelo seu exterior. O funcionamento real de uma pintura ou peça de música é todo mental, e o esforço de ordenação do artista é guiado pelos avanços e recuos perceptivos que ele observa dentro da obra enquanto a molda. Nesse sentido, o processo criativo pode ser descrito como autorregulador.

Outro aspecto do tema estrutural a ser destacado é que não se trata de uma característica particular das configurações, da massa e das tensões visuais de uma dada estrutura; ele também é “incorporado no *assunto*, o que acrescenta seus próprios vetores [de força] àqueles oferecidos pela configuração” (Arnheim, 1994, p. 112, grifo nosso). Arnheim fornece o exemplo de uma Madona em estilo gótico do início do século xv, neste caso, a Madona de

Würzburg. O tema estrutural não é apenas uma propriedade do “equilíbrio visual de tamanhos, distâncias, direções, curvatura, volumes” (Arnheim, 1974b, p. 33) – como pode ser observado na confluência das várias grandes dobras na roupa da Virgem, a majestosa simetria vertical de seu corpo desviado lateralmente, junto com o cetro em contrapeso à posição da criança em seus braços – mas se estende muito além da composição visual. A Madona é também um reflexo do contexto geral da relação mãe e filho e, além disso, da relação teológica particular entre a Virgem Maria e Cristo. Mais adiante na presente discussão, ao tratarmos do contexto específico do trabalho de arte tecnologicamente assistido, será defendido que o assunto, como componente do tema estrutural, se reflete na escolha artística sobre o “modelo” no qual um sistema interativo (aparelho) se baseia.

A teoria de Arnheim mostra que a forma pode ser definida como a interação de dois elementos: o tema estrutural e o equilíbrio. Ambos os vetores são reconhecidos como resultantes de forças físicas e imateriais que atuam sobre a obra de arte como parte de seu desenvolvimento ontológico. A luta do artista pela ordem ressoa nos “avanços e recuos” destas forças sobre a sua mente, sendo o trabalho de arte o equilíbrio resultante entre tal campo perceptivo e os atributos físicos de sua criação. Arnheim identificou o processo de criação da arte como sendo autorregulador, mas com uma condição:

Somente se a configuração dos objetos estéticos for vista como parte de um processo mais amplo, a saber, do artista lidando com as tarefas da vida por meio da criação de suas obras, é que o conjunto das atividades artísticas podem ser descritas como uma instância de autorregulação (Arnheim, 1974b, p. 34).

Em outras palavras, somente quando a rede invisível de forças que modelam a forma do trabalho de arte no processo de criação – forças que são espelhadas e percebidas pelo aparato orgânico interno do artista – for levada em conta, e não apenas o trabalho de arte em si como resultado final, o processo de criação poderá ser considerado como uma “instância de autorregulação” (Ibid.). Como um organismo vivo que luta contra a morte e pela vida, o artista e o trabalho de arte podem ser vistos como um sistema de autorregulação que se desenvolve em direção a um equilíbrio estrutural.

Essas razões parecem suficientes para argumentar que um conceito de forma reelaborado poderia ser estendido à análise de obras de arte quando estas são estruturadas como sistemas de comunicação de informação e perdem seu fechamento e imobilidade, de modo que se comportam em interação com um observador ativo. A próxima seção mostrará como este conceito de forma poderia

ser aplicado a uma abordagem morfo genética das obras de arte e a uma nova estrutura teórica para a análise do complexo artista/trabalho de arte/observador no âmbito de uma relação de campo. Entretanto, antes que este argumento seja desenvolvido, é importante definir o que se entende ao falar sobre obras de arte como na frase “quando elas perdem seu fechamento e imobilidade para se comportar em interação com um observador ativo”. Esta afirmação reflete a passagem das “mídias imóveis”, como Arnheim chamou as categorias tradicionais de arte como pintura e escultura, para a criação de trabalhos de arte com o suporte da tecnologia, uma forma de arte que tem uma preocupação fundamental com o comportamento das coisas. É este o tópico da próxima seção.

4.2. DOS “OBJETOS IMÓVEIS” AOS SISTEMAS INTERATIVOS

Emergentes, uma recente exposição no LABoral Centro de Arte y Creación Industrial na Espanha, contemplou produções artísticas contemporâneas que têm em comum a hibridização entre ciência, tecnologia e artes, que desde o século passado tem sido realizada no domínio cultural. Embora *Emergentes* traga obras produzidas dentro ou em conexão com a América Latina, a mostra apresenta uma prática difundida cujo foco se concentra na arte baseada em processos. Nela, com a ajuda da eletrônica, informática, robótica e diversos aparatos tecnológicos, a poética das obras se desenvolve em torno do engajamento ativo do público com o qual os processos são exibidos. Visto de fora, observador, artista e trabalho de arte tornam-se um sistema funcional cujas partes estão ligadas pelo fluxo evolutivo das ações.

Entre várias produções, destaca-se nesta exposição o trabalho do artista Rafael Lozano-Hemmer. *Almacén de corazonadas*⁵⁹ é uma instalação interativa na qual os visitantes são convidados a participar, tendo seus batimentos cardíacos capturados pela interface do trabalho de arte. A peça é composta por 88 lâmpadas incandescentes suspensas em formato de matriz retangular no espaço expositivo (ver fig. 12). Cada lâmpada pisca ao ritmo do batimento cardíaco de cada visitante. Uma interface feita sob medida detecta o batimento cardíaco do/da visitante quando ele/ela segura dois tubos metálicos na entrada da instalação. Esta informação é enviada para a última lâmpada da matriz, que imediatamente começa a piscar na mesma frequência do coração do visitante. Quando um novo visitante chega, um novo batimento cardíaco

59 *Corazonadas* significa mensagens do coração. *Almacén de corazonadas* poderia ser traduzido como “Armazém de mensagens do coração”.

Fig. 12

Vista da instalação *Almacén de corazonadas* na exposição *Emergentes*, no LABoral.

View of *Almacén de corazonadas* as it was exhibited in *Emergentes* at LABoral.

Fonte / Source: Rafael Lozano-Hemmer, "Pulse Room", 2006.

Foto / Photo: Antimodular Research.



é armazenado na matriz de lâmpadas, e assim por diante. O simbolismo de *Almacén de corazonadas* é múltiplo e vai além da metáfora, uma vez que cada lâmpada que pisca representa de fato o batimento do coração de um único visitante. O padrão de luz exibido na instalação é cheio de vida. O trabalho é conectivo, não porque a interface do sensor fornece os meios técnicos para conectar funcionalmente o observador à instalação, mas porque o trabalho de arte como um todo promove um forte senso de conexão ao mostrar os batimentos cardíacos de cada um pulsando em harmonia. O observador se torna, assim, parte integrante da obra – e não apenas momentaneamente, permanecendo na memória daquela obra. A instalação é cheia de vida e alegria⁶⁰, e mostra um comportamento emergente semelhante ao de um organismo vivo.

O trabalho de Lozano-Hemmer insere-se na categoria do que se conhece hoje como “artes interativas”. Nesta forma de arte, o observador, até então em uma posição contemplativa, é convidado a se engajar ativamente na construção da obra de arte. Assim, a obra de arte pode ser considerada como emergente da interação entre o trabalho de arte (a estrutura) e seu observador⁶¹. A interação aqui deve ser entendida enquanto ações recíprocas que partem tanto do trabalho de arte⁶², quanto do observador. Assim, pode-se dizer que a obra de arte é emergente, no sentido que o termo “emergência” informa o campo dos estudos de complexidade (Morin, 2006), pois reflete mais do que a soma de suas partes isoladas. O trabalho de arte é resultado do comportamento coerente de várias unidades dentro do sistema – no caso de *Almacén de corazonadas*, as lâmpadas, a interface, o programa, o visitante, assim como o artista, que em primeiro lugar idealizou o projeto. Ao experimentar o trabalho de arte, o observador não vê apenas uma peça, mas o fluxo do processo como um “meio temporal” (Mariátegui, 2007). Como observa o curador de *Emergentes*, José-Carlos Mariátegui, “o processo se torna visível na própria complexidade de sua forma” (Ibid.).

Embora as modernas tecnologias da informação forneçam meios potentes para se emancipar o trabalho de arte da sua antiga condição de “meio imóvel”, possibilitando trabalhos interativos e de caráter processual, esta mudança não

60 Estes aspectos foram observados pelo autor ao visitar a instalação em Gijón e prestar atenção à reação do público.

61 Esta distinção entre a obra de arte e o trabalho de arte será abordada mais adiante nesta seção.

62 Em inglês, o autor estabelece a distinção entre os termos *artwork* e *work of art*, sendo o primeiro vinculado à noção de trabalho de arte e o segundo à obra de arte propriamente dita. Como em português normalmente traduzimos ambos os termos simplesmente como obra de arte, optamos por utilizar o termo “trabalho de arte” sempre que o autor utilizar o termo *artwork*, em paralelo ao termo *work of art* [N. T.].

deve ser vista como tecnologicamente contingente. A tendência da arte moderna em romper com a estética formalista do passado e avançar em direção a uma articulação sistêmica do comportamento pode ser observada já nos anos 60. Durante esse período, artistas, filósofos, cientistas e políticos demonstraram interesse na ciência da Cibernética e na Teoria Geral dos Sistemas, fundamentada no conceito de organismos como sistemas abertos, redes de comunicação e teoria da informação, temas teorizados nos escritos de, entre outros, Norbert Weiner, Gordon Pask, Ludwig von Bertalanffy e Claude Shannon.

Está fora do escopo deste livro oferecer um relato histórico completo dos precedentes, circunstâncias, movimentos e estruturas teóricas envolvidas na transição dos objetos de arte para sistemas. Este já foi o foco de muitas pesquisas de estudiosos e artistas como Roy Ascott (1966; 1967), Jack Burnham (1968a; 1968b), Niklas Luhmann ([1995] 2000), Simon Penny (1999) e Edward Shaken (1998; 2002), entre outros. O que este livro destaca, no âmbito da presente discussão, é como esta passagem da criação de objetos de arte unificados e estáveis para obras de caráter processual informa uma estrutura orgânica da obra de arte como um sistema aberto. Tal característica, herdada do pensamento sistêmico e cibernético, porém ainda não totalmente explorada, demanda uma nova estrutura teórica para as artes, encaradas enquanto um processo evolutivo de mudança e coerência e a compreensão da obra de arte como um fluxo dinâmico de forças. Para justificar essa abordagem, nossa pesquisa revisará algumas das ideias fundamentais dos anos 60 que mapearam e geraram a base teórica relacionada ao novo paradigma da arte interativa. Analisaremos o pensamento de Roy Ascott e Jack Burnham, duas figuras significativas e precursoras no contexto das artes telemáticas e da estética de sistemas, respectivamente. Também, para aprofundar a perspectiva desenvolvida nesta seção, o presente estudo abordará em primeiro lugar o trabalho da artista brasileira Lygia Clark, a fim de mostrar, em paralelo à cibernética e às preocupações sistêmicas, como a transição da arte moderna em direção a sistemas abertos e uma perspectiva orgânica e behaviorista refletiu um movimento generalizado, não apenas restrito aos círculos culturais europeus.

O trabalho de Lygia Clark⁶³, figura importante do neoconcretismo brasileiro, é de particular relevância dentro da presente discussão devido ao caráter

63 Em 2005, o trabalho de Lygia Clark participou da *Open Systems: Rethinking Art c. 1970*, realizada na Tate Modern, em Londres, sob a curadoria de Donna de Salvo. A exposição mostrou uma coleção de obras dos anos 70 que poderiam ser lidas dentro do recorte teórico do sistema. Entre os artistas selecionados estavam Mel Bochner, Gilbert & George, Dan Graham, Donald Judd, Sol LeWitt, Richard Long, assim como outros dois artistas brasileiros, Cildo Meireles e Hélio Oiticica.

fundamentalmente orgânico de seus trabalhos (Clark, 1980, p. 17), o que reflete sua busca por uma conexão “efetiva” entre o público participante e o trabalho de arte. Clark defendeu que em suas criações o trabalho de arte deveria ser considerado como um tipo de “molde” a ser preenchido com o “sopro” do participante para que “o pensamento viva pela ação” (Ibid., p. 31). O ato de participar do trabalho de arte faz com que o sujeito e o objeto se tornem um só. A relação intrínseca entre o trabalho de arte e o participante foi o núcleo de muitas práticas artísticas relevantes nos anos 60 e está na raiz das formas contemporâneas de interação tecnologicamente assistida.

Apesar da influência de uma abordagem modernista construtivista nos trabalhos anteriores de Clark, ela foi, em grande parte do tempo, uma artista movida por seu forte impulso intuitivo, e sabia que meras soluções óticas não eram suficientes para resolver sua principal preocupação artística. Esta preocupação poderia ser resumida da seguinte forma: como lançar o observador dentro do espaço dinâmico do trabalho de arte, de modo que ele se torne um sujeito participativo, capaz de atuar constitutivamente na criação dessa obra (Clark, 1980). Sua principal convicção era de que a obra de arte não consiste no objeto em si, mas na experiência do participante como um valor estético. *Bichos*, por exemplo, uma das obras de Clark concebida nos anos 60, é uma série de estruturas geométricas feitas de placas metálicas de diferentes tamanhos e formatos unidas por dobradiças.

Estas criaturas modulares precisam ser manipuladas pelo espectador para que suas inúmeras possibilidades estruturais se desdobrem.

[*Bichos*] É um organismo vivo, uma obra essencialmente ativa. Uma integração total, existencial, estabelecida entre ele e nós. (...) Esta relação entre obra e espectador – antigamente virtual – torna-se efetiva (Clark, 1980, p. 17).

Apesar da simplicidade de seu material e da ausência de qualquer tecnologia sofisticada, *Bichos*, assim como muitas outras proposições⁶⁴ de Clark, permite que o espectador se envolva de uma forma muito elaborada. Seu trabalho mostra que não é a complexidade do sistema que determina a experiência do participante, mas sim a forma como se dá o entrelaçamento sensível do objeto e do sujeito que pode engendrar um espaço fenomenológico distinto. A sofisticada textura relacional que Clark manipula através de seu trabalho, na época com o apoio de baixa tecnologia, é comentada pela artista e escritora brasileira Simone Osthoff (1997):

64 Lygia costumava referir-se a seus trabalhos desta forma.

A simplicidade material das proposições de Clark confronta os espectadores, contudo, com questões muito complexas sobre arte, percepção e relações corpo/mente. (...) Enfatizando tanto o momento presente quanto o fluxo do tempo, o trabalho é constantemente refinado por cada participante. As criações aparentemente simples da Clark são, de fato, propostas exigentes que demandam dos espectadores que preencham a obra com suas vidas e energia. Clark nunca se preocupou com a autoexpressão na arte, mas sim com a possibilidade de autodescoberta, experimentação, invenção e transformação.

O trabalho participativo de Clark incorpora as ideias do movimento neoconcreto no Brasil. O mentor do movimento, o poeta e crítico de arte brasileiro Ferreira Gullar, traduziu em palavras o Manifesto Neoconcreto em 1959. O Manifesto mostra claramente que não só se dava um passo paradigmático na arte moderna brasileira, mas também que havia um novo posicionamento contra o reducionismo na arte. O Neoconcretismo incitou os artistas a verem além da realidade objetiva e abordarem o objeto de arte como um “quasi-corpus”, um “não objeto”, para que ele pudesse desdobrar-se fenomenologicamente, revelando o espaço relacional da experiência estética. O que segue abaixo é um longo trecho do manifesto:

Não concebemos a obra de arte nem como “máquina” nem como “objeto”, mas como um quasi-corpus, isto é, um ser cuja realidade não se esgota nas relações exteriores de seus elementos; um ser que, decomponível em partes pela análise, só se dá plenamente à abordagem direta, fenomenológica. Acreditamos que a obra de arte supera o mecanismo material sobre o qual repousa, não por alguma virtude extraterrena: supera-o por transcender essas relações mecânicas (que a Gestalt objetiva) e por criar para si uma significação tácita (Merleau-Ponty) que emerge nela pela primeira vez. Se tivéssemos que buscar um símile para a obra de arte, não o poderíamos encontrar, portanto, nem na máquina nem no objeto tomados objetivamente, mas, como Langer e Wleidlé, nos organismos vivos. Essa comparação, entretanto, ainda não bastaria para expressar a realidade específica do organismo estético.

É porque a obra de arte não se limita a ocupar um lugar no espaço objetivo – mas o transcende ao fundar nele uma significação nova – que as noções objetivas de tempo, espaço, forma, estrutura, cor etc. não são suficientes para compreender a obra de arte, para dar conta de sua “realidade”. A dificuldade de uma terminologia precisa para exprimir um mundo que não se rende a noções levou a crítica de arte ao uso indiscriminado de palavras que traem a complexidade da obra criada. A influência da tecnologia e da ciência também aqui se manifestou, a ponto de hoje, invertendo-se os papéis, certos artistas, ofuscados por essa terminologia, tentarem fazer arte partindo dessas noções objetivas para aplicá-las como método criativo.

Inevitavelmente, os artistas que assim procedem apenas ilustram noções a priori, limitados que estão por um método que já lhes prescreve, de antemão, o resultado do trabalho. Furtando-se à criação espontânea, intuitiva, reduzindo-se a um corpo objetivo num espaço objetivo, o artista concreto racionalista, com seus quadros, apenas solicita de si e do espectador uma reação de estímulo e reflexo: fala ao olho como instrumento e não olho como um modo humano de ter o mundo e se dar a ele; fala ao olho-máquina e não ao olho-corpo.

É porque a obra de arte transcende o espaço mecânico que, nela, as noções de causa e efeito perdem qualquer validade, e as noções de tempo, espaço, forma, cor estão de tal modo integradas – pelo fato mesmo de que não preexistiam, como noções, à obra – que seria impossível falar delas como de termos decomponíveis (Andrade, 1959).

As ideias neoconcretas são importantes no domínio das artes tecnologicamente assistidas, pois constituem as raízes conceituais de um movimento artístico que se concentra no fluxo do tempo, no processo, na intervenção participativa do observador, nas relações corpo-mente e que é transacional. Essa nova tendência na arte moderna, popularizada como arte interativa, foi prevista tanto na teoria quanto na prática artística por Roy Ascott, uma das principais figuras dos anos 60, que contribuiu para delimitar a interseção entre arte, ciência e tecnologia⁶⁵.

Ascott tem sido uma voz de destaque no domínio da arte, atuando de forma proeminente no cruzamento da arte com as tecnologias da informação e comunicação chamadas de telemáticas. Ele tem previsto e mapeado novos caminhos através da intrincada rede de silício e carbono que temos construído sob o auspício da moderna tecnologia da informação. Já na década de 1960, Ascott vislumbrou mudanças na arte moderna, às quais se referiu sob o rótulo de “tendência behaviorista”. Inspirado pela perspectiva da cibernética, Ascott estava ciente da tendência evolutiva dos trabalhos de arte rumo a um comportamento não estático e responsivo, que necessariamente envolveria o observador como um participante ativo no sistema artista-trabalho de arte. A arte computacional, à luz da perspectiva artística e teórica de Ascott, poderia ser vista como um meio apropriado para a execução de tal tendência artística, o meio pelo qual a comunicação multidirecional entre trabalho de arte e mundo poderia ser posta em prática em vários níveis. É importante notar que as observações de Ascott foram feitas em um período em que a arte computacional

65 A contribuição de Gordon Pask (Pask, [1968] 1971; Pickering, 2000, p. 184) para as raízes do que ficou conhecido como artes interativas não pode ser ignorada; no entanto, dadas as questões específicas tratadas nesta pesquisa (como a teoria dos campos e a biofotônica), vamos nos concentrar no trabalho de um de seus alunos, Roy Ascott.

ainda estava apenas em seu início; a maioria das obras de arte tecnologicamente assistidas resultavam do uso de computadores como um meio para a criação de imagens programadas digitalmente (Noll, 1971, p. 143). Com efeito, a visão de Ascott parece ter ido muito além da abordagem do computador como um novo meio para a produção artística, de modo que sua posição se situava em uma frente peculiar no discurso das artes e da tecnologia, uma frente que não era tecnocêntrica, mas “tecnoética”⁶⁶. A arte em uma perspectiva tecnoética deve ser entendida “como consistindo em dinâmicas ‘redes de mentes’, explorando a conectividade das mídias interativas e telemáticas, cujos pontos nodais podem ter atributos tanto humanos quanto artificiais, estabelecidos em campos desdobráveis de consciência” (Ascott, 1998). O objetivo de Ascott era proporcionar às artes e à estética uma nova estrutura, fundamentada em um modelo cibernético, tendo em vista os valores que a arte moderna estava prestes a abraçar. Estes valores estavam arraigados “nas ideias de transação, interação, rede, web, reversibilidade, associação, psiquismo, significado múltiplo e conectividade” (Ascott, 1966; 1967; Ascott, [1966-1967] 2003b, p. 183).

Em “Behaviourist art and the cybernetic vision” [Arte behaviorista e visão cibernética] (Ascott, 1966; 1967; Ascott, [1966-1967] 2003b, p. 183), Roy Ascott articulou um recorte teórico em que a “tendência behaviorista na arte moderna” (Ibid.) poderia ser plenamente desenvolvida. Seu primeiro passo foi mostrar que essa nova tendência na arte moderna, em contraste com seus aspectos formalistas – ainda “centrados na estruturação, ou ‘composição’, dos fatos, dos conceitos de essência das coisas, encapsulados em um campo visual factualmente correto”⁶⁷ (Ascott, 1966; 1967; Ascott, [1966-7] 2003b, p. 110) – se preocupava com o comportamento das coisas no mundo; com os eventos, em vez de objetos fixos. O que aparentemente interessava Ascott era

66 Combinação das palavras gregas *Techné* + *noetic*, que Ascott cunhou em referência a uma de suas principais preocupações: mente e consciência. Cf. Ascott, 1998; [1966-7] 2003e; 2006b.

67 Aqui vemos um limite distinto entre Roy Ascott e Rudolf Arnheim no que diz respeito à sua abordagem à estética modernista formalista. Enquanto Arnheim vê o esforço do artista em direção à estrutura e ao equilíbrio como parte de todo um processo autorregulado que vai além dos limites físicos do trabalho de arte, Ascott vê esse foco na forma e na transmissão de uma mensagem definida para um receptor passivo como uma limitação inerente à arte do passado. De outra forma, Ascott previu uma nova tendência na arte moderna – realizada efetivamente na arte “pós-moderna” (ver o artigo de Ascott, “Towards a Field Theory for Postmodernist Art” [“Teoria de campo para a arte pós-modernista”] (Ascott, 1980) – que refletia um movimento em direção a trabalhos de arte livres de preocupações formalistas e também aberto a novas formas de recepção e participação. No entanto, o objetivo da presente discussão é argumentar que Arnheim e Ascott podem ser enxergados não como visões opostas sobre a estética modernista, mas sim como complementares e coerentes para a formação de um novo modelo estético (Ascott, 1966; 1967; Ascott, [1966-7] 2003b, p. 110).

um modelo totalmente funcional baseado na relação integrada do artista, do trabalho de arte e do observador, em que a informação é trocada como parte de um processo de comunicação dinâmico. Em tal modelo, segundo ele: “O artista, o artefato e o espectador estão todos envolvidos em um contexto mais behaviorista”. O objetivo de tal configuração era

(...) atrair o espectador para uma participação ativa no ato de criação; estender-lhe, via artefato, a oportunidade de se envolver no comportamento criativo em todos os níveis da experiência – física, emocional e conceitual. Um circuito de retroalimentação é estabelecido, de modo que a evolução do trabalho artístico/experiência seja governada pelo envolvimento íntimo do espectador. Como o processo é aberto, o espectador agora se engaja no jogo de tomadas de decisão (Ascott, 1966; 1967; 2003: 110).

Os elementos técnicos e teóricos da ciência da cibernética foram, na visão de Ascott, de importância similar para a arte moderna como a óptica e a geometria foram para a Renascença. Inspirado por esse modelo, Ascott concebeu a ideia de uma “arte behaviorista”, comentada a seguir:

Arte behaviorista constitui (...) um processo retroativo de envolvimento humano, em que o artefato funciona tanto como matriz quanto um catalisador. Como matriz, ele é a substância entre dois conjuntos de comportamentos; ele não existe nem em si mesmo, nem por si só. Como um catalisador, ele desencadeia alterações no comportamento geral do espectador. Sua estrutura deve ser flexível, implícita ou fisicamente, para acomodar as respostas do espectador a fim de que a evolução criativa da forma e da ideia possa acontecer. O princípio básico é o feedback. O sistema artefato/observador fornece a sua própria energia de controle: uma função da variável de saída (resposta do observador) é atuar como uma variável de entrada, que introduz mais variedade ao sistema e conduz a uma maior variedade na saída (experiência do observador). Essa interação rica deriva daquilo que é um sistema auto-organizado no qual existem dois fatores controladores: um, o espectador é um subsistema auto-organizado; o outro, o trabalho de arte, não usualmente homeostático (Ascott, 1966; 1967; Ascott [1966-7] 2003b, p. 128).

Consequentemente,

não há motivo a priori para que o artefato não seja um sistema auto-organizador, um organismo, por assim dizer, que deriva seu programa ou código inicial da atividade criativa do artista e depois evolui sua identidade artística específica e sua função em resposta aos ambientes que encontra (Ibid.).

A tendência à “arte behaviorista” e o princípio orgânico implicado em sua própria estrutura não devem ser considerados como um aspecto estético isolado da arte moderna. Como Ascott já percebera, eram “potencialmente parte de uma unidade maior, uma cultura inteira, abrangendo a ciência e a tecnologia modernas” (Ibid.).

Podemos encontrar atenção semelhante acerca destas mudanças nos textos sobre arte e tecnologia do escritor americano Jack Burnham, que encarou o novo momento moderno como um processo de transição de uma “cultura orientada ao objeto para uma cultura orientada ao sistema” (1968b). Em seu influente ensaio “Systems Esthetics” [Estética dos Sistemas] (Ibid.), Burnham previu uma nova ordem cultural na qual “a mudança emana não das coisas, mas da maneira como as coisas são feitas”, um novo paradigma no qual as relações, mais do que as próprias coisas, passam a ter maior valor. Orientado por um pensamento sistêmico, ele afirmou:

Um ponto de vista dos sistemas concentra-se na criação de relações estáveis e contínuas entre sistemas orgânicos e não orgânicos, sejam eles bairros, complexos industriais, fazendas, sistemas de transporte, centros de informação, centros de recreação, ou qualquer outra matriz de atividade humana. Todas as condições de vida devem ser tratadas no contexto de uma hierarquia de valores dos sistemas.

Ele segue:

(...) A função específica da arte didática moderna tem sido mostrar que a arte não reside em entidades materiais, mas nas relações entre as pessoas e entre as pessoas e os componentes de seu ambiente (Ibid.).

Para lidar com estas mudanças, Burnham propôs um entendimento da arte muito além do objeto de arte icônico. Do ponto de vista sistêmico, o trabalho de arte deve ser considerado como um subsistema dentro de uma estrutura mais ampla que interliga várias camadas de unidades materiais e imateriais. Para Burnham, o que define um sistema é o foco conceitual, e não os limites materiais. Ele foi influenciado por um dos fundadores da “Teoria Geral do Sistema”, o biólogo Karl Ludwig von Bertalanffy (1980), cujo conceito de sistema derivou de “uma visão organísmica do ‘mundo como uma grande organização’” (Bertalanffy, 1980, p. xxi). A partir disso, Burnham observou a arte como um “mecanismo adaptativo”, um sistema de elementos interativos complexos “composto de material, energia e informação em diferentes graus de organização” (Burnham, 1968b). Segundo o autor, o papel do artista sob tais novas circunstâncias deve ser nivelado com aquele de

um perspectivista considerando objetivos, limites, estrutura, entrada, saída e atividade relacionada dentro e fora do sistema. Onde o objeto quase sempre tem uma configuração e limites fixos, a consistência de um sistema pode ser alterada no tempo e no espaço, seu comportamento determinado tanto pelas condições externas quanto por seus mecanismos de controle (Ibid.).

Burnham comentou em seu livro *Beyond Modern Sculpture* [Para além da escultura moderna] (Burnham 1968a, pp. 369-70) que as novas mudanças modernas na arte respondem a uma

reorientação da consciência estética (...) em direção à troca de informações sobre a matéria-energia e para longe da invenção de artefatos sólidos. Estes novos sistemas nos levam não a olhar para a pele dos objetos, mas para aquelas relações significativas dentro e entre seus limites visíveis.

O que é importante observar sob uma perspectiva sistêmica, baseada nos escritos de Ascott e Burnham, é que a maneira como o trabalho de arte era lido mudou radicalmente, alterando-se o interesse acerca do que ela é para o que ela faz. O foco se deslocou das coisas para as relações entre as coisas. Por fim, mesmo que sob a influência do pensamento tecnocientífico, a ideia da arte como sistemas abertos refletia uma preocupação e proposição muito mais ampla; ela exigia uma nova consciência voltada para o cosmos como troca de informações e energia, não só como simples matéria.

A obsessão cultural com o objeto de arte está desaparecendo lentamente e sendo substituída pelo que poderia ser chamado de “consciência sistêmica”. Na verdade, há uma mudança que parte da modelagem direta da matéria para uma preocupação de organizar quantidades de energia e informação (Burnham, 1968a).

O universo da arte como microcosmo modela esta nova atitude em relação à vida no âmbito da troca entre o artista, o trabalho de arte e o observador.

4.3. METAESTABILIDADE E COMPORTAMENTO DE CAMPO

Esta pesquisa se voltará agora à discussão anterior acerca do conceito de forma tratado em Arnheim e à análise sobre se sua ideia se cruza com o modelo de arte pós-moderna baseado na organização sistêmica de processos e comportamentos. Argumentaremos que a ligação entre forma e comportamento justifica-se

pela definição de Arnheim acerca da forma⁶⁸ como resultado das interações entre o tema estrutural e o equilíbrio. Para justificar este argumento, é necessário que se responda à seguinte pergunta: onde e como estas duas ideias se dão em um momento em que o valor da arte não é colocado na estrutura visual do objeto, mas sim na rede imaterial de informações que ele transmite como um sistema completo? A resposta sugerida pelo presente estudo é que “o tema estrutural deve ser concebido dinamicamente, como um *padrão de forças, não como um arranjo de configurações estáticas*” (Arnheim, 1974b, p. 33, grifo nosso). A forma poderia ser descrita como uma matriz de forças existentes em algum lugar entre o trabalho de arte e o campo perceptual do observador. Este “tema complexo de forças” (Ibid.) tornou-se visível no passado através do equilíbrio estrutural de configurações, dimensões, volumes, distâncias ou texturas, mais o assunto, o que dá forma a uma pintura ou escultura, por exemplo⁶⁹. No atual estado do trabalho de arte como sistema, estas forças não estão nem um pouco ausentes; elas basicamente constituem os padrões que interligam o observador ao experimento, mas provêm de um conjunto diferente de relações. Para explicar isto com clareza, devemos reconsiderar a forma diante da mudança na criação artística de sistemas fechados para sistemas abertos.

A arte como um sistema fechado indica que ela atingiu seu estado ideal – o equilíbrio das forças organizadoras – e se encontra “estática”. De um ponto de vista entrópico⁷⁰, poderíamos dizer do trabalho de arte que “o máximo de entropia atingível para um determinado sistema de restrições foi alcançado” (Ibid., p. 33). Em termos artísticos, isto significa que o artista organizou o tema estrutural de forma a alcançar um equilíbrio entre ruído e redundância, para que a máxima quantidade de informação seja transmitida através do trabalho de arte. Arnheim reconhece este fenômeno como um processo de autorregulamentação.

Em um sistema aberto, como no caso dos trabalhos de arte interativos assistidos tecnologicamente, várias mudanças acontecem. Em primeiro lugar, processos que anteriormente se encontravam “estáticos” tornam-se metaestáveis e, assim, podem ser considerados um sistema verdadeiramente auto-organizador, como já foi reconhecido por Roy Ascott. Isto porque o modelo behaviorista vislumbrado por Ascott concede ao trabalho de arte um certo poder de autonomia para “desencadear”, para “catalisar”, sendo “adaptável”. A metaestabilidade do trabalho de arte como um equilíbrio delicado é a

68 Cf. a seção “Forma como um diagrama de forças”.

69 Cf. tema estrutural na seção “Forma como um diagrama de forças”.

70 Cf. discussão na seção “Ordem e estrutura”.

condição potencial de transformação. É este estado metaestável que provê o trabalho artístico com um certo grau de vitalidade em um sentido orgânico.

Em vez da estagnação criada por um estado de entropia máxima, o sistema aberto do organismo constituía um fluxo constante de energia absorvida e gasta (Arnheim, 1974b)⁷¹.

É a capacidade do trabalho de arte de se transformar no tempo e de responder adequadamente às mudanças em seu meio que traz à atenção do observador um novo fenômeno, o de um diálogo bidirecional com o sistema⁷² e a abertura para interferir em sua composição estrutural. Como já foi discutido, para Burnham a “nova tendência estética” (Burnham, 1968b, p. 313) da arte moderna era “tentar fazer da comunicação entre a obra de arte e o observador uma experiência bidirecional contínua” (Ibid.). Essa comunicação foi viabilizada ao se proporcionar ao trabalho de arte atributos que estavam, segundo Ascott (1966; 1967; 1980), ausentes na arte moderna formalista; isto é, a qualidade de ser “conectivo, inclusivo, transacional, associativo, referencial, interativo”. Esta maneira particular de reunir novas experiências estéticas transformou gradualmente o fazer artístico em situações nas quais “o contexto geral da experiência artística é definido pelo artista”, mas “sua evolução em qualquer sentido específico é imprevisível e depende do envolvimento total do espectador” (Ascott, 1966; 1967, p. 111).

71 Cf. Walter Cannon (1963).

72 Esta nova característica do trabalho de arte foi uma resposta direta à preocupação cibernética de Wiener, conforme declarado no seguinte parágrafo: “Para indicar o papel da mensagem no homem, comparemos a atividade humana com a atividade de uma espécie muito diferente; a atividade das figurinhas que dançam no topo de uma caixa de música. Elas movem-se de acordo com um padrão, mas trata-se de padrão estabelecido de antemão e no qual a atividade pretérita das figuras não tem praticamente nada a ver com o padrão de sua futura atividade. Há uma mensagem, efetivamente, mas ela vai da maquinaria da caixa de música até as figuras, e ali se detém. As figuras propriamente ditas não têm qualquer outra comunicação com o mundo exterior que não seja esse estágio unidirecional de comunicação com o mecanismo preestabelecido da caixa de música. São cegas, surdas e mudas e, em sua atividade, não se podem desviar, o mínimo que seja, do padrão convencional.” (Wiener, 1950, p. 9). Jack Burnham, usando a mesma citação, afirmou que o problema da comunicação unidirecional representava de fato “um defeito inerente” na escultura, nos autômatos e mesmo na arte cinética (Burnham, 1968a, p. 312). Por outro lado, deve-se dizer que esta qualidade comunicativa das artes interativas, motivada pelo objetivo de criar sistemas inteligentes de feedback, aparece, paradoxalmente, também como um sintoma problemático quando a busca por sistemas mais sofisticados concentra maiores esforços criativos na capacidade funcional do aparelho e não na poética do sistema. A poética, como entendida por esta pesquisa, envolve a consciência de conexões sutis e não materiais entre o observador e a obra de arte. Estas conexões, como temos discutido, são legíveis no espaço intersticial entre o tema estrutural do trabalho de arte e o campo perceptual do observador.

É importante notar que o distanciamento da estética formalista não deve ser visto como um distanciamento da forma. Trata-se de uma interpretação enganosa quando o conceito de forma não é inteiramente levado em conta e o foco é apenas a unidade física estrutural do objeto de arte. Pelo contrário, o afastamento da estética formalista reflete a rejeição a toda a inércia e opacidade inerentes às verdades imutáveis, que se espelham na estabilidade factual e na densidade do objeto de arte. Dentro de uma visão de mundo que passou do conceito de corpos sólidos estáveis para estados incertos de energia, os artistas mudaram conseqüentemente sua atenção para novos horizontes criativos que os levaram a abraçar novas maneiras de satisfazer as necessidades de um novo imaginário. Visto historicamente, o velho meio imóvel, devido a suas características intrínsecas, não conseguiria realizar todas as possibilidades criativas que a nova mente moderna imaginava. Quando muito, o novo imaginário enriquecido por um mundo tecnológico moderno de transmissões sem fio, raios x, paradoxos da física moderna e as tendências místicas ocultas do início do século xx, poderia ser apenas aludido através de sua representação, sendo fixado nas pinturas, esculturas e objetos da arte moderna.

Muitos artistas modernistas responderam às energias invisíveis – físicas e/ou místicas – interpretando-as cada um à sua maneira. No ensaio “Marcel Duchamp’s The King and Queen Surrounded by Swift Nudes (1912) and the Invisible World of Electrons”, Linda Henderson (Henderson, 1997) observou como a ciência e a tecnologia modernas influenciaram Duchamp em suas explorações do movimento e do invisível. Ao fim de 1912, Kupka, pintor abstrato tcheco, concebia as suas pinturas como “veículos de transferência telepática e vibratória do pensamento” (Henderson, 2002, p. 128), enquanto o poeta Filippo Tommaso Marinetti “declarou que os futuristas seriam os inventores ‘da imaginação sem fio’” (Henderson, 2002, p. 129). O tratado de Wassily Kandinsky intitulado “Do espiritual na arte” tinha como uma de suas principais referências as teorias teosóficas de Madame Blavastky (Lucie-Smith, 2007). Como Henderson lembra, um dos principais objetivos de Kandinsky, também leitor entusiasta de Rudolf Steiner, Annie Wood Besant, Charles Webster Leadbeater e cientistas ocultistas como William Crookes, Camille Flammarion, Hippolyte Baraduc e Albert de Rochas, era “criar obras de arte que produzissem um *Klang* ou vibração simpática na alma de um espectador”, provocando “um novo nível de consciência espiritual” (Henderson, 2002, pp. 143-145, *italico no original*).

Um exemplo mais evidente desta nova consciência moderna é o trabalho de Umberto Boccioni, membro proeminente do movimento futurista. Em uma palestra em 1911, Boccioni declarou que “o que precisa ser pintado não é

o visível, mas o que até agora foi considerado invisível, ou seja, o que o pintor clarividente vê” (Henderson, 2002, p. 128). Na visão de Boccioni, os pintores futuristas teriam o poder de ver o invisível, o meio vibrante etéreo, semelhante aos raios X e às habilidades da clarividência. Tal abordagem se manifestou em seu trabalho através do que Boccioni chamou de “dinamismo pictórico”; “a expressão plástica da realidade concebida como movimento” (Clough, 1969, p. 80). “Dinamismo é a ação simultânea do movimento particular e característico do objeto (movimento absoluto), juntamente com as transformações experimentadas pelo objeto como resultado de seus deslocamentos em um meio inerte ou em movimento (movimento relativo)” (Clough, 1969, p. 85). Os futuristas conceberam o conceito de “dinamismo” relacionado à energia, misturando a ideia de “Conhecimento” como “uma tendência interna ou ‘centrípeta’ do objeto que une as partes para constituir um todo”, com o conceito de “Aparição” como “a manifestação da tendência difusiva ou ‘centrífuga’ que faz com que o objeto se resolva em emanações cuja natureza é determinada pela energia dos objetos circundantes” (Clough, 1969, p. 84). Através da lente do “dinamismo”, a realidade foi considerada como “a sucessão interminável de suas manifestações” e sua representação pictórica como “a única forma de continuidade espacial” (Ibid., p. 87). “Dinamismo” é um conceito derivado da física do século XIX, mas, como afirma o crítico de arte Giorgio Castelfranco, passou pelo “diafragma” filosófico de Henri Bergson (Ibid., p. 213). Os futuristas deslocaram completamente sua visão artística do objeto para o mundo transcendental; “além de toda unidade de tempo e lugar, e além da distinção das coisas”, revelada à sua mente através do processo de “transcendentalismo físico” como pura cor e pura forma (Ibid., p. 89). Os futuristas chamaram essa emoção dinamicamente criada de “consciência plástica” (Ibid.).

Todos estes exemplos demarcam uma fase de transição na arte moderna que poderia ser reconhecida no que Ascott classificou como “o análogo behaviorista”, representando “a reestruturação analógica de uma situação behaviorista” (Ascott, [1966-7] 2003b, p. 116). Aqui, tentamos demonstrar que, intrínseca à atenção ao comportamento, está também a atenção ao tempo e espaço intersticial em que as ações acontecem. É esse espaço intermediário, há muito considerado vazio pela cultura ocidental, que as novas tecnologias modernas ampliaram. O que está em jogo em nossa cultura contemporânea é a crescente atenção voltada para a dimensão invisível e imaterial de nossas relações, agora manifestadas através das “zonas elípticas” ou “zonas de intervalo” (Dominiques, 1999, 2002, p. 31) que unem corpo e tecnologia sinestesicamente. Esta nova consciência reflete o declínio de antigas dicotomias como sujeito/objeto, corpo/mente, observador/observado e espaço/tempo. O foco contemporâneo

tem sido colocado no espaço interpessoal de nossas interações, hoje concebido como híbrido, “formado pela indefinição das fronteiras entre os espaços físicos e digitais” (Silva, 2004), ou na forma de uma “sociedade aural” (Susani, 2005), unida pelo fluxo de informação, relações e comunicação. Semelhante ao efeito exercido pelas antigas tecnologias sobre a percepção moderna, o novo espaço híbrido, fortalecido por tecnologias telemáticas de ponta, configurou um novo imaginário e conduziu nossa atenção para o espaço relacional invisível.

Seguindo estas tendências, a tentativa de estabelecer uma conexão entre forma e comportamento que está sendo desenvolvida no presente estudo não tem a intenção de retornar aos valores formalistas do passado, limitados pela representação puramente visual de estruturas figurativas ou abstratas. O que defendemos é que, para além da estrutura formal enraizada no objeto de arte estacionário, havia uma matriz de forças que lhe configurava. Essa matriz de forças interligava as estruturas visíveis do trabalho de arte ao sistema nervoso orgânico fisiológico de seu criador e observador (Arnheim, 1974a, p. 437; 1994, p. 112). Este diagrama de forças pode ser pensado à luz das ideias do filósofo fenomenólogo francês Maurice Merleau-Ponty. No livro *The Structure of Behavior* [A estrutura do comportamento] (Merleau-Ponty, 1963, p. 168), Merleau-Ponty descreve como a relação entre o jogador e o campo de futebol lhe chama a atenção:

O campo de futebol não é, para o jogador em ação, um “objeto”, ou seja, a palavra ideal que pode dar lugar a uma multiplicidade indefinida de vistas perspectivas e permanecer equivalente sob essas transformações aparentes. É percorrido por linhas de força (as “linhas laterais”, as que limitam a “meia lua”), articulado em setores (por exemplo, os “buracos” entre os adversários) que impõem certo modo de ação, a desencadeiam e exigem como à revelia do jogador. O campo não lhe é dado, mas está presente para ele como o termo imanente de suas intenções práticas; ele e o jogador são um só corpo e o jogador sente, por exemplo, a direção do gol tão imediatamente quanto aos planos vertical e horizontal de seu próprio corpo.

Como o campo de futebol, o trabalho de arte aparece tanto para o artista quanto para o observador como um diagrama de forças, um campo de transformações com o qual o jogador/artista/observador se torna “um só corpo”. O objetivo desta investigação é demonstrar que esse fenômeno de campo, comum e inerente a todo impulso criativo, independentemente do meio ou técnica utilizada ou do assunto abordado, torna-se proeminente na obra de arte produzida a partir da organização sistêmica de processos e comportamentos como sendo a característica fundamental do processo criativo. Isto é o que Clark estava apontando

quando observou que a “relação entre trabalho de arte e espectador – no passado virtual – torna-se efetiva” (Clark, 1980, p. 17). A matriz invisível de forças, que nas artes tradicionais só podia ser percebida mentalmente, encontra na nova arte processual uma ressonância física. A interação com a estrutura e o comportamento do produto artístico desencadeia no observador uma potencial conexão afetiva. A forma, como um “diagrama de forças” (Arnheim, 1994), reflete a dinâmica do tema estrutural e o equilíbrio que na “abordagem formalista moderna” só eram ativos durante os processos de criação (pelo artista) ou, posteriormente, na mente do observador. É por isso que Arnheim identificou o processo de criação artística como sendo autorregulador somente caso a “formação de objetos estéticos for vista como parte de um processo maior, a saber, o enfrentamento do artista com as tarefas da vida” (Arnheim, 1974b, p. 34). A arte dos sistemas e comportamentos atendem a esta condição ao abrir o processo artístico ao observador externo, que junto com o artista atua como cocriador. Além disso, como vários autores já observaram (Duchamp, 1957; Ascott, 1966; 1967; Clark, 1980; Plaza, 1990), a obra de arte não existe em plenitude fora desse processo cocriativo.

A arte nasce e existe dentro desta rede dialógica, tanto no domínio das interações interpessoais quanto entre elas e um contexto ou meio. A arte, portanto, não pode implicar um tipo “particular” de objeto ou de significado autônomo, nem representar uma forma experiencial independente do observador (Giannetti, 2004b).

A condição interdependente do complexo sistema artista/trabalho de arte/observador lhe confere o status de um fenômeno de campo, o que se revela uma de suas características mais essenciais. Esta nova condição espelha uma mudança semelhante que ocorreu na física moderna que, por sua vez, apresentou uma nova maneira de ver a realidade. Como diz Katherine Hayles (1984, pp. 9-10):

Em claro contraste com a ideia atomística newtoniana da realidade, na qual os objetos físicos são discretos e os eventos são capazes de ocorrer independentemente uns dos outros e do observador, uma visão de campo da realidade enquadra objetos, eventos e observador como pertencendo inextricavelmente ao mesmo campo; a disposição de cada um, nesta visão, é influenciada – às vezes dramaticamente, às vezes sutilmente, mas sempre influenciada – pela disposição dos outros.

Em 1978 Roy Ascott propôs uma “teoria de campo para a arte pós-modernista”, chamando a atenção para o caráter das obras de arte transacionais, nas quais ocorre um campo de “interação psíquica” entre o artista e o observador. Ascott sugeriu que:

A arte não reside apenas no trabalho de arte, nem na atividade só do artista, mas é entendida como um campo de probabilidade psíquica, altamente entropico, no qual o espectador está ativamente envolvido, não em um ato de fechamento no sentido de completar uma mensagem discreta do artista (um processo passivo), mas através do questionamento e da interação com o sistema “trabalho de arte” para gerar significado (Ascott, 1980, p. 179).

John Dewey enfatizou a diferença entre o trabalho de arte (produto artístico) e a *obra* de arte, tornando o conceito de campo da arte ainda mais claro. “Aquele é físico e potencial; esta é ativa e baseada na experiência” (Dewey, 1979, p. 162). Dewey segue:

[A obra de arte] é aquilo que o produto faz, é seu funcionamento. [...] Quando a estrutura do objeto é tal que sua força interage alegremente (mas não com facilidade) com as energias provenientes da experiência em si; quando suas afinidades e antagonismos mútuos trabalham juntos, culminando em uma substância que se desenvolve de forma cumulativa e certa (mas não muito sistemática) rumo a uma realização de impulsos e tensões, então realmente há uma obra de arte.

Poder-se-ia dizer que o trabalho de arte é um conjunto de configurações, um sistema, a placa de um holograma; a obra de arte é a experiência de suas partes interligadas. O trabalho de arte é uma peça de informação e, por outro lado, nas palavras de Gregory Bateson, o trabalho de arte é “um agregado de partes ou componentes que interagem” (Bateson, [1980] 2002, p. 86), um corpo de ideias, parte de um sistema mental que inclui o artista e o observador que é acionado pela diferença. A obra de arte, como defendemos neste livro, é a realização de um sistema coerente e integrativo que pode ser acessado como um fenômeno de campo. Este espaço fenomenológico que ressoa dialogicamente entre o observador, o trabalho de arte behaviorista e o artista, será denominado de “campo integrativo”, ou, em suma, *iField*.

Nesta altura, é necessário salientar que a introdução do conceito de campo não é uma tentativa de reduzir as entidades às relações, uma “ambição da física de campo” que não teve sucesso, como Andrew Pickering (2003) observou. O objetivo aqui é destacar que o aspecto de campo da obra de arte é tão importante quanto a sua contraparte, a unidade física⁷³ (o trabalho de

73 Uma unidade física é uma estrutura que engloba suas partes materiais e imateriais. O fluxo de dados, a luz e o som são considerados imateriais, mas não deixam de ser unidades físicas. Como discutimos em Simondon, ela deve ser entendida como o objeto técnico e seu meio associado.

arte). Juntos, eles formam um todo emaranhado que não pode ser experimentado separadamente. Mais importante ainda, o conceito de campo abre uma dimensão sem precedentes em que o trabalho de arte, incorporado em um aparato tecnológico, é configurado com modelos que requerem um sistema de análise não reducionista⁷⁴.

A seção seguinte examinará como, na prática, o diálogo entre o tema estrutural e o equilíbrio pode ser visto como um diagrama de forças para a arte interativa baseada em processos, contribuindo para a ontogênese do que foi anteriormente definido como o organismo estético.

4.4. O TRABALHO DE ARTE BEHAVIORISTA COMO UM HIPERORGANISMO

Em resumo, até agora examinamos a arte e o processo criativo à luz dos princípios da informação e da entropia. O trabalho de arte é o resultado, como um organismo vivo, de um esforço em direção a um estado de equilíbrio e de luta contra a morte. Tal estado, outrora ligado à estrutura da estética formalista do passado, encontra-se hoje como uma dinâmica ativa na estética behaviorista pós-moderna. O trabalho de arte é organizado em um equilíbrio metaestável, pronto para ressoar com a presença do observador. A obra de arte emerge do campo emaranhado que interliga o artista, o observador e o trabalho de arte no processo de criação. A noção de campo é fundamental para a estética contemporânea dos trabalhos de arte processuais. Ela reflete a ideia de “forma” como um diagrama de forças, cuja dinâmica estava, no discurso formalista do passado, limitada ao momento da criação pelo artista ou confinada à percepção do observador. No contexto pós-moderno, veremos a forma diante da nova configuração do trabalho de arte pelo viés dos sistemas de processamento de informação. A atividade criativa, por sua vez, torna-se regulada por uma Gestalt de comportamentos – refletindo a mudança do comportamento das formas para “formas de comportamento”, como observou Ascott ([1967] 2003, p. 157).

Arnheim define forma como o resultado das interações entre o tema estrutural e o equilíbrio⁷⁵, e é com base nessa visão que explicaremos como tais conceitos entram em vigor de acordo com a perspectiva de campo integrativo. Para prosseguir com esta análise, é necessário estreitar o escopo do presente estudo

74 Isto será discutido mais adiante neste livro, ao abordarmos as teorias integrativas da biofotônica e o aspecto prático desta pesquisa.

75 Ver a discussão da seção “Forma como um diagrama de forças”.

para definir mais especificamente o tema desta pesquisa. A discussão até agora indicou a transição das “mídias imóveis” para os trabalhos de arte baseados no comportamento dinâmico dos processos; no entanto, é necessário um pouco mais de precisão. No âmbito das artes ou sistemas processuais, este trabalho não se volta para as práticas centradas na imagem, como aquelas encontradas na computação gráfica, na *net art*, no vídeo ou na animação, muitas vezes relacionadas ao campo das “novas mídias” (Manovich, 2004). A discussão aqui também não se concentra especificamente na música eletrônica/computadorizada, embora estas modalidades possam ser de alguma forma integradas sistematicamente ao corpo do trabalho de arte. O foco de nossa argumentação está nas práticas em que um objeto técnico (como concebido por Simondon), seja um robô, um gadget ou um sistema, performa ou exhibe algum tipo de comportamento. Em outras palavras, estamos interessados nos sistemas físicos transacionais “em transformação no tempo” (Benthall, 1972, p. 39) que interagem ciberneticamente entre eles ou com participantes humanos; trata-se de trabalhos de arte que compartilham um lugar com os seres humanos em nosso ambiente físico.

A arte computacional em seu início era notável por um interesse substancial em como o computador pode ser implantado como um meio criativo. Entre as primeiras intervenções estavam as “imagens geradas por computador”, que resultavam de tentativas de se recriar pinturas de estética formalista com as capacidades gráficas do novo suporte⁷⁶. Uma questão importante ao longo desse período foi: um computador poderia ser usado para fazer arte? Somente muito mais tarde, durante os anos 90, que as mídias eletrônicas temporais, como as sofisticadas tecnologias de Realidade Virtual e VRML⁷⁷, trouxeram uma camada de interatividade e espaço virtual para as mídias de tela. Como Simon Penny (1999) observa,

As novas mídias não necessariamente produziram uma nova estética. Ou talvez tal estética seja simplesmente invisível para mentes acostumadas a entender práticas convencionais. Tomemos como exemplo o trabalho de Jeffrey Shaw. Como muitos de seus contemporâneos, Shaw voltou-se para a mídia digital no contexto da vanguarda dos anos sessenta. (...) Shaw é o típico “ciberformalista”. Seus trabalhos são quase algebricamente minuciosos ao explorarem as modalidades de mídia virtual.

E ele segue:

76 Como é o caso das obras pioneiras de A. Michael Noll, Frieder Nake e Georg Nees.

77 Virtual Reality Modeling Language, que significa: Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual.

Muitos dos experimentos em mídia digital são explorações formais nas quais a manipulação dos componentes de mídia [é] o trabalho. De maneira análoga à escultura minimalista, as modalidades da tecnologia tornam-se (Burnham, 1968a, p. 14) não um veículo, mas uma substância a ser modelada, manipulada e [justaposta] ao espectador de várias maneiras. E, se a combinação tecnológica é a própria obra, sua capacidade de transportar “conteúdo” narrativo é uma questão secundária e um tanto supérflua.

Mesmo com a camada de interatividade, fortalecida pelo uso da tecnologia da informação nas mídias de tela, a experiência do observador, o chamado “viewer”(combinação de *viewer* e *user*, observador e usuário) (Seaman, 2002) ou “interator” (Davies, 2003), grande parte do tempo permaneceu confinada a um espaço virtual tridimensional, muitas vezes definido como uma simulação da realidade aparente. Em casos como estes, o modelo de arte formalista do passado parece ter apenas mudado de uma superfície para outra.

O foco do exame e da prática discutidos neste livro não se concentra na tela, mas converge para a “substância a ser modelada”, conforme identificado na citação de Penny. Esta substância será tratada pelo presente estudo não como um novo meio, mas como um objeto técnico na configuração do organismo estético. Iremos chamá-lo de um hiperorganismo – uma estrutura que combina uma dimensão virtual da realidade, fornecida pela agência de tecnologias da informação, com a incorporação de um objeto. O hiperorganismo poderia ser pensado como parte de uma linhagem do objeto técnico concebido por Simondon, pois dentro de seu processo de individuação ele engloba uma nova dimensão proporcionada por recursos telemáticos e redes. Ele deve ser considerado não um fim em si mesmo, mas um nó, um ponto de ligação. Apesar deste hiperorganismo ter uma presença física, ele não deve ser concebido como uma unidade, uma totalidade, mas como uma condição, um estado de ser que se define por seu caráter relacional na troca com outros seres, artificiais e naturais, no mundo⁷⁸. Esse hiperorganismo resulta de uma terceira onda da interseção evolutiva entre arte e tecnologia, caracterizada por um afastamento da tela em direção ao espaço físico. Este movimento poderia ser visto como uma mudança da simulação para a emulação, como sugerido por Shawn Brixey e James Coupe (Brixey, 2007 apud Kudla, 2008).

A mudança de paradigma que a arte da emulação sugere é o resultado inevitável da prática da pesquisa de arte híbrida na interseção da descoberta científica, da

78 Cf. o conceito de “individuação” dos objetos técnicos em Gilbert Simondon, seção “Sobre os seres tecnológicos”.

informática e da estética, pois procuramos entender o universo como um sistema operacional no qual nos envolvemos perpetuamente tanto em nível microcósmino quanto macrocósmino.

O uso de plataformas de código aberto, seja na forma de hardware ou software⁷⁹, bem como a disponibilidade de informações em toda uma rede global interconectada, alimentaram esses novos organismos tecnológicos. Websites como Make Magazine⁸⁰ ou Instructables⁸¹ resultam de uma nova cultura na qual códigos, esquemas e processos de invenção são disponibilizados na internet e trocados para que novos hiperorganismos surjam dessa interconectividade. A tecnologia tem ajudado no desenvolvimento e no compartilhamento da própria tecnologia. À medida que ela prolifera, novas relações são produzidas entre as pessoas, as coisas e seu ambiente.

4.5. A GESTALT HIPERORGÂNICA

Tendo delimitado o nosso foco, voltaremos à discussão sobre como o conceito de tema estrutural e de equilíbrio pode estar ligado à concepção de trabalhos de arte behavioristas. A discussão seguinte será centrada no trabalho de arte como um hiperorganismo contraposto a cinco aspectos inter-relacionados da sua formação: (1) estrutura e funcionalidade, (2) tema, (3) ambiente, (4) modelo conceitual e (5) equilíbrio. O diagrama aqui disponibilizado (ver fig. 13) ilustra essas relações.

Este livro apresenta o argumento de que o tema estrutural e o equilíbrio, vistos como parte do diagrama de forças que traz a percepção à forma (Arnheim, 1974b, 1974a, 1994), podem ser vistos, no contexto de uma estética behaviorista (Ascott, [1967] 2003, p. 157), como vetores dinâmicos de um campo integrativo. Originalmente observado no corpo de animais e plantas (Thompson, 1961, p. 11), o tema estrutural também está presente na arte behaviorista – porém, com a diferença fundamental de que, no contexto da arte, é o resultado de um processo de invenção. Tal característica torna-o um processo evolutivo altamente interligado à agência humana. Essas ideias serão discutidas nas subseções a seguir, embasadas na análise de uma seleção de

79 Como, por exemplo, Arduino, “uma plataforma de computação física de código aberto baseada numa simples placa i/o (input/output), e um ambiente de desenvolvimento para se escrever o software Arduino” (Cf. <http://www.arduino.cc/Arduino>).

80 Cf. <http://makezine.com/>

81 Cf. <http://www.instructables.com/>

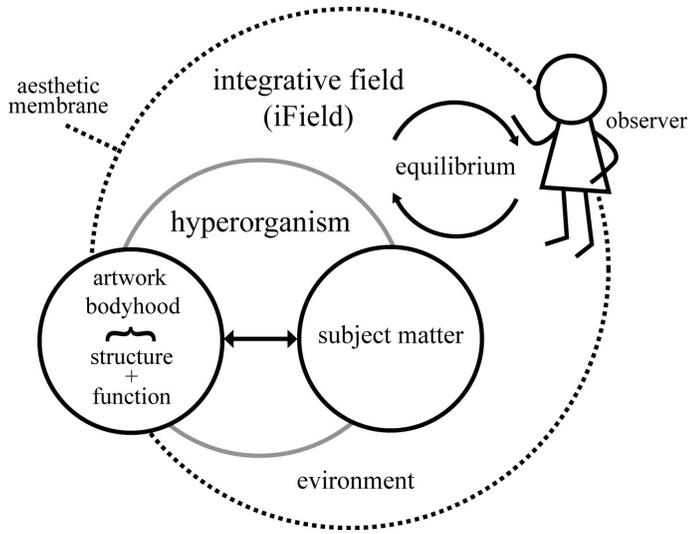


Fig. 13

Estrutura do organismo estético.

Aesthetic organism structure.

© 2009, Guto Nóbrega

trabalhos de arte e insights desenvolvidos na esfera prática desta pesquisa. Estes trabalhos de arte, que incluem uma obra desenvolvida pelo autor deste livro, foram criadas por jovens artistas contemporâneos cujos trabalhos poderiam ser inseridos na categoria de “hiperorganismos”. Em vez de analisar as obras de artistas de renome dos cenários das artes e da tecnologia, decidiu-se analisar, tanto quanto possível, artistas no início de suas carreiras que tenham potencialmente uma nova perspectiva sobre as atuais possibilidades criativas na intersecção entre arte, ciência e tecnologia. Apesar da sua relativa juventude, todos os artistas apresentam uma abordagem criativa e experimental condizente com as questões que o presente estudo se propõe a tratar. Além disso, a maior parte da análise que se seguirá baseia-se em declarações destes jovens artistas.

4.5.1. ESTRUTURA E FUNCIONALIDADE

O objeto de arte tecnologicamente assistido, ou o hiperorganismo, não é apenas uma organização de configurações, mas uma combinação de funções. É concebido para funcionar, processar informação e comportar-se, em alguns aspectos, de modo semelhante a um organismo vivo. A sua estrutura é feita de peças eletromecânicas, organizadas de modo coerente a fim de lidar com determinadas tarefas durante o seu tempo de existência. A coerência é um atributo importante para um organismo vivo e ainda mais para um organismo artificial⁸². No entanto, ao contrário dos organismos vivos naturais, a vida do hiperorganismo é intermitente. Ele só é trazido à vida quando o seu sistema artificial é “ligado”, quando há energia circulando em suas partes eletromecânicas e há um fluxo de dados nos seus circuitos. Como qualquer outro dispositivo, o hiperorganismo morre quando é “desligado” e é reativado quando é “ligado”. No entanto, dispõe de atributos muito particulares. O hiperorganismo artístico tem memória, uma memória que não reside no seu corpo, mas manifesta-se em alguma parte no campo integrativo que o liga ao artista e ao observador. Para ser mais preciso, a vida do hiperorganismo artístico começa no exato momento em que o seu esquema é imaginado. O corpo do hiperorganismo mantém uma relação direta com as suas funções, embora não seja totalmente determinado por elas. Como se verá, o tema, um subcomponente

82 Sendo resultantes da invenção humana, a coerência funcional dos objetos técnicos é um fator que deve ser considerado de antemão, como já foi discutido na apresentação de Simondon anteriormente neste livro.

do tema estrutural, tem grande efeito sobre a forma como o hiperorganismo se comporta, informando assim diretamente a sua construção. Como é criado para se comportar da maneira como foi imaginado, a função das suas partes é considerada pelo artista de antemão, contudo, o seu significado não é determinado nessa etapa. O significado, como tem sido reiterado ao longo do presente estudo, emerge do e dentro do campo integrativo e depende também da perspectiva particular do observador. O hiperorganismo não deve ser pensado como uma ferramenta ou um instrumento. O objetivo das funções do hiperorganismo não é produzir trabalho, mas informar e absorver informação. A sua principal função como objeto de arte é a de existir. Dessa forma, a estrutura do hiperorganismo está totalmente inter-relacionada com o seu comportamento e o seu modo de existência.

Por exemplo, desde 1999, o artista Ralf Schreiber tem desenvolvido vários pequenos trabalhos de arte experimentais que envolvem objetos cinéticos, instalações e som. Um exemplo das suas obras, *Living Particles (Partículas vivas)*, compreende uma série de circuitos eletrônicos analógicos básicos que tomam a forma de robôs em miniatura (ver figs. 14, 15). Estes módulos têm uma característica peculiar de serem movidos a energia solar, o que lhes permite comportarem-se autonomamente produzindo movimentos e padrões sonoros variáveis. Os sensores de luz, ao atuarem sobre os seus osciladores internos, ativam os sons. Os corpos destas pequenas criaturas resultam de uma colagem de componentes eletrônicos, uma mistura de forma e função na qual a estrutura e a aparência do objeto são condicionadas à funcionalidade dos componentes e às suas configurações intrínsecas. Como Schreiber explica:

Sua estética é determinada pelos componentes eletrônicos funcionais. Meu interesse não está tanto na produção individual desses robôs em miniatura, mas em sua interação uns com os outros. O foco está no espaço, formado pelos módulos interligados e nos campos escultórico e acústico desenvolvidos (Schreiber, 2009).

As criações de Schreiber são objetos lúdicos. Elas devem ser consideradas como um coletivo de organismos artificiais cujo comportamento, sons e movimentos erráticos determinam seu meio. Para um observador externo, essas criações podem parecer estar falando umas com as outras, em função de seu padrão de som variável, o que é alcançado por seu “status de comutação interna astável”⁸³ (Schreiber, 2009b). Além disso, a presença do observador

83 O estado astável refere-se a um circuito elétrico que oscila espontaneamente entre estados instáveis.

Fig. 14

Solarsoundmodul.

Solarsoundmodul.

(Ralf Schreiber, 2009)

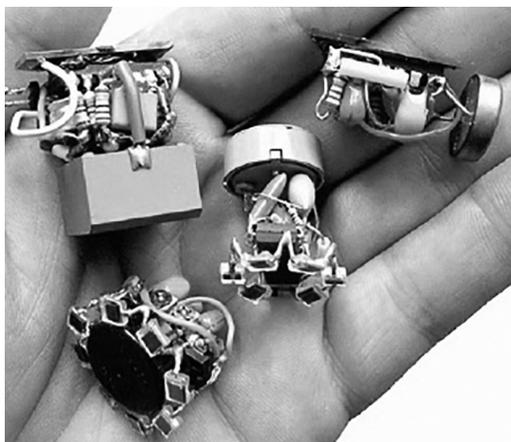


Fig. 15

Living Particles.

Living Particles.

(Ralf Schreiber, 2009)



perturba o equilíbrio contingente das criaturas, alterando o comportamento de todo o sistema. Como já foi discutido, a obra de arte está em um constante equilíbrio metaestável, sempre aberta à intervenção do observador. Dessa forma, o observador torna-se, usando as palavras de Schreiber, parte do “campo escultural e acústico”, um fenômeno que resulta das “interações entre o equilíbrio [então dependente da interação do observador] e o tema estrutural” (Arnheim, 1994, p. 111). Portanto, pode-se argumentar que a forma geral de *Living Particles* é percebida no campo interconectado que ressoa no trabalho de arte em uma extremidade e no corpo do observador em outra.

4.5.2. O TEMA

A percepção do tema estrutural não se restringe ao desempenho do trabalho de arte; em outras palavras, não é apenas resultado de sua configuração e comportamento, mas é uma propriedade que engloba o seu tema. Como Arnheim defendeu, o tema de uma obra de arte “não é arbitrário nem sem importância. Ele se correlaciona com o padrão formal para promover uma materialização de um tema abstrato. (...) Nem o padrão formal nem o tema é o conteúdo final da obra de arte. Ambos são instrumentos da forma artística. Eles servem para dar corpo a um invisível universal” (Arnheim, 1974a, pp. 460-461). Mas como a inter-relação entre o tema e o “invisível universal” se manifesta no objeto de arte behaviorista?

Na antiga estética formalista, o tema se expressava como um tópico, cujo conteúdo o trabalho de arte abordava através de suas formas simbólicas, em registros de natureza figurativa ou abstrata. No trabalho de arte behaviorista, sugere-se, o tema não deve ser considerado apenas em termos simbólicos, mas como um fenômeno manifestado na corporeidade do trabalho de arte⁸⁴. A arte behaviorista trata de eventos em que o objeto de arte atua no mundo⁸⁵; em outras palavras, um evento no qual, como Guy Brett já observou no trabalho dos artistas cinéticos, “o fenômeno do visual está imerso no fenômeno da energia” (Brett et al., 2000, p. 9). Ao considerar o trabalho de arte como um sistema, tendo como núcleo um objeto técnico capaz de comportamento, este

84 O termo corporeidade é usado aqui remetendo à forma como esse conceito aparece em Maturana. Ele afirma que “tudo o que ocorre em ou para um sistema vivo está operacionalmente subordinado à conservação do modo de vida que o define e o realiza no domínio em que opera como um todo ou totalidade”. Ou, em outras palavras, é na corporeidade que de fato ocorre a autopoiesis do sistema vivo (Maturana, 1997).

85 Mesmo que de uma forma totalmente imaterial, ou manifestada como “não-coisas”, como Flusser costumava chamar a informação (Flusser, [1993] 1999, p. 86).

não está mais representando simbolicamente coisas e ideias no mundo, mas está se apresentando no mundo como tendo uma identidade, ou, como Gilbert Simondon ([1958] 1989) reivindica, o trabalho de arte é um “indivíduo”. Como tem sido argumentado nesta pesquisa, a identidade do trabalho de arte como objeto técnico é intrínseca à arte assistida tecnologicamente e ressoa junto com o tema diretamente na experiência estética. O tema de um trabalho de arte behaviorista não deve ser visto simplesmente como um tópico ou assunto para o trabalho de arte, mas como um modelo expresso através da funcionalidade do hiperorganismo. O significado dos modelos especulativos da natureza para o artista, mesmo antes do surgimento da tecnologia da informação, foi explorado como um tema curatorial na exposição *Force Fields: Phase of the Kinetics* [Campos de força: fases do cinético] curada por Guy Brett⁸⁶. No catálogo da exposição, ele afirmou:

Os artistas, não menos que os cientistas, fazem “modelos do universo”. Seus modelos chegam intuitivamente, mas não são menos válidos, não deixam de ser uma forma de conhecimento. Um fio de “especulação cósmica” pode ser puxado no trabalho de muitos artistas entre as datas soltas de 1920 e 1980 que esta exposição cobre. É um fio de fascinante complexidade, justamente porque as estruturas a que os artistas chegaram combinam uma investigação da realidade com uma investigação da estética. É como se a especulação sobre a estrutura do universo, para estes artistas, fosse inseparável de uma transformação das estruturas formais da arte, e vice-versa, que a transformação formal da arte é em si mesma uma proposta sobre a estrutura do universo (Brett et al., 2000; p. 10).

A questão levantada aqui pela pesquisa é que, em trabalhos de arte processuais, o diálogo entre estrutura e tema ressoa diretamente com seus modelos discursivos e comportamento geral. Nesse sentido, o ambiente, enquanto tema, ganha um verdadeiro significado para o trabalho de arte behaviorista, pois define o contexto no qual o trabalho de arte realiza seu discurso e onde se realiza o diálogo com o artista e o observador. De igual importância é o modelo no qual o trabalho de arte se baseia. O experimentalismo com o aparelho, como vimos em Flusser, torna-se uma abordagem proeminente, aparente através do tema. A incorporação especulativa de novos modelos no programa do aparelho pode permitir a exploração de formas de comportamento criativas

⁸⁶ Organizado pelo Museu de Arte Contemporânea de Barcelona – MACBA (19 de abril a 18 de junho de 2000), em associação com a Hayward Gallery, em Londres (13 de julho a 17 de setembro de 2000).

inesperadas. Para contextualizar essa ideia, examinaremos dois exemplos em que o ambiente e um novo modelo conceitual para um agente robótico autônomo, no contexto temático, atua como diagrama estrutural de forças sobre o trabalho de arte.

4.5.2.1. O AMBIENTE

Parasitas urbanos, um projeto de arte de Gilberto Esparza, compreende uma série de “formas de vida artificiais”, como ele chama seus pequenos robôs, que são destinados a habitar o cenário urbano. Parte de seu projeto diz respeito à criação do que poderia ser chamado de uma ecologia de organismos técnicos cuja finalidade é ser inserida em contextos urbanos e se integrar com a paisagem através de sua presença e som. Esparza descreve seu projeto da seguinte maneira:

Parasitas Urbanos propõe a criação de uma espécie de insetos robôs construídos a partir de resíduos tecnológicos e industriais. Como todos os parasitas, eles dependerão de uma fonte de energia, neste caso os postes da cidade hiperpovoada do México D. F. Estes insetos terão pernas motorizadas para permitir que se movimentem e se afastem dos pedestres que se aproximam. (...) Estes parasitas podem ser definidos como seres que subvertem o contexto urbano, mas que também dependem de tal ambiente para sobreviver (Esparza, 2009).

Estas ideias foram materializadas na forma de trabalhos cujas descrições sempre se referem a suas supostas famílias ou classes, tais como *helmintos*, *alambrópodos*, *mecatrópodos* ou *autótrofos*. O *Maraná*, por exemplo, é um parasita que pertence a uma família de *helmintos*. Seu corpo é feito de peças acrílicas e eletrônicas, e depende de fontes de luz para criar movimento e emitir sons. Neste livro apresentamos uma imagem (ver fig. 16) do *Maraná* em detalhes, e o seu comportamento no local.

Diablito (ver fig. 17), uma espécie da família que ele chama de *mecatropo*, habita as linhas elétricas da cidade, alimentando-se com a energia que corre nos cabos.

Os *Autótrofos inorgânicos* (ver fig. 18) são sistemas alimentados por luz que transformam luz em som. Quando colocados no ambiente natural, eles interagem com as variações da luz do dia e das sombras no terreno circundante e com o dos transeuntes.

Todos os três trabalhos de Esparza discutidos acima têm a forma como são apresentados no espaço público como um ponto em comum. Eles não foram

Fig. 16
Maranã.
Maranã.
(Esparza, 2009)

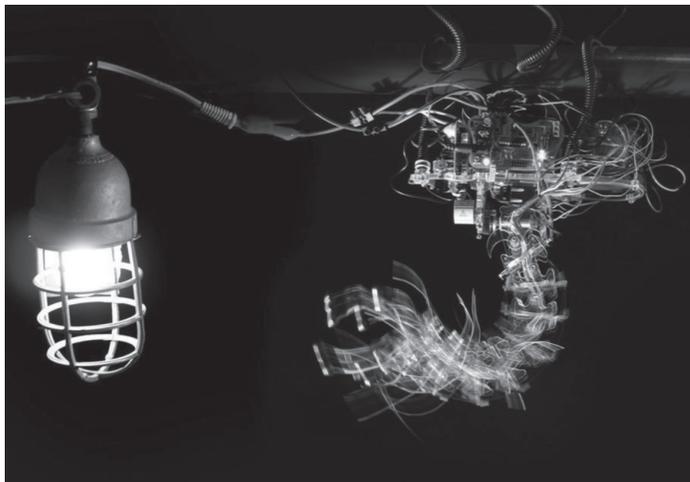


Fig. 17
Diablito.
Diablito.
(Esparza, 2009)





Fig. 18

Autótrofos inorgánicos.

Autótrofos inorgánicos.

(Esparza, 2009)



Fig. 19

Telas capturadas do vídeo do *Proceso* (Processo) de Esparza. As imagens mostram Esparza coletando sucata tecnológica, selecionando mecanismos para a criação de um robô.

Screens captured from the Esparza's video *Proceso* (Process). The pictures show Esparza collecting technological scrap, selecting mechanisms for the creation of a robot.

(Esparza, 2009)

feitos para habitar o confinamento da típica galeria de arte do cubo branco, mas sim para coexistir com a população local no ambiente urbano. O tema natureza, cidade e espaço urbano não são abordados por Esparza apenas em um nível simbólico, mas como local específico, onde suas criaturas elaboradas existem como parte do meio social. A partir desta perspectiva, o trabalho de arte torna-se intrinsecamente associado ao ambiente, de maneira que uma dinâmica afetiva entre as criaturas e o observador é criada. Esta dinâmica é fundada em um paradoxo. Como já foi comentado, as obras de Esparza pretendem ser integradas à paisagem. Talvez seja melhor denominar isto como uma reintegração, pois estes pequenos seres robóticos compartilham com as criações de Ralf Schreiber uma característica comum: resultaram de uma re- adaptação dos resíduos tecnológicos (ver fig. 19), os restos de objetos tecnológicos que em algum momento já faziam parte do contexto urbano.

Quando as funções e estruturas destes objetos técnicos são recombinadas em novas funções, sua história provisória muda e novas micronarrativas surgem. Eles se tornam alienígenas, seres estranhos não familiarizados com o ambiente ao qual um dia pertenceram. Essa tensão entre velho/novo, familiar/inédito, natural/artificial é um fator importante para a experiência estética desses trabalhos de arte. Elas despertam a curiosidade do observador através de um agradável desconforto que envolve o desconhecido, pois são objetos que não pertencem ao contexto social habitual. Saindo do hábito, um critério considerável para a estética da era da informação⁸⁷, elas se tornam altamente improváveis e informativas.

4.5.2.2. MODELO CONCEITUAL

Outro fator que deve ser considerado como parte do tema é o modelo sobre o qual se constrói o diálogo entre estética e tecnologia. Este fator será discutido através do exemplo do trabalho de arte *Alexitimia: An Autonomous Robotic Agent* [Alexitimia: um agente robótico autônomo], de Paula Gaetano Adi (ver fig. 20).

O nome “Alexitimia” (*Alexithymia*, em inglês) deriva dos antigos termos gregos “a = prefixo que significa falta; lexis = palavra; thymos = sentimentos ou emoções” (Adi, 2008). Segundo Adi, este termo, cunhado pelo psicoterapeuta Peter Sifneos (Sifneos, 1973), refere-se a “um déficit na cognição emocional” (Adi, 2008). Como ela explica, trata-se de:

87 Cf. discussão sobre Flusser, na seção “Brincando com a informação, do *homo faber* ao *homo ludens*”.

Um conceito clínico que descreve o comportamento de alguém que em grande parte desconhece seus sentimentos, ou não sabe o que eles significam, e, portanto, não é capaz de falar sobre suas emoções ou suas preferências emocionais (Ibid.).

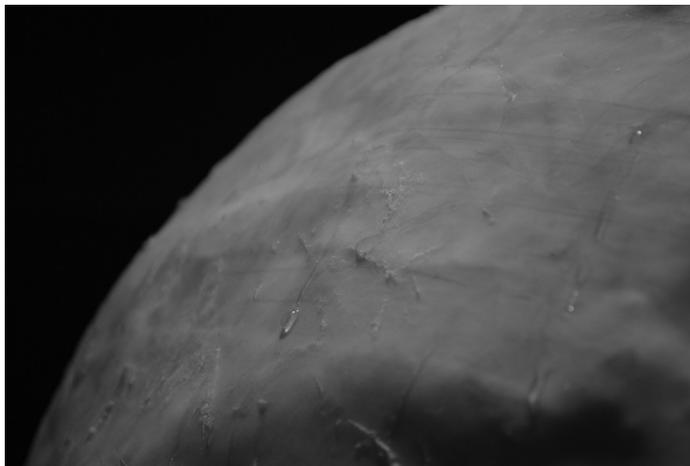
Por exemplo, se alguém que sofre é incapaz de expressar verbalmente seus sentimentos, pode começar a suar para “manifestar o desejo de se comunicar” (Regine, 2007). Este conceito clínico foi apropriado por Adi e incorporado em um robô que transpira quando um participante acaricia sua superfície. A construção do corpo da *Alexitimia* foi um processo de invenção envolvendo a programabilidade de um aparelho, com níveis de códigos e hardware, coordenados com a tradicional solução de problemas da escultura. Através desse processo, uma mistura de materiais macios e flexíveis como argila, látex, tubos plásticos, água, sensores de filme piezoelétricos e microcontroladores foram combinados a fim de dar uma aparência orgânica e um comportamento à estrutura geral. Para Adi, o processo de criação de trabalhos de arte robótica, ao contrário de outras formas de arte, “se baseia nas características e problemas da escultura relacionados à forma e à materialidade” (Adi, 2005).

O significado de *Alexitimia* é múltiplo. Primeiramente, tomar o sintoma alexitímico como tema para a construção de um robô subverte a relação de forma e função na qual os robôs são normalmente construídos⁸⁸. *Alexitimia* não é um robô destinado a cumprir uma meta ou utilidade objetiva. Em segundo lugar, acima da relação entre forma e função vem um atributo afetivo; um sintoma – a identidade alexitímica – que se manifesta artificialmente através do corpo do trabalho de arte. Como resultado disso, a forma como as interações com *Alexitimia* se dá vai além de um nível puramente mecânico até um meta-nível no qual uma camada conceitual se entrelaça com a máquina para formar um eu artificial somático. É esta camada que permite ao observador desenvolver uma conexão afetiva com o trabalho de arte; é entre o corpo artificialmente construído do robô e o corpo do observador que ocorre um diálogo, um “diálogo corporal” (Ibid.) no qual mente e corpo e natural e artificial são unificados.

É importante notar que as qualidades estéticas da obra *Alexitimia* não advêm simplesmente de sua capacidade interativa ou do fato de ser um aparelho que emula a transpiração. Ao contrário, sua relevância emerge da combinação de suas qualidades estruturais e comportamentais e do modelo que elas subcrevem. À luz do conceito de aparelho (Flusser, 1984), vemos que o projeto

88 Uma das máximas do modernismo era “a forma segue a função”, cunhada pelo arquiteto norte-americano Louis Sullivan (Sullivan, 1896).

Fig. 20
Alexitimia.
Alexithymia.
(Adi, 2005)



Alexitimia responde ao experimentalismo que é sugerido como um critério para alcançar a liberdade criativa. Adi desenvolveu seu agente robótico autônomo “alimentando dentro de seu sistema novos conceitos, novos modelos, forçando o aparelho a se comportar de forma significativa”⁸⁹; é este experimentalismo que marca a diferença entre arte e pura funcionalidade. Isto agora será examinado mais de perto.

Em contraste com o projeto de Adi está o desenvolvimento do SAM, um “Manequim Térmico Ágil que Sua” [Sweating Agile Thermal Manikin], desenvolvido pelo físico e fisiologista britânico Mark Richards. O SAM é um manequim de tamanho natural dotado de 125 “bocais de suor”, que lhe dão a capacidade de “simular com precisão o corpo humano em termos de perda de calor, transpiração e movimento” (EMPA, 2009). É um sistema robótico autônomo com um design sofisticado desenvolvido com um objetivo específico – “permitir que as perdas de calor sejam medidas com mais precisão” (Ibid.). Ele se comporta e interage com o usuário a fim de realizar ações precisas e intencionais. O SAM não tem qualquer valor estético neste contexto, provando que o comportamento e a interação não bastam para a criação artística.

Alexitimia, ao contrário, não subscreve uma agenda impulsionada pela busca de novos métodos de simulação de inteligência e comportamento humano. Ao contrário, constrói um discurso estético sobre o diálogo com as premissas da inteligência artificial que considera “os seres humanos e suas reproduções computacionais [como se fossem] apenas um sistema de processamento de informações” (Adi, 2008, p. 7). Este discurso estético emerge da intersecção entre a “personalidade alexitímica” do robô (o modelo, o tema) e seu comportamento (estrutura e funções). Como afirma Adi (Ibid.):

A eliminação (ou ocultação) dos limites entre a personalidade e o comportamento desse robô alexitímico é considerada, neste trabalho, como uma forma estética que esboça a ruptura da estrutura dualista do duro/mole (ou da configuração mente/corpo).

O discurso estético é construído tendo como base a linguagem e a emoção, tornando-se aparente através de um processo que envolve a transubstanciação por meio da transdução. A linguagem e a emoção aqui devem ser interpretadas à luz da abordagem de Humberto Maturana. Maturana afirmou que a linguagem é o que define “nosso modo de existir como seres humanos” (Maturana, 1997).

89 Cf. a seção “Sendo experimental: hackeando o programa do aparelho”, na Parte I deste livro.

A linguagem é uma forma de convivência em um fluxo de coordenação consensual de coordenações de comportamentos consensuais, e é, como tal, um domínio de coordenações de coordenações de ações.

Maturana também disse que, antes da linguagem, a emoção inata era o parâmetro que coordenava os comportamentos de nossos ancestrais.

Antes das coordenações recursivas de comportamentos consensuais da linguagem, nossos antepassados, como todos os animais não linguísticos, coordenavam seus comportamentos através de suas emoções consensuais e inatas. O que indicamos ao afirmar que distinguimos uma emoção em outros seres humanos, em animais não linguísticos, ou em nós mesmos, é o domínio dos comportamentos relacionais em que pensamos que estamos, ou que aquele outro ser está (Ibid.).

Maturana chama este entrelaçamento consensual entre linguagem e emoções de “conversa” (Ibid.). A razão desta pesquisa considerar a observação de Maturana é a convicção de que a obra de arte não existe fora do escopo de tal conversa entre o observador e o trabalho de arte. É a capacidade de abordar o significado em um determinado contexto que permite ao observador experimentar a transubstanciação da informação em um campo estético.

O termo transubstanciação vem de uma palestra dada por Marcel Duchamp na Convenção da Federação Americana de Artes (Duchamp, 1957). Duchamp afirmou que o trabalho de arte é um catalisador de uma “osmose estética”, um processo que é ativado entre o artista e o espectador através do qual um “coeficiente artístico” é transferido. Como ele explicou:

(...) “coeficiente artístico” é como uma relação aritmética entre o não expressado, mas pretendido, e o expressado não intencionalmente. (...) “coeficiente artístico” é uma expressão pessoal da art à l'état brut, ou seja, ainda em estado bruto, que deve ser ‘refinada’ como açúcar puro do melão pelo espectador (...). O ato criativo assume outro aspecto quando o espectador vivencia o fenômeno da transmutação: através da transformação da matéria inerte em obra de arte, uma transub[s]tanciação real aconteceu, e o papel do espectador é determinar o peso do trabalho na escala estética (Duchamp, 1957).

O ato criador foi concebido por Duchamp como “a diferença entre a intenção e sua realização” (Judovitz, 1998, p. 111). A dimensão estética ocorre na zona intersticial entre a intenção do artista e a resposta do observador. Embora este seja um ponto válido, é possível questionar se a simples atribuição de uma

função “artística” a um sistema artificial lhe confere uma qualidade estética. Por exemplo, a simples mudança do “SAM” de seu domínio industrial nativo para o espaço de exposição – semelhante ao ato de Duchamp com o urinol que ele assinou como R. Mutt – se desdobraria em algum valor estético?

A obra *Alexitimia* parece sugerir que não provém de uma simples transubstanciação de “matéria inerte” em uma obra de arte. Como trabalho de arte behaviorista, a transubstanciação depende das transduções⁹⁰ que ocorrem na estrutura do trabalho de arte. Durante esta pesquisa, o trabalho de arte behaviorista tem sido chamado de “hiperorganismo”. Como tal, este é capaz de realizar transformações de energia no tempo, uma característica que identifica seu comportamento específico e sua corporeidade. O valor estético atribuído a *Alexitimia* vem do jogo intrínseco de forças geradas por seu comportamento (sua capacidade de emular o suor), sua personalidade (conceito alexitímico) e a intenção do observador de abordar o significado. É um entrelaçamento de estrutura, tema e conversa dialógica que se manifesta em um campo integrativo. O SAM, por sua vez, não depende de tal arranjo para funcionar perfeitamente. Sua relação primária com seu usuário é de causa e efeito, não há necessidade de qualquer tipo de transubstanciação para que ocorra. Por sua vez, *Alexitimia* só cumpre sua “função estética” se seu comportamento e personalidade persuadirem o observador a participar de uma conversa.

4.5.3. EQUILÍBRIO

O último dos cinco tópicos examinados nesta seção é o equilíbrio. Esta subseção examinará como o equilíbrio atua como um vetor de força que informa o que temos conceitualizado como campo integrativo. Na abordagem de Arnheim acerca da Gestalt, o equilíbrio é concebido como sendo o estado final da “ordem alcançada e da máxima entropia relativa” (Arnheim, 1974b). Isto significa que o trabalho de arte está em um estado de equilíbrio, alcançou a sua estabilidade estrutural e se encontra paralisado, apresentando o máximo aspecto informativo. Levando em conta esta perspectiva face à estrutura da arte behaviorista, é necessário reconsiderar que o trabalho de arte não está

90 A transdução neste contexto significa a transformação que ocorre entre duas formas diferentes de energia. O processo transdutivo é crucial para a homeostase do hiperorganismo e para sua capacidade de se comportar de acordo com seu modelo conceitual. Trata-se de um conceito desenvolvido por Simondon que se refere ao processo de individuação em objetos técnicos. Foi investigado mais detalhadamente por Adrian Mackenzie em seu livro *Transductions* (Mackenzie, 2002).

estático, mas em um estado metaestável; as interações entre o tema estrutural e o equilíbrio não são apenas um privilégio de um processo fechado de invenção (modelo unidirecional), mas também estão abertas à intervenção externa do observador. Sob tal condição, o estado metaestável da arte é perturbado pela presença do observador e o equilíbrio do sistema é alterado e um equilíbrio provisório é alcançado. Nesta “máxima entropia relativa”, um estado informativo superior é alcançado pela presença do observador como resultado de uma conversa que envolve significado e informação.

Para ilustrar essas ideias, um trabalho desenvolvido pelo autor deste livro será apresentado. Este trabalho de arte recebeu o título de *Equilibrium*. Ela faz parte de uma série de projetos que foram compostos de desenhos, vídeos e peças robóticas organizadas sob o guarda-chuva conceitual chamado *Leaves System*. *Leaves System* explora poeticamente a hibridização de sistemas naturais e artificiais e foi motivado pela busca de novos modelos de agência biológica que pudessem ser levados para dentro do sistema de aparelhos. O objetivo era permitir novos modos eficazes/afetivos de conversa com o observador da obra de arte. O cerne do *Leaves System* está no uso de plantas (daí “*Leaves*”) como organismos naturais trabalhando simbioticamente com uma contraparte artificial. Estes projetos e seus antecedentes conceituais serão relatados em detalhes dentro da seção intitulada “*Leaves System* – trabalho prático”. Entretanto, para a presente discussão, somente o trabalho denominado *Equilibrium* será abordado.

Equilibrium é um hiperorganismo no qual uma planta e um sistema artificial compartilham uma relação mútua. Este sistema híbrido é composto de dois pequenos motores, células solares, microchips, sensores de luz e uma planta. Todo o sistema é organizado em um balanço que permite que ele gire em torno de seu eixo de modo a evocar uma bússola. O sistema artificial ocupa um lado da balança e é configurado para se comportar como um photovore (robô que procura luz) através do controle de duas hélices que forcem todo o sistema a girar tanto no sentido horário quanto anti-horário⁹¹. Uma pequena planta é colocada

91 Este sistema foi inspirado nas ideias de Valentino Braitenberg, um neurocientista e cibernético ítalo-austriaco, conhecido pelo livro *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. Neste livro, Braitenberg descreve uma série de experimentos conceituais em que veículos (conhecidos como Veículos Braitenberg), dotados de uma estrutura interna simples, apresentam um comportamento imprevisível e complexo. O principal argumento do livro é que o comportamento de mecanismos artificiais, cujo princípio de funcionamento não é conhecido, pode ser interpretado como agressão, amor, previsão e até mesmo otimismo. A base do mecanismo de *Equilibrium* é um circuito analógico que se enquadra na categoria conhecida como robótica BEAM, um acrônimo para Biologia, Eletrônica, Estética e Mecânica, cunhado pelo especialista em robótica Mark Tilden (Tilden, 2000; Hrynkiw e Tilden, 2002).

do outro lado da balança de modo que, quando a balança gira em seu eixo, a planta é posicionada em direção à luz. Por sua vez, junto com a planta, duas células solares absorvem a luz e fornecem energia para o sistema artificial.

Equilibrium manifesta um comportamento autônomo. Pertence a uma classe de híbridos artificiais que emergem das práticas artísticas contemporâneas interessadas pela relação mútua entre os organismos naturais e aqueles feitos por humanos. A motivação para desenvolver *Equilibrium* começou com um questionamento sobre se um ser vivo natural e uma máquina poderiam ser integrados em uma forma de sistema simbiótico, de modo que a estrutura do sistema pudesse ser benéfica tanto para os organismos naturais quanto para os artificiais. As plantas, como tema e elemento simbiótico, têm um papel muito importante nesta obra. Enquanto organismos da esfera natural, elas devem ser consideradas um subsistema, trazendo para o trabalho de arte sua própria rede de significado e crenças⁹². Não é apenas uma planta, mas uma planta reunida com peças artificiais para comportar-se em uníssono como um hiperorganismo.

Equilibrium foi criado para habitar o ambiente natural sob o sol, assim como para compartilhar com os observadores um espaço de exposição apoiado por luzes artificiais⁹³. Sob tal condição, os observadores tornam-se conectados dentro de uma cadeia sutil que interliga planta, homem e máquina. Ao se interpor entre o sistema e as luzes artificiais do ambiente, ele/ela leva a criatura a procurar uma nova fonte de energia. Ao intervir desta maneira, acidentalmente ou com intenção, o observador é informado sobre o comportamento e as necessidades do sistema. O observador se envolve em uma conversa significativa com o hiperorganismo, até que, curiosamente, percebe que o “bem-estar” da criatura depende de sua não interação.

Equilibrium emerge desta conversa multifacetada entre o observador e o hiperorganismo. Ela coloca novas questões sobre a questão da interação, já que a relação com o observador não se baseia estritamente em regras de causa e efeito. Mais do que uma resposta puramente interativa ao comportamento humano, estes organismos pedem diálogos, exigindo uma espécie de investigação sobre sua natureza como indivíduos (técnica e natural), a fim de desdobrar a rede de significado a que pertencem. Se a natureza é um conceito, nunca alcançado objetivamente, mas apenas subjetivamente, e se a arte é uma

92 Isso diz respeito à compreensão das plantas de acordo com várias categorias epistemológicas: cultural, social, religiosa ou científica. Cada uma destas categorias aborda o significado das plantas de acordo com seu próprio sistema de validação.

Esta questão será tratada mais adiante na seção “*Leaves System* – trabalho prático”.

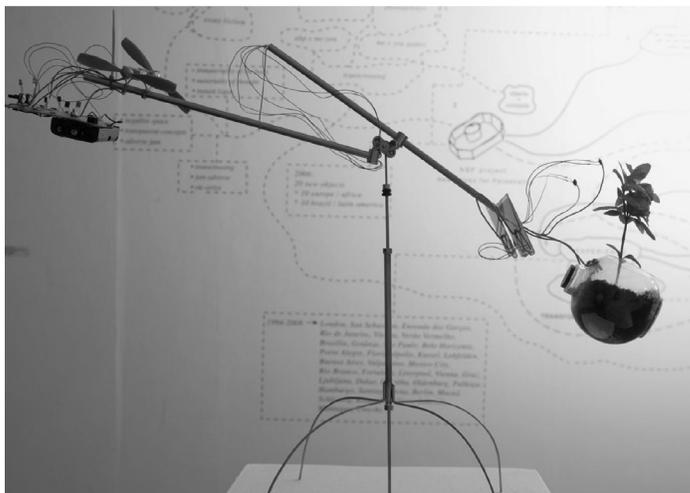
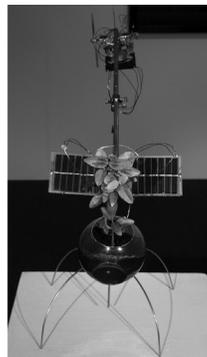
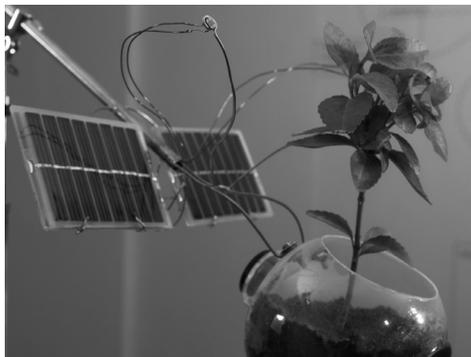
93 A obra *Equilibrium* foi exibida na Art Centre Gallery, Plymouth, Reino Unido, no evento Artists from Brazil, em 2008.

Fig. 21

Equilibrium.

Equilibrium.

© 2008, Guto Nóbrega



das ferramentas mais poderosas para modular a subjetividade e, em última instância, nossa consciência, o híbrido de plantas e sistemas artificiais pode trazer novos insights sobre o mundo em que vivemos e sua contínua metamorfose. E se a arte pode ser pensada como uma espécie de jogo, devemos começar a considerar também novos tipos de jogadores. Novas espécies feitas de partes naturais e tecnológicas.

Equilibrium conserva um estado metaestável que a mantém viva como um hiperorganismo. Quando tal estado é perturbado pela sombra de outro ser, ele se regula em um estado alternativo de equilíbrio. Esta é a ocasião em que *Equilibrium* atinge seu estado mais significativo, quando significado e informação se entrelaçam na mente do observador (ver fig. 21).

4.6. RUMO A UMA TEORIA ORGÂNICA DA ARTE

No campo da arte tecnologicamente assistida, a ideia de trabalhos de arte como organismos vivos não é nova. Tais conceitos podem ser vistos no trabalho “formas geneticamente vivas” (Rush, 1999), de William Latham; na ideia de Christa Sommerer e Laurent Mignonneau (1999) de “trabalhos de arte voltados ao processo” como “sistemas vivos”; ou em Peter Weibel, a quem a imagem digital se aproxima de um organismo vivo devido a três elementos característicos: virtualidade, variabilidade e viabilidade (Weibel, 1997, p. 178). Nas palavras de Weibel,

Se definirmos um organismo vivo como um sistema caracterizado por sua propensão a reagir de forma relativamente independente a qualquer número de dados, então segue-se que um sistema virtual dinâmico de variáveis multissensoriais se assemelhará a um organismo vivo e seus padrões de comportamento (Ibid.).

Essas visões têm suas raízes na ideia de que a vida, resultado da organização material, pode ser simulada por meios artificiais, principalmente através da computação. Esta ideia, apoiada por conceitos da teoria evolutiva, biologia molecular e teorias de sistemas complexos, pode ser atrelada ao trabalho frequentemente comentado de Christopher Langton, que é reconhecido como um dos entusiastas do campo da Vida Artificial (AL – artificial life) (Langton, 1989). Segundo a perspectiva de Langton, “os organismos vivos nada mais são do que máquinas bioquímicas complexas” (Ibid.), cuja organização emerge de interações dinâmicas e não lineares de uma “grande população de máquinas relativamente simples” (Johnston, 2008). Para Langton, a vida não precisa

reconhecer nenhum tipo de princípio “vitalista”⁹⁴, portanto, os fenômenos biológicos podem ser sintetizados e ampliados através do uso de “computadores e outros meios ‘artificiais’” (Langton, 2000). Por definição,

Vida Artificial é o estudo de sistemas feitos pelo homem que exibem comportamentos característicos de sistemas vivos naturais. Ele complementa as ciências biológicas tradicionais preocupadas com a análise dos organismos vivos, tentando sintetizar comportamentos semelhantes aos da vida dentro de computadores e outros meios artificiais. Ao estender a base empírica sobre a qual a biologia se baseia além da vida em cadeia de carbono que evoluiu na Terra, a Vida Artificial pode contribuir para a biologia teórica ao situar a vida-como-nós-a-conhecemos dentro do quadro mais amplo da vida-como-ela-poderia-ser. (...) Somente quando formos capazes de ver a vida-como-nós-a-conhecemos no contexto mais amplo da vida-como-ela-poderia-ser, entenderemos realmente a natureza da besta. A Vida Artificial (...) é um campo relativamente novo, que emprega uma abordagem sintética para o estudo da vida-como-ela-poderia-ser. Ela vê a vida como uma propriedade de organização da matéria, em vez de uma propriedade da matéria que é então organizada (Langton, 1989, pp. 1-2).

A pesquisa discutida neste livro, no entanto, concentra-se em um aspecto diferente dos fenômenos biológicos. Sugere-se aqui que, se uma pesquisa quer realmente abordar criativamente a “vida-como-ela-poderia-ser”, em primeiro lugar deve haver consideração pela vida-ainda-desconhecida. A Vida Artificial (VA) é fundamentada no processo de síntese de maneira semelhante à forma como é aplicada na química sintética – a capacidade de “reunir novos compostos químicos não encontrados na natureza” (Langton, 2000). Mais precisamente, VA visa avançar em direção à “biologia sintética” (Ibid.) para cumprir “a tentativa de recriar fenômenos biológicos em meios alternativos” (Ibid.). Na verdade, a disciplina VA tem em seu título um paradoxo, pois sua principal preocupação não é a vida, mas o comportamento emergente. “O que importa é o que eles [seres vivos sintéticos] fazem, não se eles estão vivos.”

A investigação do comportamento na estética pós-moderna parece ter sido uma transição necessária para se chegar aos conceitos de dinâmica estrutural que podem ser identificados agora na arte interativa contemporânea. Mas nas artes, o comportamento em si não é suficiente, assim como a homeostase não é suficiente (Arnheim, 1974b).

94 Vitalista no sentido de relacionada ao Vitalismo, doutrina que encarava as propriedades da vida orgânica como resultantes da intervenção de um “espírito” diferenciado ou fluido vital que lhes infundia vida (Bechtel e Richardson, 1998).

Para uma visão mais adequada da natureza humana, é necessário levar em conta os objetivos da vida, o esforço direcionado ao crescimento e à estimulação, as atrações da curiosidade e da aventura, a alegria de exercitar o corpo e a mente, e o desejo de realização e conhecimento (Ibid.).

Uma descrição dessas questões não se baseia no rearranjo sintético das estruturas moleculares e do comportamento emergente como encontrado na VA. A ideia de organismo estético que é proposta neste livro não pretende imitar o comportamento orgânico, mas encará-lo, essencialmente, como uma estrutura viva e coerente em si, partindo de uma perspectiva que entende que a arte é, por reflexão, uma propriedade da vida. No argumento aqui desenvolvido, a tecnologia da informação oferece ao artista as condições para explorar a vida, não em sua aparência, mas como um modelo de expressão criativa. Como Johann Wolfgang von Goethe afirmou, o artista deveria visar “(...) não apenas algo leve e superficialmente eficaz, mas, como rival da natureza, algo espiritualmente orgânico (...) um conteúdo e uma forma que pareça tanto natural como para além da natureza” (Goethe, 1980 apud Whitelaw, 2001).

A noção da “vida-como-ela-poderia-ser” talvez se constitua uma fonte de inspiração para as artes, mas ao seguir este caminho é impossível evitar a questão frequentemente abordada: o que é a vida? Como o orgânico poderia inspirar os artistas? Além disso, como a arte e a tecnologia poderiam alimentar novas metáforas reverberando o que ainda é desconhecido sobre a vida? Estas perguntas poderiam levar a respostas diretas, mas o assunto exige uma análise mais sutil. As ideias de Jack Burnham podem fornecer uma visão útil nesta área.

Em *Beyond Modern Sculpture* [Além da escultura moderna] (Burnham, 1968a), Burnham dedicou um capítulo inteiro à influência que a filosofia do “vitalismo”⁹⁵ teve na escultura moderna. Pode-se ver que tal influência se

95 A teoria Vitalista defendia que o organismo vivo é em essência diferente das entidades não vivas devido à existência de um “espírito” distinto ou fluido vital que lhes infunde vida (Bechtel e Richardson, 1998). Embora as raízes do vitalismo possam ser remontadas a Aristóteles e ao conceito de enteléquia (a força vital que guia o organismo em direção à autorrealização (Sachs 2009)), o conceito de vitalismo foi desenvolvido em oposição ao discurso mecanicista do sistema biológico formulado por René Descartes e seus sucessores. O conceito de enteléquia aparece no trabalho do ilustre embriologista Hans Driesch (1867-1941), e também na obra do filósofo francês Henri Bergson (1874-1948). Bergson desenvolveu o conceito de *elã vital* em seu livro *A evolução criadora* (Bergson [1911] 1964) como sendo essencialmente um impulso comum que estimula e explica a criação de todas as espécies vivas. Por outro lado, as teorias mecanicistas sobre a matéria orgânica postularam que a vida pode ser plenamente explicada em termos de “funções físicas analisáveis e combinações de matéria” (Burnham, 1968a). As origens de tal conceito remontam a René Descartes e sua afirmação de que “os animais, e o corpo humano, são ‘autômatos’, dispositivos mecânicos que diferem dos dispositivos artificiais apenas em seu grau

destaca na obra de Rodin, segundo o qual “quando um bom escultor modela um torso, ele não só representa os músculos, mas a vida (...) que os anima – mais do que a vida, a força que os formou” (Rodin apud Burnham, 1968a, p. 55) ou na obra de Henri Moore, que afirmou que “uma obra deve primeiro ter uma vitalidade própria. Não me refiro a um reflexo da vitalidade da vida, do movimento, da ação física, da diversão, da dança, etc., mas essa obra pode ter nela uma energia reprimida, uma intensa vida própria, independentemente do objeto que possa representar” (Rodin apud Burnham 1968a, p. 55). Baseado na obra de Henry Bergson e de historiadores como Herbert Read e Henri Focillon, Burnham seguiu a poética do “vitalismo” como uma ideia filosófica e científica na escultura moderna. Curiosamente, a tese de Burnham, e a razão para trazer à luz a estética do “vitalismo”, foi mostrar, naquela época, que

A escultura formalista e vitalista representa duas tendências preparatórias que antecipam simbolicamente a recriação da vida através de meios não biológicos, ou seja, através da tecnologia. Neste caso, peças clássicas de máquinas, como engrenagens, pinos, câmaras e placas de rolamentos (reduzidas a seus equivalentes geométricos básicos) são equiparadas no subconsciente da sociedade industrial com a própria força da vida. (...) Em parte, a escultura formal tornou-se a reconstrução da vida através da simulação das formas das máquinas (...) (Burnham, 1968a, p. 9).

Além disso, Burnham continua,

Hoje, a preocupação intelectual do vitalismo está voltada para outro alvo: o reino da tecnologia da computação, que engloba a inteligência artificial e a criatividade informática. Resta saber se esta nova “ofensa ao espírito humano” será rechaçada – ou se se tornará mais um triunfo para os mecanicistas. Lentamente o paradigma da vida vitalista mudou de uma perspectiva fisiológica para uma perspectiva neural (Burnham, 1968a, p. 65).

No final de seu livro, ele concluiu:

Considerando o caminho traçado até agora, seria lógico especular sobre a natureza quase-biológica da arte futura. Tal possibilidade depende de um realinhamento radical da psique humana com a crescente sofisticação e autonomia de nossos sistemas técnicos. *Implica também uma eliminação gradual, ou uma obsolescência*

de complexidade” (Bechtel e Richardson, 1998). O vitalismo se expandiu como reação contra uma concepção mecânica da vida (Needham, 1935), entretanto, a consideração de um espírito vital ou fluido místico que explicariam a vida se apresenta como um obstáculo contrário ao próprio dogma científico e ao espírito de indagação.

programada, de toda a vida orgânica natural, substituindo tipos de formas de vida muito mais eficientes por nossas formas de vida “inferiores” e imperfeitas. Seria isto arte como conhecemos, ou seria o ápice do que os futurólogos chamam de impulso faustiano, a grande ilusão de uma sociedade convencida de sua própria onipotência científica? (Burnham, 1968a, p. 376, grifo nosso)

O que parece paradoxal no argumento de Burnham é como a doutrina do “vitalismo”, combinada com uma abordagem da vida como sendo aquilo que não pode ser compreendido em termos mecanicistas, indica a antecipação (mesmo simbolicamente) da recriação da vida através de meios não biológicos. Quando o impulso vital (impulsionado pelo artista) e a matéria inerte se unem como uma escultura, é o poder da vida que é amplificado através das metáforas da arte. Quando a vida é “recriada” através de meios tecnológicos inorgânicos por um processo de síntese, não há necessidade de metáfora ou qualquer processo de “substanciação” (Duchamp, 1957) a ser realizado. Uma estética “vitalista” seria assim reduzida a uma estética “mecanicista”.

Anteriormente neste livro foi apresentada a ideia de um organismo estético, um conceito que emerge da confluência embrionária do observador, do artista e do trabalho de arte, aqui entendido como um hiperorganismo⁹⁶. Este modelo une dois conceitos fundamentais: campo e coerência. Nele, leva-se em conta o papel da informação e da entropia nas formas de comunicação, como as artes, não do ponto de vista da matéria inorgânica, mas do ponto de vista dos sistemas orgânicos vivos. O presente estudo buscou um modelo teórico que pudesse apoiar a análise de tal estrutura estética. Tal modelo deve considerar a importância da coerência para a compreensão dos sistemas vivos. Além disso, o modelo biológico teórico deve ser cientificamente robusto sem ser reducionista. Buscou-se um modelo que pudesse ser considerado integrativo, no sentido de dar atenção à relevância das diversas partes estruturais sem perder de vista a dinâmica do todo. Isto sugere que o que poderia ser necessário é um equilíbrio entre intuição e racionalidade, introspecção e projeção. Em suma, este modelo deve levar em conta a visão dos organismos vivos e das artes como um fenômeno de campo. Tal modelo conceitual e prático está disponível em um ponto de convergência entre física e biologia, especificamente no campo da biofísica integrativa e da pesquisa da biofotônica. A próxima etapa do estudo levantará as principais questões teóricas e práticas relativas ao campo da biofotônica. A seção seguinte concluirá com uma análise do organismo estético à luz de suas principais questões teóricas; a coerência e o campo integrativo da matéria orgânica viva.

96 Cf. a seção “O trabalho de arte behaviorista como um hiperorganismo”.



PARTE III: CIÊNCIA

BIOFOTÔNICA E A ABORDAGEM DE
CAMPO INTEGRATIVA

5. O MODELO BIOFOTÔNICO

A ligação conceitual entre artes e biofótons foi inicialmente formulada no artigo de Roy Ascott, “Biophotonic Flux: Bridging Virtual and Vegetal Realities” (Ascott, 2003b). Tendo em vista as possibilidades artísticas multifacetadas que são alimentadas pelas descobertas científicas e tecnológicas contemporâneas, Ascott especulou sobre uma ponte estética entre o sistema de comunicação quântica de células e moléculas e a rede de macroinformação que construímos em toda a Terra.

A Telemática e a tecnologia da Realidade Mista, agora centrais para a prática artística, podem se tornar os instrumentos da investigação ontológica e epistemológica. A esse respeito, o novo campo de fronteira da pesquisa biofotônica pode se mostrar crucial em nossa compreensão dos sistemas de comunicação do organismo humano e fornecer um *link* conceitual para as redes telemáticas que estamos tecendo sobre a face da Terra (Ibid.).

A atenção de Ascott para a biofotônica foi impulsionada pela observação de Jeremy Narby da correlação entre sua pesquisa sobre as origens das visões xamânicas e a investigação biofísica contemporânea da coerência quântica em organismos vivos. Ambas as linhas de investigação tinham em comum o argumento especulativo do DNA como fonte de luz. Para ser mais preciso, em biofotônica o ácido desoxirribonucleico é o principal candidato como fonte primária de uma biorrede de radiação eletromagnética, que supostamente serve como principal canal de comunicação do organismo. O biofísico Fritz-Albert Popp batizou o principal componente desse campo dinâmico de comunicação de “biofóton”.

A abordagem conceitual de Roy Ascott para esse campo traçou paralelos notáveis entre a comunicação telemática e o fenômeno do biofóton.

A importância da pesquisa biofotônica para o artista ainda não foi estabelecida, mas estou disposto a acreditar que o paralelismo entre a rede de comunicação interna do corpo de luz e o ambiente externo da comunicação telemática oferece um espaço considerável para a criatividade conceitual. A orquestração da luz em uma harmonia penetrante é igualmente o potencial para a totalidade das tecnologias de realidade mista, por meio das quais o artista e o cientista podem se unir na extensão dos biocampos humanos em novos domínios de experiência. É aqui, na iluminação de campos biologicamente eficazes, que a arte se tornará mais visivelmente próxima da cura. É claro para mim que a investigação em biofísica, nomeadamente

na área da biofotônica, e dos campos electromagnéticos, terá um papel significativo na evolução dos meios úmidos, substrato da arte do século XXI, abrangendo cruzamentos entre a telemática, a neurociência, biologia, física quântica e nanoengenharia no trabalho de artistas, designers, performers e arquitetos. (Ibid.)

O presente estudo desenvolveu duas abordagens específicas em relação à pesquisa biofotônica. A primeira abordagem investiga os biofótons como um modelo funcional para a criação de organismos estéticos. Material, métodos, teorias e impacto biológico foram analisados em detalhes e relatados nas seções seguintes deste livro. Apesar da teoria da biofotônica estar disponível em uma extensa lista de jornais e livros, a maioria do material disponível não aborda a pesquisa biofotônica do ponto de vista artístico, nem tira conclusões de natureza estética. O objetivo desta seção, do ponto de vista prático, é mapear as principais questões teóricas do assunto, oferecendo uma extensa bibliografia e revisão dentro do campo, permitindo investigações futuras.

A segunda abordagem trata da pesquisa biofotônica como modelo conceitual para a análise de organismos estéticos. A hipótese do presente estudo é de que a dimensão estética da tríade artista/trabalho de arte/observador, como discutido anteriormente neste livro, só pode ser plenamente desdobrada se as forças interacionais dessa tríade em termos de um fenômeno de campo integrador, que vem sendo denominado neste livro de iField, são levados em consideração. A pesquisa biofotônica oferece uma imagem dos organismos vivos em termos de um modelo de campo integrativo no qual partes e todo ressoam em uníssono de comunicação. O mecanismo por trás desse processo é a coerência.

Se a rede global de informações reflete de alguma forma nosso aparato orgânico interno, isso confirma que a tecnologia pode ser considerada uma espécie de espelho de nós mesmos (Rokeby, 1995, p. 133). Portanto, o presente estudo sugere que a coerência é a imagem no espelho que reflete os acoplamentos ressonantes dentro e entre sistemas vivos e os acoplamentos ressonantes dentro e entre organismos estéticos.

A seção seguinte fará um levantamento de alguns dos principais aspectos da pesquisa em biofótons, com foco em seu caráter bioinformacional e no acoplamento de sistemas orgânicos por meio de um campo coerente de radiação. Este levantamento baseia-se na revisão da principal literatura na área de pesquisa; experiência pessoal acumulada pelo autor ao frequentar a Escola de Verão (Summer School) de 2006 no Instituto Internacional de Biofísica (IIB); um intercâmbio científico de curta duração no mesmo instituto em que o autor acompanhou o procedimento experimental do engenheiro eletricitista

brasileiro Cristiano de Mello Gallep com emissão espontânea de luz de brotos de mudas de trigo; visualização da luminescência retardada das plantas com auxílio do sistema de imagem CCD⁹⁷ no IIB; visita ao Departamento de Ciências Ópticas e Faculdade de Medicina de Ciências Ópticas da Universidade do Arizona para fazer intercâmbio com Gary E. Schwartz e seu grupo de pesquisa, que realiza experimentos em biofótons e curadores [healers]; e, por fim, entrevistas com o escritor Marco Bischof e a pesquisadora Melinda H. Connor.

É importante reiterar que a presente discussão sobre o fenômeno do biofóton procede de um ponto de vista artístico e de um *insight* retirado da experiência em primeira pessoa. Esta pesquisa conjuga em sua metodologia uma análise prática/discursiva de um modelo de campo integrativo de organismos vivos, visto a partir de duas perspectivas particulares: arte e ciência. O objetivo não é aplicar um modelo científico à arte, mas mostrar pontos de interseção entre as disciplinas por meio de abordagens criativas à vida. Como conclusão, será demonstrado como a visão integrativa dos organismos vivos como sistemas de bioinformação pode funcionar como modelo conceitual para a criação e análise de organismos estéticos.

5.1. COMPREENDENDO FÓTONS: PRINCÍPIOS BÁSICOS

A compreensão do fenômeno do biofóton requer a compreensão do significado dos fótons e a perspectiva alternativa da realidade física que é introduzida pela mecânica quântica. A palavra fóton deriva da palavra grega “phōs”, que significa luz. É o termo usado para designar um quantum de radiação eletromagnética na física quântica. Isso remonta à hipótese de Max Planck (Planck, 1901) de que “a energia radiante poderia existir apenas em quanta discretos” (Nave, 2006). O conceito de Planck substituiu a perspectiva anteriormente dominante de um fenômeno de luz que se baseava nas leis newtonianas da natureza, formuladas no livro *The Mathematical Principles of Natural Philosophy* (Newton et al., [1687] 1729)⁹⁸. Newton havia postulado que o brilho de um corpo aumenta *ininterruptamente* e proporcionalmente à frequência de sua radiação eletromagnética.

De acordo com o que ficou conhecido como a “hipótese de Planck”, “toda a radiação eletromagnética é quantizada e ocorrem infinitos ‘pacotes’ de energia que chamamos de fótons” (Nave, 2006). Isso introduziu o conceito “quântico”

97 Abreviação de dispositivos de carga acoplada (*charge-coupled devices*).

98 Original em Latin: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

à radiação. Em 1905, um artigo escrito por Albert Einstein intitulado “On a Heuristic Viewpoint Concerning the Production and Transformation of Light”, que lhe rendeu o Prêmio Nobel de Física em 1921, deu uma explicação matemática para o fenômeno conhecido como “efeito fotoelétrico”⁹⁹ (ver fig. 22) em que ele fundamenta a noção de luz como fluxos de partículas, estabelecendo também a dualidade onda-partícula, um paradoxo pelo qual os fótons exibem propriedades de onda e de partícula.

Os fótons são um fenômeno incompreensível, que até mesmo o experiente físico Albert-Fritz Popp considera difícil definir em uma simples frase, embora ele forneça uma definição útil para a discussão neste estudo.

A imaginação mais razoável (e ao mesmo tempo facilmente compreensível) de um fóton pode ser obtida olhando-o como um processo e não como uma partícula (Popp, 1994).

5.2. O QUE SÃO BIOFÓTONS?

É popularizado entre os físicos que a radiação eletromagnética (a transferência de calor) de um corpo, resultante dos movimentos de átomos e moléculas, depende principalmente de sua temperatura – conforme descrito pela lei de Planck (Planck, 1901). Sabe-se também que os organismos vivos não atingem a temperatura necessária para emitir luz visível, como uma lâmpada incandescente, que poderia ser vista a olho nu. No entanto, parece ser o caso que todos os sistemas biológicos vivos, incluindo os seres humanos, emitem luz de forma contínua e espontânea em uma intensidade muito baixa, embora esta seja tão fraca que não pode ser percebida sem o uso de instrumentação apropriada. Esse brilho celular, também conhecido como “emissão de biofótons” (Popp, 1988), não deve ser confundido com a bioluminescência (também conhecida como “luz fria”), que é um fenômeno natural observável em alguns vertebrados e invertebrados, bem como em microrganismos e animais terrestres. Nestes últimos casos, a luz aparece como resultado de reações químicas luciferina-luciferase e pode ser facilmente vista pelo olho humano (Popp, 1994) (ver fig. 23).

Os biofótons devem ser separados da bioluminescência geral. São luz ultrafraca variando de 10^{-16} a 10^{-18} W/cm² (Cifra, 2006). Os biofótons se manifestam

99 O efeito fotoelétrico foi observado em um experimento que mostrou que a quantidade de energia produzida por certos materiais ao absorver a luz não depende da intensidade da radiação, mas de sua frequência, opondo-se à, na época aceita, teoria das ondas de luz (Nave, 2006).

Fig. 22

O efeito fotoelétrico. Os fótons que chegam pela esquerda atingem uma placa metálica (inferior) que, por sua vez, libera os elétrons. Redesenho baseado na Wikipedia.

The photoelectric effect. Photons strike a metal plate that in turn releases electrons. Redrawing based on Wikipedia.

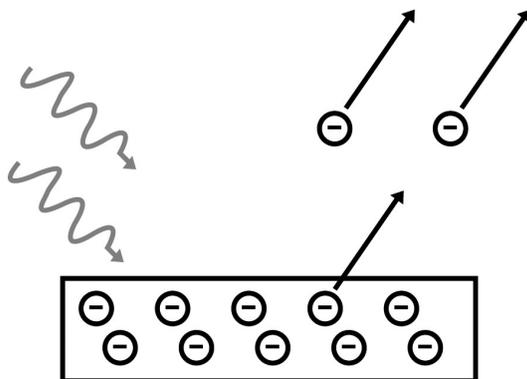


Fig. 23

Vagalume.

Firefly.

{Imagem por / Image by Emmanuelm: en.wikipedia [CC-BY-3.0 (www.creativecommons.org/licenses/by3.0)] - Wikipedia Commons} : en.wikipedia [CC-BY-3.0 (www.creativecommons.org/licenses/by3.0)] - Wikipedia Commons}



dentro da frequência espectral variando entre 200-800 nanômetros, o que significa que eles começam na porção infravermelha do espectro de luz que se estende por toda a faixa visível até a seção ultravioleta (Popp, 1979). Ao contrário da atividade de bioluminescência, “a emissão de biofótons é permanente” (Popp, 1994).

Um dos principais pesquisadores da biofotônica é Masaki Kobayashi, físico do Instituto de Tecnologia Tohoku em Sendai, e definiu o biofóton como

uma emissão espontânea de fótons, sem qualquer fotoexcitação externa, através da excitação química dos processos bioquímicos internos subjacentes ao metabolismo celular. A emissão de biofótons tem origem na excitação química de moléculas em metabolismo oxidativo. É distinto da radiação térmica decorrente da temperatura corporal. (...) O fenômeno do biofóton tem sido pesquisado desde os níveis celular ou subcelular até o nível do organismo individual, seguindo o desenvolvimento das técnicas de detecção de fótons altamente sensíveis (Kobayashi, 2009).

Apesar da baixa intensidade dessa emissão de luz, os biofótons apresentam um atributo muito peculiar. Existe um consenso entre vários grupos científicos (Popp, 1981; Bajpai, 1998; Inaba, 2000; Kobayashi e Inaba, 2000; Gallego et al., 2005; Creath e Schwartz, 2005a; Belousov e Voeikov, 2006) de que este campo de radiação ultrafraca desempenha um papel importante no sistema regulador dos organismos vivos pelo qual é emitido. O trabalho de Fritz-Albert Popp afirma fornecer evidências de que a emissão de biofótons deve estar associada a funções biológicas e fisiológicas, mostrando que (1) os biofótons são altamente sensíveis às mudanças ambientais, (2) eles se comportam em ressonância com os processos fisiológicos nos quais atuam como seu regulador, e (3) são de caráter não térmico e possuem alto grau de coerência (Popp et al., 1984; Mei, 1994; Devaraj et al., 1997). As correlações entre as atividades da vida e a emissão biofotônica sugerem fortemente que esse fenômeno pode ser a base de uma rede de biocomunicação de luz altamente coerente, que situa os fenômenos biofotônicos como uma nova maneira potencial de entender a vida (Bischof, 2005), na qual a coerência assume um papel vital. Segundo Marco Bischof, (autor de *Biophotonen: Das Licht, das unseren Zellen steuert*¹⁰⁰ – uma extensa publicação sobre biofótons) “essa radiação é muito, muito fraca, mas não é como a luz comum, pois ela é coerente. Como a luz do

100 Resumo do conteúdo em inglês em <http://www.marcobischof.com> e extensa introdução ao assunto dos biofótons e biofísica integrativa no livro *Integrative Biophysics: Biophotonics* (Bischof, 2003).

laser. (...) Mas o interessante é que esta luz é muito mais coerente do que qualquer laser que se possa fazer” (Nóbrega, 2006b).

A pesquisa em emissão de biofótons colocou algumas questões fundamentais a serem investigadas: “A origem do campo de biofótons, a bastante alta estabilidade de sua intensidade de emissão, a distribuição espectral, seu grau de coerência e, claro, seu significado biológico” (Popp, 1994).

5.3. BIOFÓTON, ANTECEDENTES HISTÓRICOS

Embora a pesquisa da implicação biológica da emissão de fótons de organismos vivos tenha sido estudada por mais de oitenta anos, esse tópico de pesquisa reflete um assunto estudado inadequadamente dentro da biologia convencional (Wijk, 2001, p. 183). Ao longo da trajetória da pesquisa sobre biofótons, três fases principais demarcaram suas linhas de investigação. A primeira etapa foi caracterizada pela abordagem de Gurwitsch, na qual organismos biológicos foram usados como detectores de radiação mitogenética. A segunda etapa foi caracterizada pelo uso de tubos fotomultiplicadores sensíveis, que funcionaram como detectores de radiação de organismos e células. Essa fase deu mais atenção à especulada “origem química e enzimática da radiação” e menos consideração ao caráter bioinformacional das emissões de fótons (Ibid., p. 184). A terceira fase, à qual esta pesquisa oferece uma consideração cuidadosa, se concentra nos aspectos informacionais da emissão de fótons de organismos vivos (Ibid.). Essa terceira fase, fortemente influenciada pela abordagem de Gurwitsch, visa ver além das reações e causalidades bioquímicas que foram dadas como explicação para esse fenômeno, considerando a relevância do aspecto informacional das emissões de fótons envolvidas. Essa nova perspectiva nesta área de assunto sugere “a existência de um campo eletromagnético coerente dentro das populações de células e levou à introdução do termo bio-fótons [ou biofótons]. Os bio-fótons são caracterizados por seu caráter quântico e supostamente escapam de um campo coerente” (Ibid.).

Na década de 1920, Alexander Gurwitsch (1874-1954), um biólogo russo, introduziu o conceito de “campo morfogenético” na biologia, sugerindo a existência de uma atividade coerente de células embrionárias reguladas por interferência óptica (Belousov e Popp, 1995). Gurwitsch chegou a essa hipótese após sua observação de uma emissão de fótons ultrafraca de sistemas vivos. A pesquisa de Gurwitsch foi motivada pela busca de uma resposta a uma questão fundamental das ciências da vida: “como os tecidos transformam e transferem informações sobre o tamanho e a configuração de diferentes órgãos”

(Popp, 2003a). Seu experimento foi realizado utilizando aproximadamente 130 pares de raízes de cebola¹⁰¹, (Gurwitsch, 1923a apud Wijk, 2001), configurados como “detector” e “indutor”, conforme a imagem aqui disponibilizada (ver fig. 24).

Essa configuração permitiu a Gurwitsch observar que as células que se dividiam na ponta da raiz do indutor influenciavam a divisão celular na raiz do detector (o detector), e, mais significativamente, que a atividade mitótica na raiz do “detector” deixava de ser estimulada pelo “indutor” se uma lâmina de janela de vidro fosse colocada entre eles. Quando a janela de vidro foi removida e substituída por uma lâmina de quartzo (que permite a passagem da luz UV a 260nm) a taxa de divisão mitótica voltou a aumentar consideravelmente (Ibid.). Como esse fenômeno não podia ser explicado nem quimicamente, nem mecanicamente¹⁰², a conclusão de Gurwitsch foi de que a divisão celular estava sendo desencadeada por uma “atividade mitótica de fótons únicos de cerca de 260nm” (Ibid.), um fluxo fotônico ao qual ele deu o nome de “radiação mitogenética”¹⁰³.

Alexander Gurwitsch poderia ser considerado à frente de seu tempo, no entanto, pois durante o tempo de sua pesquisa não havia o aparato tecnológico necessário para apoiar os experimentos físicos necessários para desenvolver suas teorias. Foi somente após a Segunda Guerra Mundial, com a ajuda de fotomultiplicadores (PMT)¹⁰⁴ recentemente desenvolvidos, que a observação de emissões de fótons muito fracas, na faixa espectral de 400-700nm, foi possível (Mei 1994). A primeira radiação de fótons ultrafraca observada com o auxílio de fotomultiplicadores foi relatada na década de 1950 e envolveu experimentos com plantas verdes (como espécies de algas) (Strehler e Arnold, 1951). Cientistas russos continuaram fazendo experiências em plantas e espécies animais a partir da década de 1960, com Konev e pesquisadores associados,

101 As raízes de cebola foram escolhidas devido à sua disposição radial simétrica, que se adequou à arquitetura do experimento.

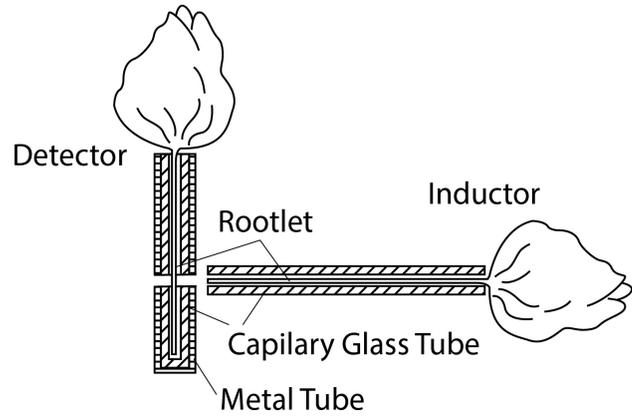
102 Como ponto de partida, o efeito da substância química foi considerado como a possível causa do aumento da taxa mitótica, no entanto, o caráter espaço-temporal da relação entre “frequência de divisão celular e área de superfície celular” levou a uma conclusão diferente. O que foi observado durante o processo mitótico foi um “mosaico espacial em permanente mudança. É a configuração em mosaico que desempenha um papel decisivo, a percepção de um impulso exógeno pela superfície celular pode ser considerada como um evento de ressonância” (Wijk 2001, p. 185).

103 Apesar de Gurwitsch ter recebido os créditos da descoberta da radiação mitogenética, muitos outros relatos de fenômenos semelhantes foram vistos antes ou paralelamente a ele. Um dos casos foi o experimento de Scheminzky (1916), com culturas de leveduras e bactérias nas quais placas fotográficas foram usadas para detectar radiação de leveduras em fermentação (Wijk, 2001, p. 185).

104 Fotomultiplicadores são dispositivos extremamente sensíveis capazes de detectar emissão de fótons ou luz muito fraca na faixa ultravioleta, visível e infravermelho próximo. Nesses detectores, o sinal produzido pela luz que entra é multiplicado por até 10⁸.

Fig. 24

Montagem do experimento de Gurwitsch com raízes de cebola. Redesenho do original.
Set up of Gurwitsch's experiment with onion roots. Redrawing based on the original.
(Popp, 2003a)



sendo os primeiros a empregar tubos PMT sensíveis a UV para detectar a emissão de fótons UV de organismos vivos (Wijk, 2001), autenticando o trabalho mitogenético clássico através do uso de PMT de última geração.

Com o auxílio dessa nova tecnologia, Fritz-Albert Popp conseguiu evidenciar o caráter informacional da emissão ultrafraca de fótons de tecidos vivos, sendo o primeiro a chamar o fenômeno de “biofóton”, em 1976 (Popp, 1976).

5.4. CRÍTICAS À “RADIAÇÃO MITOGENÉTICA” E AOS BIOFÓTONS

A principal crítica à pesquisa biofotônica está voltada para a especulação do caráter bioinformacional do fenômeno. Isso remonta à fase inicial da pesquisa sobre emissões de fótons de organismos vivos, a idade dos “raios mitogenéticos”. O grande período de pesquisa dos raios mitogenéticos durou cerca de duas décadas (Wijk, 2001, p. 185), com as notícias sobre a descoberta de Gurwitsch se espalhando rapidamente por toda a comunidade científica europeia, e posteriormente sua hipótese foi desenvolvida em estudos complementares. No entanto, alguns experimentos foram incapazes de detectar quaisquer fenômenos de raios mitogenéticos (Bateman, 1935; Hollaender e Schoeffel, 1931; Richards e Taylor, 1932). Como consequência, artigos que refutavam a teoria de Gurwitsch (Hollaender e Claus, 1937; Gray e Quillet, 1933; Lorenz, 1934) desencadearam o crescente descrédito da pesquisa sobre a ideia de raios mitogenéticos. Como contra-argumento, Rahn, que havia resumido o trabalho de Gurwitsch em inglês em 1936 (Rahn, 1936), apontou alguns erros experimentais que apareceram em alguns dos relatórios negativos. Entre esses erros estava o uso de culturas de leveduras jovens como base para testar o efeito dos raios mitogenéticos. Gurwitsch e outros observaram em várias ocasiões que o estágio jovem das células de levedura “não é sensível a fótons externos” (Wijk 2001, p. 185; Oschman 2006). Apesar das tentativas de Rahn e da pesquisa contínua em partes da Europa e da Rússia, o interesse geral pelas ideias de Gurwitsch começou a diminuir nas nações da Europa Ocidental e nos EUA. Além dos problemas experimentais, havia também a dificuldade no fato de que a maioria das publicações sobre o assunto estava escrita em russo. Isso resultou em muitas publicações e dados valiosos que eram de acesso limitado à comunidade científica de falantes e leitores não russos (Bajpai, 2006). A destruição de dois grandes centros de pesquisa na Rússia e na Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial, juntamente com o Lysenkoism na Rússia (Fisher, 1948), que suprimiu a investigação científica racional e levou à repressão e perseguição de cientistas soviéticos, deve ser levada em conta ao considerarmos a lenta aceitação das ideias de

Gurwitsch. Na época desta pesquisa, quase oitenta anos após o experimento de Gurwitsch, cientistas russos reivindicaram a replicação do experimento de radiação mitogenética “impossível” (Tennenbaum, 2001; Belousov, 2009).

O problema da autenticidade da emissão de fótons de organismos vivos deve ser dividido em duas questões específicas (Wijk, 2001). A primeira se refere à questão de se tal fenômeno de emissão de fótons realmente ocorre na matéria orgânica viva. A resposta a esta questão, baseada em um número exaustivo de revisões e experimentos (Mei, 1994; Belousov, 2006; Connor et al., 2006; Ho e Popp, 1989; Kobayashi, 2009; Popp, 2006a; Wijk, 2006a), parece ser sim. A segunda questão aborda o caráter bioinformacional da emissão de fótons. Essa radiação ultrafraca expressa algum caráter informativo ou é apenas um ruído aleatório?

Em entrevista com o engenheiro eletricista brasileiro Cristiano Gallep (do Laboratório de Fotônica Aplicada – LaFA/CESET – Universidade Estadual de Campinas, Brasil), foi discutido que as medidas de biofótons em mudas mostraram que a intensidade da contagem de fótons não é apenas longe do que pode ser considerado ruído, mas também que esta intensidade apresentava biorritmos. Em um artigo recente, Gallep e Santos afirmaram:

Após o rápido decréscimo durante a primeira hora devido à liberação de luz inicialmente armazenada em água e sementes, nota-se um decréscimo ainda muito lento para as primeiras 24 horas e, posteriormente, a presença de ciclos de 24 horas e 12 horas, mostrando a presença de biorritmo na emissão de luz, mesmo com mudas em ambiente completamente escuro (Gallep e Santos, 2007).

Na década de 1970, alegações de que a radiação de fótons de organismos vivos resultavam da energia de excitação de processos químicos – e que tal bioluminescência “não tinha qualquer significado biológico” – foram postuladas pelo bioquímico norte-americano H. H. Seliger e pelo biofísico russo AI Zhuravlev (apud Popp, 2003b; Bischof, 2005). De acordo com sua perspectiva, “bioluminescência fraca’ origina-se de ‘imperfeições’ na atividade metabólica” (Popp, 2003b), o que leva à visão mais aceitável de que “compostos altamente reativos, como radicais e reagentes de oxidação, são os candidatos mais prováveis para fontes de fótons” (Ibid.).

Por sua vez, Fritz-Albert Popp e um grupo cada vez maior de pesquisadores têm uma visão alternativa. Eles não negam a possibilidade de que reações bioquímicas estejam de alguma forma envolvidas no fenômeno de emissão de fótons ultrafracos, mas sua investigação se dá de maneira diferente. Eles se perguntam como a conhecida existência de 10^5 reações químicas por célula/por

segundo pode ocorrer sem a coordenação e a presença de algum tipo de excitação eletrônica. Para responder a perguntas como essas, eles analisam a emissão de fótons únicos na faixa visível e sua possível exibição de correlações espaciais e temporais com funções biológicas, como o crescimento celular (Ibid.). Um dos modelos que tem sido constantemente apresentado por Fritz-Albert Popp em suas apresentações e publicações refere-se à migração de biomoléculas durante a mitose. Eles atribuem a coordenação desse processo, por exemplo, à presença de ondas ressonadoras da cavidade, que poderiam fornecer a estabilidade e forças orientadoras para o processo mitótico. Essas ondas existem no espaço oculto de uma determinada estrutura. Calculando um hipotético ressonador de cavidade com modos magnético e elétrico transversal e seu comprimento de onda na faixa óptica entre 300 e 700 nm, equivalente ao tamanho de uma célula, e então comparando-o com a imagem de um processo mitótico celular real, eles observaram uma notável semelhança (ver fig. 25).

Como consequência dessas considerações e das seguintes correlações encontradas entre algumas “propriedades ópticas de biomoléculas” (...) “e sua eficácia biológica” (Ibid.), Popp e seu grupo levantaram a hipótese (1994):

- que a fonte original [dos biofótons] é a cromatina (DNA) da célula que serve ao mesmo tempo como estabilizador desse campo,
- que a distribuição espectral reflete a entropia máxima de um “sistema aberto ideal”
- que o grau de coerência corresponde na média a um campo totalmente coerente, e
- que o significado biológico deve ser atribuído, como Alexandre Gurwitsch supôs, à função de um campo “morfogenético” bastante básico.

A tabela apresentada neste livro (ver fig. 26) resume os principais aspectos do fenômeno biofotônico.

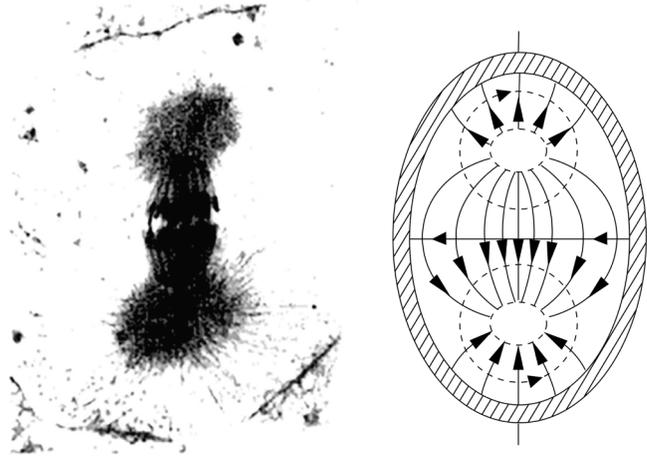
Seliger e Zhuravlev, de um lado, e Fritz-Albert Popp, do outro, definiram duas escolas distintas de interpretação da radiação de células ultrafracas. A maioria dos cientistas que trabalham neste campo subscrevem o entendimento de Seliger e Zhuravlev, e abordam o fenômeno com base nos “princípios físicos e químicos da luminescência de moléculas biológicas e atribuem a emissão de luz a certas reações químicas, como reações radicais e oxidação” (Bischof, 2005). Para esta escola de pensamento, a luz emitida pelos organismos é considerada um mero produto residual do metabolismo. Apesar dessa visão, seus métodos de medição levam ao desenvolvimento de instrumentação capaz de detectar “danos oxidativos em material orgânico” (Ibid.).

Fig. 25

“As figuras mitóticas (à esquerda) seguem os padrões de campo das ondas do ressonador da cavidade (à direita) sob as condições de contorno da célula em observação. O padrão espacial segue, como de costume, a eletrodinâmica clássica. O comportamento temporal deve ser descrito em termos de estados coerentes”. Redesenho com base no original.

“Mitotic figures (left) follow the field patterns of cavity resonator waves (right) under the boundary conditions of the cell under observation. The spatial pattern follows, as usual, classical electrodynamics. The time-behaviour has to be described in terms of coherent states”. Redrawing based on the original.

(Popp; Yan, 2002)



	Universal para todos os sistemas vivos
Emissão	A corrente contínua de fótons repousa apenas após a morte
Intensidade	Alguns até algumas centenas de fótons/ (s.cm ²) $\approx 10^{-17} W$
Faixa espectral	No mínimo a partir de 200-800 nm
Espectro	Contínuo, os modos são acoplados $f(\nu) \cong$ constante
Estatísticas de contagem de fotos	Poissoniano, sub e super poissoniano
Fontes (s)	Ainda não conhecida com certeza
Polarização	Desconhecida
Correlações	Com <i>todos</i> os processos biológicos

Fig. 26

Propriedades dos biofótons.
(Popp, 2006a)

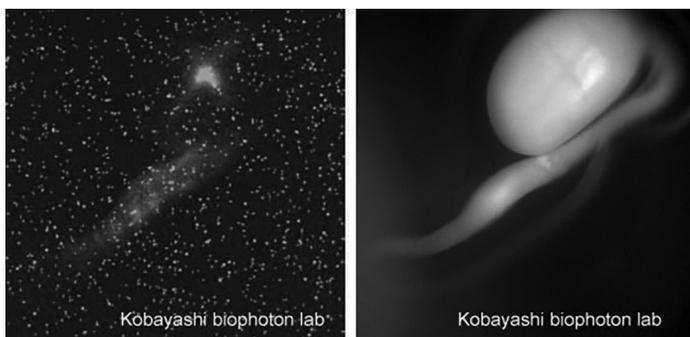


Fig. 27

Imagem de biofóton.
Biophoton image.
(Kobayashi, 2009)

Por outro lado, Popp e seu grupo investiram na busca do significado biológico dessas emissões de fótons, que consideram significativamente emaranhadas à vida. Um dos fatos mais notáveis sobre os biofótons, que demonstra seu contraste com a luminescência química geral, é que o nível de emissão de biofótons aumenta significativamente momentos antes da morte das células e cessa totalmente quando o organismo morre. Em um sistema orgânico saudável, a emissão de biofótons diminui consideravelmente (Oschman, 2000; Wijk, 2001; Bischof, 2005). O fluxo biofotônico também aumenta durante o processo mitótico, ou quando algum tipo de lesão perturba um determinado sistema orgânico; como tal, essa radiação fraca também responde ativamente a todo tipo de distúrbios internos e externos a que todo o organismo está exposto. Por exemplo, a (fig. 27) mostra uma imagem de biofóton (à esquerda) de uma soja ferida (imagem fotográfica à direita) na qual o cotilédone (uma folha embrionária) foi ferido mecanicamente com uma forma cruzada por uma faca. Na foto da esquerda o local de maior emissão de fótons corresponde ao local da lesão, conforme visto na imagem fotográfica.

Esse comportamento é atribuído ao alto grau de ordem de luz encontrado dentro do fenômeno biofotônico, o que significa que os biofótons se originam de um campo coerente com a capacidade de produzir padrões de interferência construtivos e destrutivos, essenciais ao seu processo biocomunicacional (Popp, 2003a; Popp, 2003b). Colocando isso de forma um pouco mais simples, pode-se dizer que os biofótons funcionam como uma luz laser biológica.

O foco no caráter biocomunicativo dos fótons emitidos por organismos vivos diferencia a abordagem de pesquisa comum, que se enquadra na perspectiva de Seliger e Zhuravlev, e a abordagem integrativa adotada pelo Instituto Internacional de Biofísica (IIB), liderado por Fritz-Albert Popp. A abordagem integrativa é a principal razão pela qual este estudo está investigando o modelo biofotônico, com o objetivo de desenvolver uma interpretação correspondente para a estética dos hiperorganismos. Compreende-se pelo argumento aqui apresentado, juntamente com outros artistas e pensadores (como John Dewey (1979), que arte e vida estão intrinsecamente ligadas e que o organismo vivo, entendido em todas as suas capacidades de expressar coerência, é uma fonte de mistério e inspiração. Parafraseando John Dewey, na natureza “mudanças se entrelaçam e se sustentam. Onde há coerência, há resistência” (Ibid.). Para aprofundar nossa compreensão de como a arte behaviorista e os hiperorganismos surgiram dessas práticas é preciso atentar para o significado de coerência na vida. A coerência não é apenas a qualidade que faz um organismo (natural ou artificial) funcionar adequadamente (Maturana, 1997), mas é também o que lhe dá a capacidade de se expressar de forma significativa.

Um modelo destinado a compreender os sistemas vivos, mas que não considera os mecanismos e as implicações da coerência, parece estar incompleto.

A promessa da biofísica integrativa, como sua abordagem foi nomeada por Fritz-Albert Popp, é apoiar uma compreensão biológica profunda da vida baseada em conceitos da física, redefinidos por teorias e experimentos em mecânica quântica. O objetivo desses pesquisadores não é impor conceitos físicos fundamentais à vida; não substituir o conhecimento biológico pelas leis da matéria morta. Ao contrário da biologia molecular, os pesquisadores da biofísica integrativa não estão focados em fazer a bioengenharia da vida. Seus fundamentos epistemológicos e filosóficos os levam a acreditar que “o estudo da vida pode fornecer insights sobre leis físicas básicas mais fundamentais do que aquelas obtidas a partir da investigação da matéria não viva” (Bischof, 2003). A partir de tal perspectiva, eles podem mostrar “o quão intimamente estamos conectados uns com os outros e com a natureza. Como toda a natureza é um todo ressonante e intercomunicante” (Ho e Popp, 1989).

5.5. ELEMENTOS DA TEORIA DO BIOFÓTON

As seções a seguir examinarão as principais características do fenômeno do biofóton e seu impacto biológico. Um foco será colocado na coerência dentro da biocomunicação de sistemas vivos.

5.5.1. COERÊNCIA: UM CONCEITO-CHAVE

“Os índios Ufaina da Amazônia colombiana acreditam em uma força vital chamada *fufaka*, que está presente em todos os seres vivos. A fonte dessa força vital é o sol. Do sol, chega à terra e é constantemente reciclado entre plantas, animais e seres humanos. Cada grupo de seres requer um mínimo de força vital para viver, e parece estar pegando emprestado a energia do estoque total de energia. (...) O que importa para os Ufaina é que a força vital continue a ser reciclada de uma espécie para outra de tal forma que não se acumule demais em nenhuma delas, pois isso poderia privar a outra de sua força vital, e perturbar o equilíbrio natural” (von Hildebrand, 1988b, apud Ho e Popp, 1989).

Essa visão cosmológica da natureza na tribo Ufaina não vem de um ponto de vista científico, mas de uma experiência vivida dentro da natureza. No entanto, esta sabedoria é consistente com a evidência científica de que a natureza é um

“todo dinamicamente equilibrado ligado pelo fluxo de energia, (...) um todo ressonante e intercomunicante” (Ho e Popp, 1989). Como na natureza, os organismos vivos são redes complexas de ações sendo processadas como um todo auto-organizado. Cientificamente falando, a vitalidade de um organismo depende de sua capacidade de:

(...) ser extremamente sensível a pistas específicas no ambiente, para transduzir e amplificar sinais diminutos em ações definidas. Estar vivo é alcançar a coordenação de longo alcance de números astronômicos de reações moleculares submicroscópicas em distâncias macroscópicas; é ser capaz de convocar energia à vontade e se engajar em uma transdução de energia extremamente rápida e eficiente (Ho, 1993, p. 10).

Esse processo altamente coordenado de ações transdutivas através do espaço e do tempo se reduz a um atributo muito importante do organismo vivo: coerência. Em *The Rainbow and The Worm*, Mae-Wan Ho fornece uma analogia útil para entender o que significa coerência.

Uma maneira intuitiva de pensar sobre isso [coerência] é em termos de uma orquestra sinfônica ou um grande balé. Ou, melhor ainda, uma banda de jazz onde cada indivíduo está fazendo suas próprias coisas, mas ainda está em sintonia ou alinhado com o todo (Ho, 1993, p. 151).

A simples ação de ver, começando com fótons caindo na retina, desencadeia uma série de reações moleculares tipicamente conhecidas como “*cascata molecular*” (Ho, 1993, p. 6) para amplificar a energia contida em um único fóton e iniciar o impulso elétrico do nervo. Este processo é em parte bem compreendido, mas como tal operação coletiva é eficientemente coordenada carece de uma explicação mais profunda¹⁰⁵. Teorias sobre coerência em sistemas biológicos pretendem fornecer alguns insights sobre este assunto.

Muitos grupos científicos consideram o fenômeno da emissão de fótons de baixo nível (low-level photon emission – LLPE) como quimioluminescência,

¹⁰⁵ Uma das questões ainda não resolvidas nas reações em cascata visual é abordada por Mae-Wan Ho na seguinte passagem: “(...) as etapas componentes [da cascata molecular] têm constantes de tempo que são grandes demais para dar conta da rapidez da percepção visual no sistema nervoso, que é da ordem de 10^{-2} s. Assim, são necessários 10^{-2} s apenas para ativar uma molécula de fosfodiesterase após a absorção do fóton. Além disso, grande parte da amplificação está na verdade na etapa inicial, onde a rodopsina excitada por fóton único passa a excitação para pelo menos 500 moléculas de transducina em um milissegundo. Como isso é alcançado ainda é um mistério (...)” (Ho, 1993, p. 7).

resultado de reações bioquímicas com a participação de espécies reativas de oxigênio (ROS)¹⁰⁶. Por esta razão, lembra Vladimir Voeikov (biofísico da M. V. Lomonosov Moscow State University), “(...) como processos com participação de ROS ainda são considerados pela maioria dos cientistas biomédicos como auxiliares da bioquímica ‘normal’, o LLPE que acompanha esses processos é visto como irrelevante para o desempenho de funções vitais” (Voeikov, 2006). No entanto, outra visão do fenômeno LLPE, enraizada no trabalho seminal de Gurwitsch nesse campo, tem atraído cada vez mais atenção científica. De acordo com esta visão:

O LLPE da matéria viva baseia-se na noção de que se origina de um campo eletromagnético coerente deslocalizado que está fortemente acoplado a processos metabólicos. Neste contexto, o LLPE é denominado como ‘emissão biofotônica’ e a teoria da coerência ‘atribui aos fótons presumivelmente bloqueados de fase e acoplados de modo do DNA uma atividade reguladora permanente dentro das células e também entre as células’ (Voeikov, 2006).

A atuação por trás da capacidade reguladora desta radiação eletromagnética ultrafraca coerente de sistemas vivos é atribuída à qualidade laser desta luz, ou seja, um alto grau de ordem com uma intensidade extremamente estável (Popp et al., 1984; Belousov e Popp, 1995; Wolkowski, 1995; Devaraj et al., 1997; Bajpai, 1999; Bischof, 2005). Evidências experimentais sugerem que os biofótons devem operar como um laser biológico, capaz de gerar uma rede de informações dentro do organismo com efeitos regulatórios.

5.5.1.1. PRINCÍPIOS BÁSICOS DA COERÊNCIA

Em física, coerência refere-se à capacidade das ondas eletromagnéticas de produzir padrões de interferência. Isso significa que se duas ondas de luz forem reunidas, produzirão regiões de interferências destrutivas e construtivas, como as da figura aqui disponibilizada (fig. 28).

A propriedade da luz de produzir padrões de interferência foi introduzida pela primeira vez na ciência em 1803 por Thomas Young. Ao realizar o que

¹⁰⁶ Espécies reativas de oxigênio (ROS) são geralmente reconhecidas como subprodutos tóxicos do metabolismo aeróbico. No entanto, pesquisas recentes sobre a fisiologia das plantas encontraram indicações de que as ROS podem “desempenhar um importante papel de sinalização em plantas que controlam processos como crescimento, desenvolvimento, resposta a estímulos ambientais bióticos e abióticos e morte celular programada” (Bailey-Serres e Mittler, 2006).

Fig. 28

Padrão de interferência da luz.

Light interference pattern.

Fonte / *Source*: desenho deste autor / *this author's drawing*.



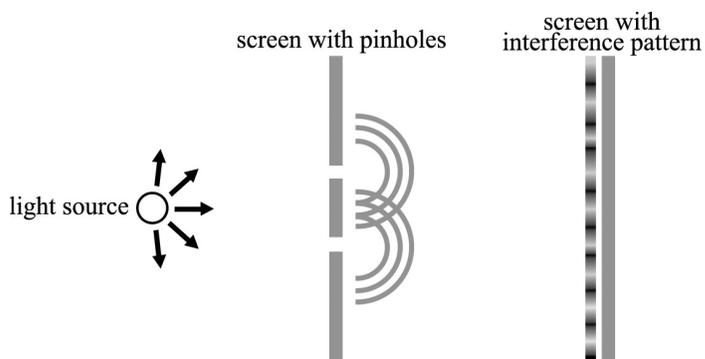
Fig. 29

Experimento "Double Slit", de Thomas Young.

Redesenho baseado no original.

Thomas Young's "Double Slit" experiment. Redrawing based on the original.

(Skullsinthestars, 2009)



ficou conhecido como o Experimento “Dupla Fenda” (“Double Slit”) (ver fig. 29), foi revelado que a luz se comporta tanto como partículas, como observado na física newtoniana, mas também como onda.

A capacidade de criar padrões de interferência depende especificamente da relação de fase da fonte de luz (Nave, 2006). Essa estabilidade de fase é na verdade o que se conhece por coerência; “quanto mais coerente a luz, mais nítido o padrão de interferência” (Ho e Popp, 1989). Outro aspecto importante da coerência é que em tal estado as partes de um sistema podem se comportar “estatisticamente independentemente umas das outras, mantendo um padrão coerente como um todo” (Ibid.). Por exemplo, em um feixe de laser, diferentes partes (fótons) estão relacionadas entre si em fase (Nave, 2006). “Em outras palavras, coerência não implica uniformidade, ou que cada parte individual ou molécula do sistema esteja necessariamente fazendo a mesma coisa o tempo todo” (Ho e Popp, 1989).

5.5.1.2. COERÊNCIA EM SISTEMAS BIOLÓGICOS

É cientificamente conhecido que as moléculas da maior parte da matéria física em temperaturas normais apresentam um alto grau de movimentos aleatórios ou comportamento altamente descoordenado. Também é sabido que a uma temperatura próxima do zero absoluto todas as moléculas de uma dada matéria adquirem uma capacidade de supercondutividade e superfluidez, o que significa que “todas as moléculas do sistema se movem como uma só, e conduzem eletricidade com resistência zero (por um arranjo coordenado de todos os elétrons)” (Ho e Popp, 1989). No entanto, foi postulado por Herbert Fröhlich (1968) que algo como uma “condensação em um modo coletivo de atividade” poderia ocorrer em sistemas vivos, no ponto em que sistemas vivos, de fato, teriam a capacidade de agir como um “supercondutor” à temperatura fisiológica (Ho e Popp, 1989).

Espera-se que os sistemas biológicos tenham um ramo de modos elétricos longitudinais em uma região de frequência entre 10^{11} e 10^{12} sec^{-1} . (...) se a energia for fornecida acima de uma certa taxa média para tal ramo, então um estado estacionário será alcançado no qual um único modelo deste ramo é fortemente excitado. A energia fornecida, portanto, não é completamente termalizada, mas armazenada de maneira altamente ordenada. Essa ordem se expressa em correlações de fase de longo alcance; o fenômeno tem semelhança considerável com a condensação de baixa temperatura de um gás Bose. Consequências gerais e propostas de experimentos são discutidas na seção 3 (Fröhlich, 1968).

O que Fröhlich sugeriu é que parte da energia metabólica não é perdida como calor, e sim armazenada na forma de vibrações eletromecânicas no corpo como modos coletivos, que ele chamou de “excitações coerentes” (Ho e Popp, 1989).

A presença de coerência em um sistema biológico reflete vários de seus atributos fundamentais, que podem ser resumidos da seguinte forma:

(...) alta eficiência de transferência e transformação de energia que muitas vezes se aproxima de 100%; a capacidade de comunicação em todos os níveis dentro das células, entre células e entre organismos capazes de ressoar nas mesmas frequências; a possibilidade de sistemas de reconhecimento múltiplo sensíveis utilizando sinais eletromagnéticos coerentes de diferentes frequências específicas, como por exemplo a organização de atividades metabólicas dentro da célula, a operação da rede imune e uma série de outras funções biológicas envolvendo o reconhecimento específico entre hormônios ou ligantes e seus receptores; e, finalmente, a persistência estável do sistema de trabalho decorrente da estabilidade inerente de estados coerentes (Ho e Popp, 1989).

Foi Fritz-Albert Popp quem forneceu a primeira evidência de que excitações coerentes ocorrem em sistemas biológicos (Popp, 1981; Popp, 1986a). Em grande parte, essa evidência está correlacionada com o comportamento não linear dessa luz. Por exemplo, uma das evidências mais reivindicadas da coerência no fenômeno do biofóton é o efeito da luminescência retardada, que será o assunto da próxima subseção.

5.5.2. LUMINESCÊNCIA RETARDADA

A luminescência retardada foi observada pela primeira vez por Strehler & Arnold (1951) como um brilho residual em plantas verdes que foram expostas à luz. A origem e o propósito deste fenômeno não são conhecidos (Bajpai, 1999). Após uma breve exposição a uma fonte fraca de luz, todos os sistemas biológicos, sem exceção, foram observados reemitindo luz. Essa luz reemitida, ou seja, a luz estimulada, relaxa lenta e continuamente até a emissão “espontânea” de biofótons – não seguindo uma curva exponencial, mas hiperbólica, conforme mostrado na figura aqui disponibilizada (ver fig. 30) (Popp, 2003b; Ho, 1993).

A razão para isso acontecer é que os fótons são armazenados de forma coerente no organismo. Uma maneira intuitiva de entender esse comportamento é dada por Mae-Wan Ho e Popp da seguinte forma:

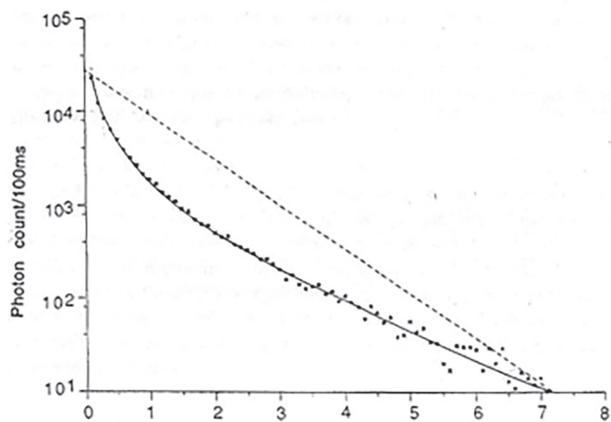


Fig. 30

“Cinética de decaimento hiperbólico da emissão de luz simulada de um lote de embriões iniciais de *Drosophila* em desenvolvimento sincronizado”.

“Hyperbolic decay kinetics of simulated light emission from a batch of synchronously developing early *Drosophila* embryos”.

(Ho, 1993, p. 125)

Em um sistema que consiste em moléculas que não interagem emitindo aleatoriamente, a energia dos fótons emitidos é perdida completamente para o exterior ou convertida em calor, que é a energia não coerente final. Se as moléculas estiverem emitindo de forma coerente, no entanto, a energia dos fótons emitidos não é completamente perdida para o exterior. Em vez disso, parte dela é coerentemente reabsorvida pelo sistema. A consequência é que o decaimento é muito retardado e segue caracteristicamente uma curva hiperbólica com uma cauda longa. (...) Um sistema coerente estabiliza suas frequências durante o decaimento enquanto um sistema não coerente sempre sofre uma mudança nas frequências. Isso e a capacidade de reabsorver a energia emitida são responsáveis pela estabilidade de estados coerentes (Ho e Popp, 1989).

O fato de que sistemas vivos podem emitir fótons como uma única unidade caracteriza a nova estrutura introduzida pela pesquisa biofotônica e revela a natureza quântica do fenômeno. Como tal,

fótons emitidos por uma única unidade não serão distribuídos termicamente e estarão em um estado quântico puro. Os fótons emitidos em estado quântico puro têm uma natureza coerente e são genericamente chamados de fótons coerentes (Loudon, 1975; p. 43). Fótons coerentes exibem efeitos não clássicos. A fase, amplitude e intensidade do campo de radiação clássico associado a fótons coerentes não flutuam. Fótons coerentes, portanto, também exibem efeitos de interferência (Bajpai, 1999).

É o atributo de ser coerente, somado à sua natureza quântica, que confere às emissões de biofótons o potencial de transformar e transferir informações e responder a fenômenos biológicos, como comunicação intracelular e intercelular, crescimento e diferenciação celular e interações entre sistemas biológicos (Popp, 2003b). Na entrevista citada abaixo, Popp enfatiza a diferença informada pela natureza quântica da coerência dos biofótons.

Classicamente, [coerência] significa simplesmente que você tem a possibilidade de interferência, mas a teoria quântica significa, além disso, que se minimiza o produto da incerteza. Isso não significa que o estado coerente seja o estado ideal ordenado, cristalino ou ondulatório. Por exemplo, um estado coerente não é uma onda monocromática. É ao mesmo tempo uma partícula. Um estado coerente constitui com alguma probabilidade uma partícula e, com alguma probabilidade, torna-se uma onda. É apenas uma unidade bastante estável entre essas duas regiões. Assim, está espremido entre algum tipo de ordem e harmonia e algum tipo de desordem e localização. Um resultado disso é, por exemplo, que durante o

decaimento hiperbólico os fótons coerentes nunca perdem sua ligação com sua fonte. Isso é como um jogo de ioiô. Ao extrair o fóton de sua fonte, este fóton permanece permanentemente acoplado à sua fonte. Fonte e fóton permanecem uma unidade (Popp, 1994).

Esse “estado comprimido” é outro fator importante do biofóton. Isso levou os cientistas a especularem que tal estado permite que o organismo realize “medidas não demolidoras”¹⁰⁷ contínuas em um determinado campo de fótons (Bajpai, 1999). Este comportamento confere à emissão de biofótons a característica de um modelo holístico. Tal modelo postula a existência de uma estrutura de campo dentro e ao redor de um sistema biológico. Tal campo corresponderia à estrutura imaterial responsável pela transferência de informações e instruções. Para lidar com este campo, deve ser coerente, de forma a garantir o funcionamento cooperativo de muitas partes individuais que são distribuídas em um organismo vivo (Bajpai, 1999). Apesar do fato de que um campo tão holístico não tenha sido identificado até agora, “a presença ubíqua de biofótons sugere uma possibilidade de identificá-los como os quanta de um campo holístico” (Ibid.). A natureza holística e integrativa da emissão de biofótons é o que a qualifica como um modelo potencial para a dimensão imaterial dos organismos estéticos. Este modelo será abordado no final desta seção.

5.5.3. DNA COMO FONTE DE LUZ

A teoria do biofóton sugere que luz é armazenada no DNA (Popp et al., 1984), mais precisamente nos núcleos da célula. Isso foi observado quando a fotomissão ultrafraca parou de aparecer após a remoção dos núcleos das células. De acordo com Fritz-Albert Popp, o DNA funciona como um “sistema de laser exciplex/excimer”. Ele coleta fótons e os emite como luz coerente. Tecnicamente falando, estados coerentes de luz se originam no DNA como um produto de interações entre ondas eletromagnéticas e oscilações de bases mecânicas entre fótons e fônons no esqueleto molecular do DNA (Mei, 1994). Em outras palavras, pode-se dizer que o DNA funciona como um diapasão vibrando em ressonância com um campo de ondas eletromagnéticas em um fenômeno cooperativo e sinérgico.

107 Medidas não demolidoras são a capacidade de medir um sistema quântico, preservando a integridade do sistema e o valor do observável (Namiki et al., 1997; p. 98).

5.6. MATERIAIS, MÉTODOS E TÉCNICAS

As seções a seguir se concentrarão na instrumentação empregada na pesquisa biofotônica. Nestas seções serão apresentados os dois principais métodos de análise das emissões de biofótons e seus respectivos instrumentos, com atenção especial à técnica de imagem. O objetivo do seguinte levantamento é servir de plataforma orientadora para artistas com interesse nesta área, bem como demonstrar a variedade de atividades de investigação nesta área temática.

5.6.1. FOTOMULTIPLICADORES (PMTS)

Embora nos últimos anos tenham surgido vários novos dispositivos que permitem a medição de biofótons, fotomultiplicadores (PMTs) continuam sendo a instrumentação dominante usada para fotodeteção (Swain, 2006), em parte devido à sua grande sensibilidade e baixo ruído. Os PMTs consistem em um tubo de vidro evacuado com uma janela transparente, que é preenchida com um fotocátodo, vários estágios de dínodo e ânodo, que são organizados para multiplicar, até 100 milhões de vezes, o impulso elétrico de um fóton incidente. O sinal correspondente, coletado no ânodo, tem intensidade suficiente para ser detectado por equipamentos eletrônicos padrão e transformado em pulso mensurável (ver fig. 31).

Para reduzir o ruído de corrente escura que é causado pela emissão termiônica, o fotomultiplicador deve ser resfriado, o que é feito com o auxílio de carcaças nas quais um líquido refrigerador é utilizado para baixar a temperatura do PMT.

5.6.2. SISTEMA DE IMAGEM CCD

Embora os PMTs sejam o instrumento padrão usado para contagem de fótons, outra técnica faz uso de dispositivos acoplados de carga resfriada (CCDs) altamente sensíveis e de baixo ruído, normalmente usados em astrofísica, para analisar a distribuição espacial da emissão de biofótons. Sua tecnologia tem sido usada consistentemente para obter imagens de fotoemissões ultrafracas de matéria orgânica viva, como cultura de levedura, plantas, células, tecidos e fluidos corporais humanos e respiração (Devaraj et al., 1997; Kobayashi, 2005). O uso desta técnica, pioneira na escola japonesa de pesquisa de biofótons, revelou correlações entre os padrões de intensidade de emissão de biofótons e a atividade

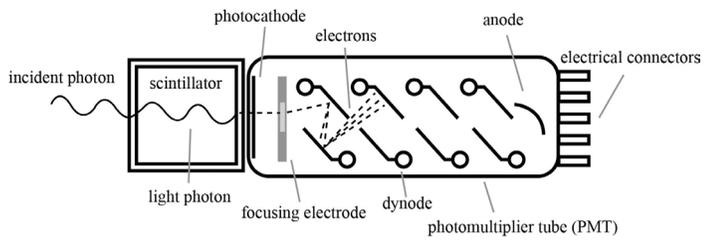


Fig. 31

Fotomultiplicadores (PMTs). Redesenho com base na Wikipédia.

Photomultipliers (PMTs). Redrawing based on Wikipedia.

correspondente do metabolismo energético celular. Por exemplo, a figura aqui disponibilizada (fig. 32) (produzida por Masaki Kobayashi, físico do Tohoku Institute of Technology em Sendai, no Japão) mostra excisões de ponta de raiz de uma soja em germinação e a correspondência espaço-temporal desses estímulos na planta, que são visíveis na imagem como as áreas mais amarelas (mais claras). Nesta imagem, a excisão foi feita no ponto marcado (a), porém, após um período de tempo houve um aumento da emissão de fótons no local (c). De acordo com Kobayashi, “suspeita-se que seja o reflexo da ativação do metabolismo celular para reparar o tecido ferido e proteger o corpo vivo” (Kobayashi, 2009).

Roeland Van Wijk, especialista em química biofísica e biologia molecular, tem explorado a tecnologia de imagem de corpo inteiro para a visualização de padrões de emissão de fótons do corpo humano. A pesquisa de Van Wijk, ao lado de seus colaboradores, observou que essas emissões ultrafracas, denominadas “emissão de biofótons humanos”, apresentam um padrão de distribuição percentual anatômico comum por todo o corpo (cuja etiologia ainda é desconhecida). A técnica de imagem empregada, desenvolvida pelo Tohoku Institute of Technology, consiste no uso de CCDs resfriados criogenicamente, colocados a uma distância de 40-100 cm do corpo, gravando continuamente por 30 minutos (ver figs. 33, 34, 35). Vinte adultos saudáveis do sexo masculino com idade entre 20 e 65 anos participaram desse experimento. Doze pontos anatômicos foram selecionados para registro das imagens. Posteriormente, a emissão de fótons desses mesmos locais também foi medida usando um dispositivo PMT móvel (desenvolvido pelo Instituto Internacional de Biofísica). Os dados quantitativos do PMT foram analisados em comparação com as imagens CCD.

Roeland Van Wijk reitera que

Nem o “padrão” de emissão, nem as diferenças entre os sujeitos refletem a luminescência retardada após a exposição à luz antes da gravação. Tal é excluída pela adaptação suficiente às condições da câmara escura antes das medições (Wijk e Wijk, 2005; Wijk e Wijk, 2004). O padrão de emissão também não é explicado pela reflexão da luz das regiões anatômicas de “alta emissão” do corpo, porque a intensidade de emissão é muito baixa (Wijk et al., 2006).

Outro grupo de pesquisa que utiliza uma técnica de imagem CCD, embora preocupado com um aspecto diferente da emissão de biofótons, é o Laboratório de Sistemas de Energia Humana da Universidade do Arizona. Esse laboratório é coordenado pelo proeminente pesquisador de fenômenos psi¹⁰⁸ Gary

108 Campo de fenômenos paranormais.

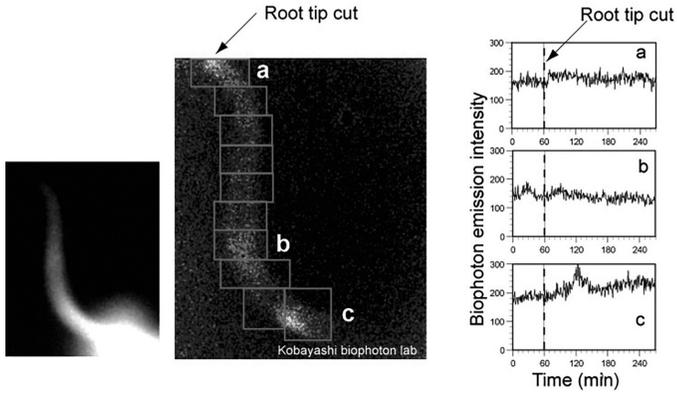


Fig. 32

Varição espaço-temporal do biofóton.

Spatiotemporal variation of biophoton.

(Kobayashi, 2009)

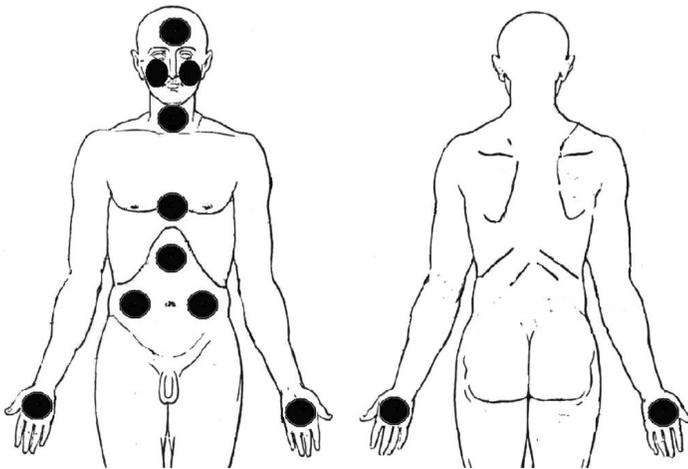


Fig. 33

Os 12 pontos anatômicos para imagem CCD.

The 12 anatomic spots for CCD imaging.

(Wijk et al., 2006)

Fig. 34

A primeira coluna (A, D, G) mostra a emissão de fótons ultrafraca medida com o sistema de imagem CCD. A segunda coluna (B, E, H) mostra fotografias tiradas sob iluminação fraca. A terceira coluna (C, F, I) mostra pontos anatômicos para contagem de fotos usando fotomultiplicador móvel.

The first column (A, D, G) shows ultra-weak photon emission measured with the CCD image system. The second column (B, E, H) shows photographs taken under weak illumination. The third column (C, F, I) shows anatomic spots for photo counting using movable photomultiplier.

(Wijk et al., 2006)

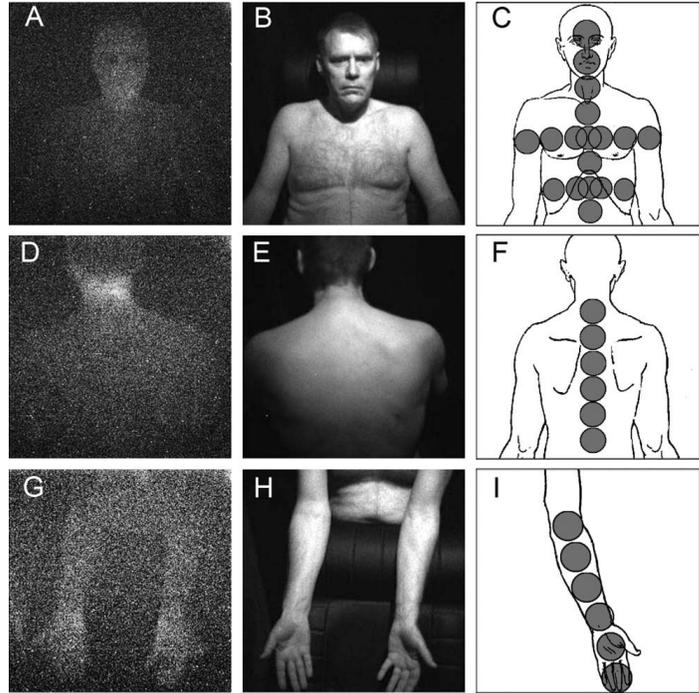
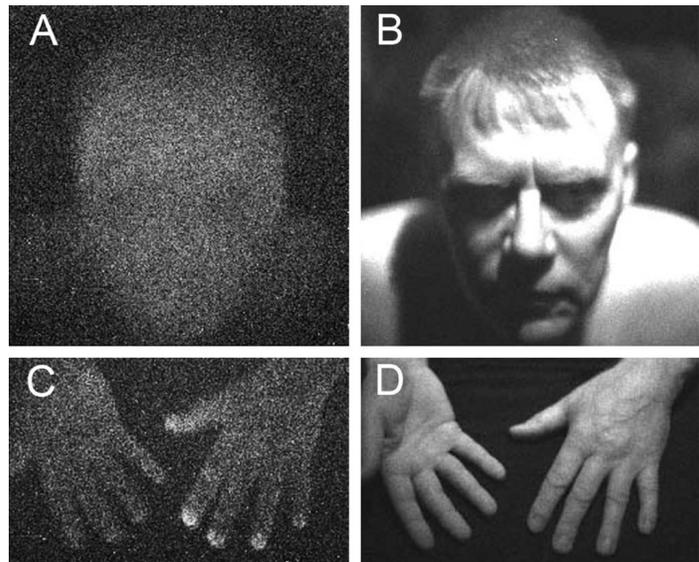


Fig. 35

A primeira coluna (A, C) mostra a emissão de fótons ultrafraca medida com o sistema de imagem CCD. A segunda coluna (B, D) mostra fotografias tiradas sob iluminação fraca.

The first column (A, C) shows ultra-weak photon emission measured with the CCD image system. The second column (B, D) shows photographs taken under weak illumination.

(Wijk et al., 2006)



Schwartz¹⁰⁹. Durante a presente pesquisa, foi organizado um intercâmbio científico e entrevistas com alguns dos pesquisadores e colaboradores envolvidos nos projetos de Schwartz. Normalmente, esses projetos utilizam um “Roeper Scientific Biophoton Imaging System”, configurado conforme mostrado em imagem (ver fig. 36): o dispositivo CCD é colocado no topo de uma câmara à prova de luz, na qual os organismos vivos são colocados para obter imagens.

Katherine Creath, do Departamento de Ciências Ópticas e Faculdade de Medicina de Ciências Ópticas da Universidade do Arizona, vem trabalhando em imagens CCD de folhas de árvores nos últimos seis anos. Depois de estudar milhares de imagens gravadas através do processo CCD, Creath começou a observar padrões “semelhantes a aréolas” em torno das partes da planta (Creath e Schwartz, 2005b) (ver fig. 37). Quando as folhas estão próximas umas das outras, o padrão entre as plantas parece mais forte do que o normal. Este fenômeno também foi observado em outros organismos, como vagens, que foram colocados dentro do sistema CCD/câmara à prova de luz para uma exposição de uma hora.

O estudo de Creath observou que o “padrão de luz emitido pelas plantas se estende além delas, criando estruturas ‘semelhantes à aura’, similares às relatadas por curadores e sensitivos de energia” (Creath e Schwartz, 2005b), e sugere que algum tipo de “ressonância”, se não “comunicação”, pode estar ocorrendo entre as vagens.

As correlações entre a emissão de biofótons e a atividade dos curadores têm sido outra área de estudo do grupo de pesquisa do Arizona. Melinda H. Connor, do Programa de Medicina Integrativa da Universidade do Arizona, tem utilizado um “Roeper Scientific Biophoton Imaging System” para ajudar a determinar as características básicas de cura em praticantes de Reiki¹¹⁰. Experimentos realizados em 2004, conduzidos por Kathy Creath e Gary E. Schwartz, demonstraram correlações entre folhas de gerânio e cura energética, quando se observou uma diminuição na emissão de biofótons. Em

109 Em sua pesquisa, Schwartz relata uma série de experimentos feitos com médiuns espíritas, sugerindo fortemente que a consciência pode existir após a morte física. Este autor entrou em contato com ele quando participou da conferência “Toward a Science of Consciousness”, em abril de 2006.

110 Reiki é um sistema de cura de energia desenvolvido no Japão por Mikao Usui durante a década de 1920 e é praticado em todo o mundo. Como muitas vezes acontece com muito conhecimento de medicina alternativa, até agora não há evidências científicas para as alegações. No entanto, o mecanismo básico do Reiki é atribuído à ressonância dos campos de energia ch’i. O ch’i é conhecido em muitos sistemas de crenças, especialmente na cultura asiática, como o fluxo de energia do processo vital. É um componente fundamental nas artes marciais, com destaque em algumas escolas de Aikido em que toda filosofia e prática se baseiam no reconhecimento dessa energia.

Fig. 36

Câmera CCD e câmara à prova de luz.
CCD camera and light-tight chamber.

© Guto Nóbrega

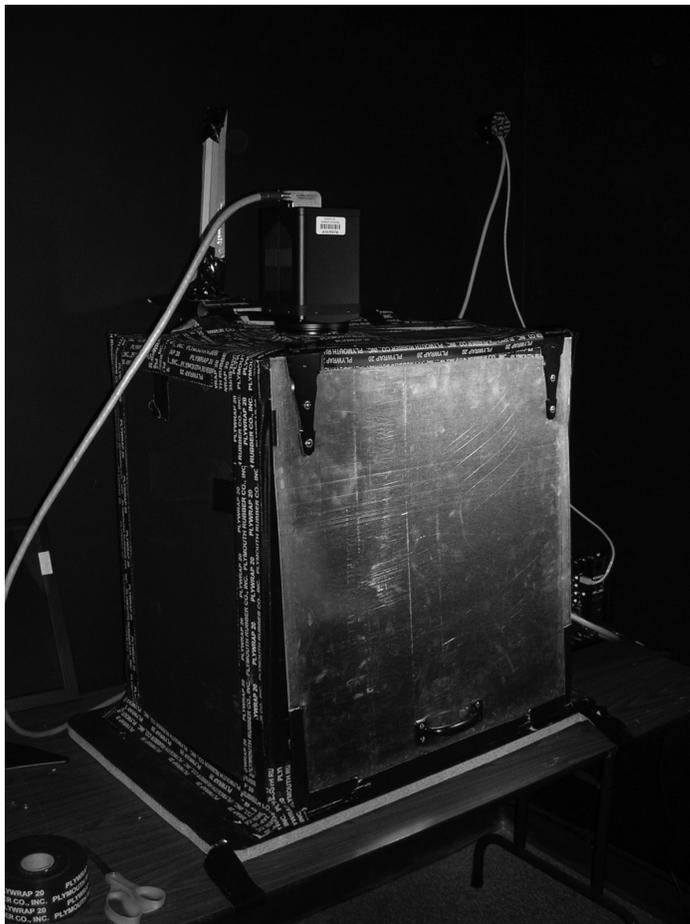
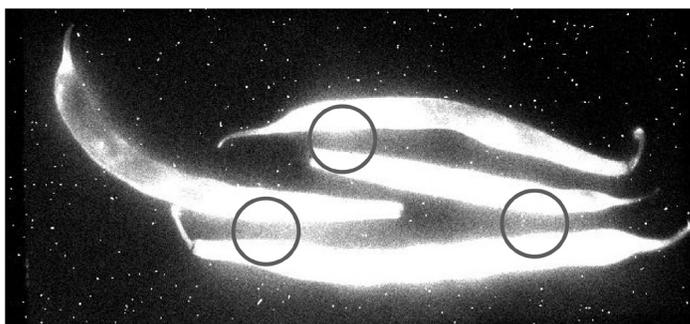


Fig. 37

Padrões “semelhantes a aréolas” que aparecem entre vagens adjacentes.

“Halo-like” patterns that appear in-between adjacent string beans.

(Creath e Schwartz, 2005c)



um experimento semelhante, conduzido por Melinda H. Connor, folhas de gerânio são usadas como “sensores” para energia de cura. Este experimento foi realizado pedindo a vinte praticantes de energia que projetassem “intencionalmente” sua energia de cura nas folhas de gerânio para que a emissão de biofótons nessas folhas pudesse aumentar (Brilho) ou diminuir (Cura). Uma folha foi definida como controle. Cada processo (cura e brilho) levou dez minutos de atividade de cura. Após esse processo, as folhas que haviam sido visadas pelos praticantes e a folha controle foram mantidas por 1,5 hora no sistema CCD/câmara à prova de luz para captura de imagens e medições pós-experimento. Essas observações correspondem à teoria e prática do biofóton que mostrou que organismos saudáveis apresentam menos emissões de fótons do que aqueles que não são saudáveis, pois podem armazenar fótons. A teoria por trás desse fenômeno será discutida mais adiante nesta seção deste livro.

Em 2007, o mesmo grupo de pesquisa juntou-se à autora de *The Field* (McTaggart, 2001), a jornalista Lynne McTaggart, em um experimento de biofótons duplo-cego de longa distância intitulado “The Intention Experiment”. Para este experimento, duas folhas de gerânio com qualidades de emissão de biofótons semelhantes foram selecionadas e colocadas na frente de uma *webcam* localizada no Laboratório de Avanços em Consciência e Saúde da Universidade do Arizona, em Tucson. A imagem de vídeo das folhas foi transmitida para 400 delegados¹¹¹ reunidos em Londres, que selecionaram uma das folhas para fazê-las “brilhar” intencionalmente. A folha não escolhida foi definida como controle. A equipe científica do Arizona, coordenada por Melinda H. Connor, não foi informada sobre qual folha foi escolhida. Após dez minutos de meditação, o grupo do Arizona colocou as duas folhas no sistema de imagem CCD para duas horas de captura de luz. A imagem do CCD mostrou uma forte emissão de biofótons na folha de gerânio selecionada pelo público em Londres. Segundo Gary Schwartz, os resultados desse experimento piloto poderiam ser considerados estatisticamente significativos e estavam sendo preparados para publicação¹¹².

111 Neste caso, os delegados não eram curadores, mas participantes normais.

112 As ideias que estimularam esse e uma série de outros experimentos sobre o assunto, envolvendo diversos grupos científicos ao redor do mundo, podem ser encontrados no livro homônimo *The Intent Experiment* (McTaggart, 2007).

5.6.3. INTERCÂMBIO CIENTÍFICO NO INSTITUTO INTERNACIONAL DE BIOFÍSICA - IIB

De 23 a 28 de julho de 2007 o autor acompanhou e realizou experimentos nas instalações do IIB/Neuss. Parte dos procedimentos experimentais foi liderada pelo engenheiro eletricitista brasileiro Cristiano Gallep (do Applied Photonics Lab. – LaFA/CESET – Universidade Estadual de Campinas, Brasil) e envolveu a obtenção de dados para emissão espontânea de luz em brotos de plântulas de trigo (Gallep, 2007), para ser comparado com a coleta de dados concorrente para sementes padrão semelhantes no Brasil. O objetivo era observar correlações entre esses dois processos, na Alemanha e no Brasil, sob o efeito de diferentes climas. Medidas semelhantes de contagem de fótons foram iniciadas na década de 1950 por Colli e colaboradores (1955), que observaram correlações entre a emissão de fótons na faixa do visível e as condições fisiológicas da amostra de sementes.

5.6.3.1. MÉTODOS E MATERIAIS

Para o experimento na Alemanha, foram utilizados dois tipos diferentes de sementes de trigo. Uma estava comercialmente disponível no Brasil (MaisVita, id. FDL-E7C3, válida até 09/03/08, denominada “Tb”) e a outra era uma semente alemã cultivada biodinamicamente (AlNatura, id. 000 7866 DE, válida até 13/08/06, denominada “Ta”). Três amostras de dez sementes selecionadas aleatoriamente foram colocadas em uma cubeta de quartzo fechada, com 1 ml de água destilada para germinação. Duas amostras (uma brasileira e uma alemã) foram colocadas dentro da câmara escura com dois PMTs (um para cada grupo de sementes) para contagem de fótons, enquanto outra amostra foi deixada do lado de fora como controle para observação do desempenho da germinação (ver fig. 38). A contagem de fótons começou após cinco minutos no escuro e foi mantida pelos próximos três dias.

A contagem de fótons durante esse experimento foi realizada após cada intervalo de dez segundos. O experimento brasileiro seguiu configuração semelhante (não considerando a análise das sementes alemãs, que não foi realizada), assim como a sensibilidade do PMT. Detalhes técnicos mais específicos deste experimento podem ser encontrados no relatório completo de Gallep (2007).



Fig. 38

No sentido horário a partir do canto superior esquerdo: Seleção de sementes, uma câmara escura com dois PMTs no topo e cubetas posicionadas.

Clockwise from top left: Seed selection, dark chamber with two PMTs on top and cuvettes positioned.

© 2007, Guto Nóbrega

5.6.3.2. RESULTADOS E COMENTÁRIOS

Para fins de clareza, a discussão nesta seção se concentrará nos resultados plotados em gráfico (ver fig. 39). O teste foi repetido sete vezes, apresentando resultados semelhantes. O gráfico mostra os resultados do quarto teste (T4), pois ilustra claramente as correlações entre a emissão de biofótons e o desenvolvimento fisiológico das sementes de trigo. Duas características são proeminentes neste gráfico. A primeira refere-se ao registro de luminescência retardada (DL). Quando as sementes da amostra são colocadas dentro da câmara escura, elas começam a liberar luz armazenada em seu sistema. Nesses experimentos, esse processo durou tipicamente as primeiras 24 horas, e, como tal, uma curva hiperbólica de luminescência de longa duração é visível no gráfico. Após a liberação do DL, a emissão espontânea de fótons começa a aparecer. Essa emissão de fótons começa a aumentar após 24 horas da germinação das sementes. Após 60 horas observa-se outro aumento na contagem de fótons, agora correspondente ao desenvolvimento de folhas e raízes (paralelamente às sementes de referência fora da câmara). Este fenômeno foi observado com alguma variação em cada uma das três amostras testadas. Essa variação aparece com mais destaque nas sementes biodinâmicas – possivelmente devido às suas qualidades orgânicas, balanceadas sistemicamente sem a interferência de recursos químicos artificiais.

O gráfico aqui disponibilizado (ver fig. 39) apresenta o número total de contagens, uma média da distribuição e a variância entre os experimentos brasileiro e alemão. As linhas azul e vermelha (chA e chB) correspondem respectivamente às sementes alemãs e brasileiras testadas na Alemanha. A linha verde (Brazilian test) corresponde às sementes brasileiras testadas no Brasil.

5.6.3.3. INVESTIGAÇÃO PRÁTICA DE LUMINESCÊNCIA RETARDADA E BIOCOMUNICAÇÃO

O segundo experimento de grupo reflete um caráter mais empírico e visual e foi realizado por este autor. O experimento se concentrou na visualização de luminescência retardada de plantas e emissão de fótons do Poliedro Gonyaulax, um *dinoflagelado* marinho bioluminescente. O objetivo era testar o uso de uma câmera CCD para visualizar as emissões de fótons de plantas e dinoflagelados para potenciais criações estéticas, além de proporcionar ao autor a experiência em primeira pessoa desse fenômeno. A luminescência retardada ocorre em organismos vivos, como as folhas de uma planta, após a excitação

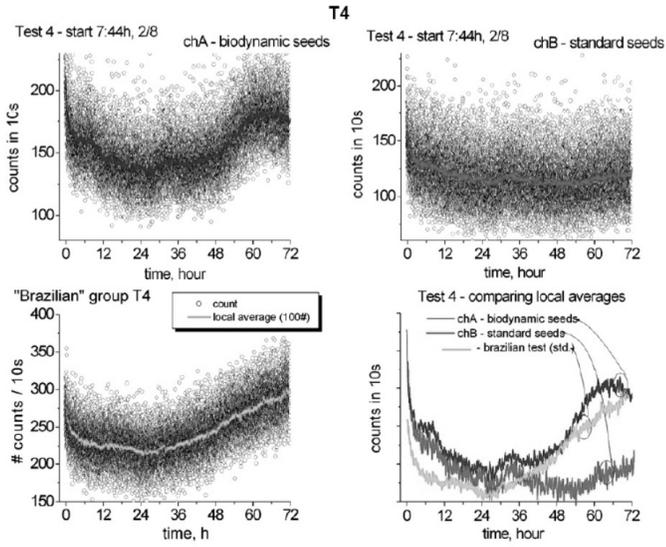


Fig. 39

Série de contagem de fótons T4.

Photon-count series T4.
(Gallego, 2007)

da luz externa. Depois de serem expostos à luz por alguns segundos, os fótons são absorvidos, armazenados e reemitidos. Embora a luminescência retardada observada neste experimento não seja de emissão espontânea de fótons do organismo vivo, que deve ser observada com uma câmera CCD de maior sensibilidade do que a disponível, ela corresponde ao comportamento biofotônico ao qual apresenta correlação. Também vale a pena destacar que o fenômeno da luminescência retardada “não se restringe apenas a plantas verdes ou sistemas fotossintéticos, mas tem sido observado em muitos sistemas biológicos, de bactérias a tecidos humanos” (Bajpai, 1999; Popp, 1988).

A (fig. 40) apresenta uma série de testes utilizando pequenas partes de plantas coletadas fora do laboratório. Essas pequenas porções foram expostas à luz por um breve período e colocadas dentro da câmara escura para imagens. A coloração verde nas imagens inferiores é resultado do monitor que foi conectado ao sistema CCD. O sistema utilizado para este experimento foi uma câmera CCD Proxitron acoplada a um amplificador multiplaca, que aumenta o sinal de fótons para um nível visível na tela.

A (fig. 41) é de outro experimento. Desta vez, o fruto de um carvalho foi colocado dentro da câmara e suspenso por dois fósforos. Um diodo emissor de luz foi acionado dentro da câmara por alguns segundos para irradiar as frutas. Observe que as correspondências não aparecem na imagem do monitor, apenas uma sombra preta. Isso é resultado da luminosidade ser observada apenas a partir da matéria orgânica viva; os fósforos, como matéria morta, não emitem luz nas condições desses experimentos.

A experiência final concentrou-se no *Gonyaulax Polyedra*. O objetivo era testar se a sincronicidade entre dois grupos de *Gonyaulax* poderia ser observada através do sistema de câmeras CCD. Sabe-se que o fenômeno da biocomunicação ocorre em famílias de *Lampyridae*, mais popularmente conhecidas como vaga-lumes (Lloyd, 1965). Até a conclusão deste estudo, não está claro quais são os mecanismos que permitem essa comunicação, nem como eles se reconhecem; no entanto, “uma análise cuidadosa da sincronia mostrou que ela não pode ser explicada em termos de excitação com luz” (Wijk 2001). Um fenômeno semelhante ocorre com algumas espécies de dinoflagelados, como o *Gonyaulax Polyedra*. Popp e seu grupo de pesquisa, ao pesquisar biocomunicação em sistemas biológicos, observaram evidências de que as emissões de biofótons estão correlacionadas com os atributos bioluminescentes desses organismos¹¹³.

113 Isso será explicado com mais detalhes na seção “Como o biofóton interage com a arte – implicações estéticas”.

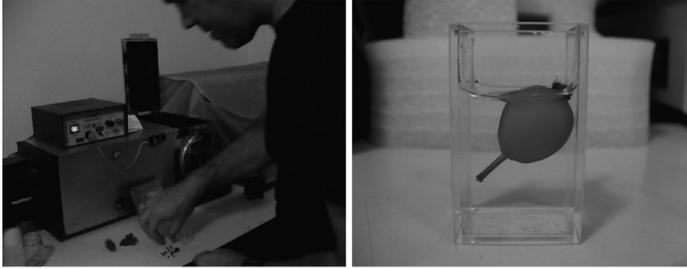


Fig. 40
 Experimentos de luminescência retardada.
 Delayed luminescence experiments.
 © 2007, Guto Nóbrega

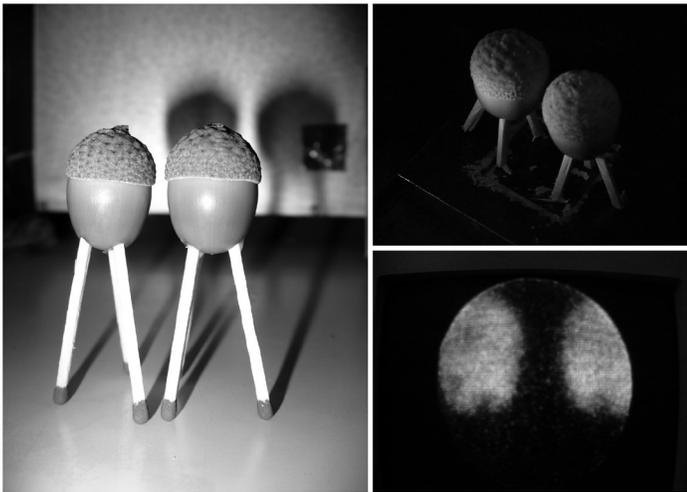
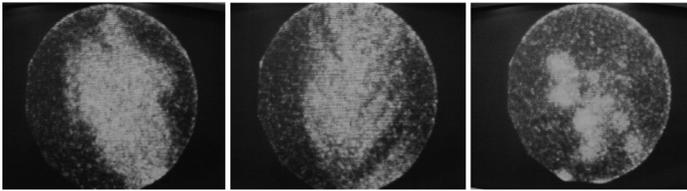
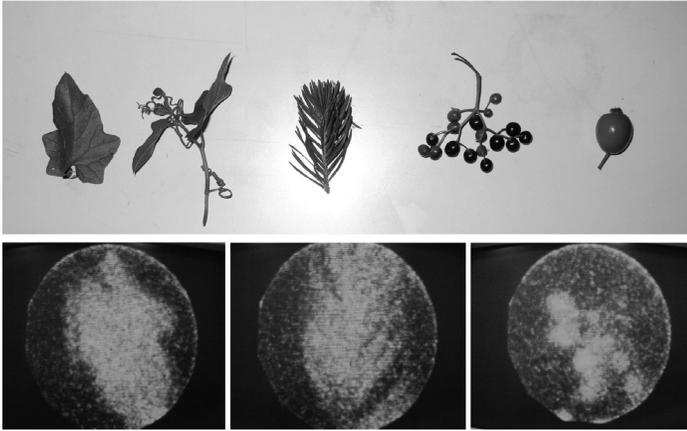


Fig. 41
 Experimentos de luminescência retardada.
 Delayed luminescence experiments.
 © 2007, Guto Nóbrega

Inspirado por essas ideias, foi montado um experimento no qual dois grupos de *Gonyaulax Polyedra* foram colocados na câmara escura do CCD para observar qualquer tipo de sincronicidade entre os organismos (ver fig. 42). Um pequeno pedaço de papelão foi usado como obturador entre os dois grupos para permitir o controle do contato visual e não visual. Uma propriedade notável desses organismos é sua reação sensível à vibração, à qual eles respondem com rajadas imediatas de luz.

Devido às restrições no tamanho da cubeta disponível para o experimento e ao uso de um único sistema de câmera, e também apesar da aparente sincronicidade de cintilação quando o obturador entre os dois grupos foi removido, não se pode dizer que o experimento foi bem-sucedido em demonstrar qualquer nível de biocomunicação entre esses grupos. No entanto, este sugere que o uso de câmeras CCD e o fenômeno da bioluminescência se demonstraram potenciais para a exploração de uma abordagem indireta do fenômeno biofóton por meio de equipamentos de custo relativamente baixo. Devido à intensidade consideravelmente alta da atividade bioluminescente em *Gonyaulax Polyedra*, cuja cintilação pode ser vista pelo olho humano em uma sala escura, foi observado pelo autor que webcams de baixo lux¹¹⁴ e baixo custo, amplamente utilizadas na astronomia amadora, podem ser empregadas para monitorar as atividades de organismos bioluminescentes.

5.7. IMPLICAÇÕES BIOLÓGICAS

Se a coerência dos biofótons for levada em conta, essa série de fenômenos biológicos pode ser vista na perspectiva de um modelo de campo integrativo. O fato de campos coerentes originarem padrões de interferência destrutivos e construtivos torna-se um mecanismo crucial para uma possível compreensão da biocomunicação baseada em acoplamentos de campos coerentes. Fritz Popp forneceu evidências práticas para tais ideias através de experimentos com uma pulga d'água, a *Daphnia Magna* Strauss (Popp, 2003b). Antes de continuar, pode ser útil entender melhor o que se entende por interferência destrutiva e construtiva.

Quando duas ondas interferem, dependendo da relação de fase de sua fonte, a amplitude da onda se amplifica mutuamente, criando “interferência construtiva”, também conhecida como “super-radiância” ou, ao contrário, subtrai, levando a “interferência destrutiva” ou “sub-radiância” (Popp, 2003b) (ver fig. 43).

114 Câmeras com sensibilidade na faixa de 0,0003 lux.

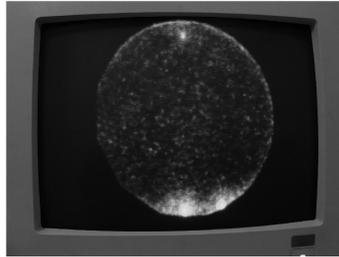
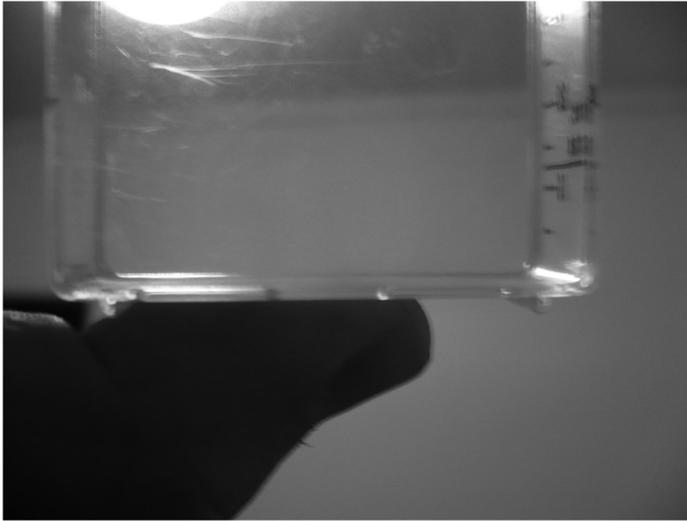


Fig. 42

Experimento Gonyaulax
Polyedra.

Gonyaulax Polyedra
experiment.

© 2007, Guto Nóbrega

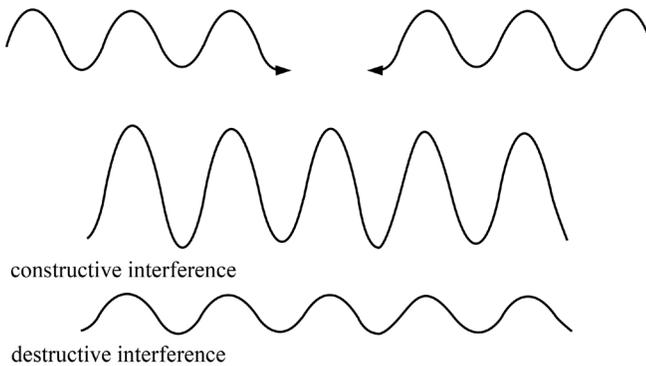


Fig. 43

Interferência destrutiva e
construtiva. Redesenho
com base no original.

Destructive and constructive
interference. Redrawing
based on the original.

(Popp, 2003b)

Segundo o físico americano Robert H. Dicke (Dicke, 1954), “a re-emissão espontânea da luz absorvida é impossível assim que a distância intermolecular for significativamente menor que o comprimento de onda”. Essencialmente, o que Dicke observou foi que as interações entre fótons e moléculas (absorção e reemissão de fótons) em um determinado campo coerente se quebram em dois regimes diferentes de superradiância e subradiância (Wijk, 2001).

A super-radiância corresponde à interferência construtiva de ondas de luz acumuladas em flashes de luz coerentes que são então emitidos em intervalos de tempo relativamente curtos. A sub-radiância é definida como a interferência destrutiva das ondas de luz dentro do sistema de absorção de moléculas. O resultado é uma “luminescência retardada” de ondas de luz coerentes que relaxam de acordo com funções hiperbólicas. (Ibid.)

Na prática, isso significa que “a intensidade de biofótons da matéria viva não pode aumentar linearmente com o número de unidades, mas deve seguir as amplitudes efetivas dos padrões de interferência do campo de biofótons entre os sistemas vivos” (Popp, 2003b). Existe uma relação não linear intrínseca entre a taxa de radiação coerente de um sistema biológico e sua concentração. Em outras palavras, é possível dizer, por exemplo, que se o número de moléculas ou células em um determinado sistema coerente for aumentado, a taxa de emissão de biofótons não aumentará como seria de se esperar. O padrão de interferência entre organismos vivos apresenta uma tendência à interferência destrutiva (sub-radiância), o que resulta em menor emissão de fótons. O contrário só ocorre quando o organismo perde a coerência e a capacidade de interferência destrutiva. Neste último caso, o aumento da densidade celular leva a uma maior taxa de emissão de fótons; “a luminescência retardada passa do relaxamento hiperbólico das células normais para o exponencial das células tumorais” (Popp, 2003b). Esse fenômeno afirma a potencial aplicação do biofóton como ferramenta funcional para a análise do câncer, que foi a motivação inicial que levou Fritz-Albert Popp a essa área de pesquisa.

Popp examinou essas teorias na prática. Em um experimento, um grupo de 250 *Daphnia Magna* Strauss (ver fig. 44) das mesmas características biológicas (apenas fêmeas, da mesma genética e aproximadamente do mesmo tamanho e estágio de desenvolvimento) foi adicionado, um a um, a uma cubeta de quartzo para contagem de fótons com equipamento de medição de biofótons.

Popp observou que a contagem de fótons correspondia à teoria. Os resultados dessa experiência são aqui apresentados em um diagrama (ver fig. 45).

O primeiro gráfico mostra um aumento linear na emissão de fótons durante o primeiro estágio de adaptação dos organismos, mas depois um período de desvio aparece no gráfico, correspondente ao efeito de sub-radiância

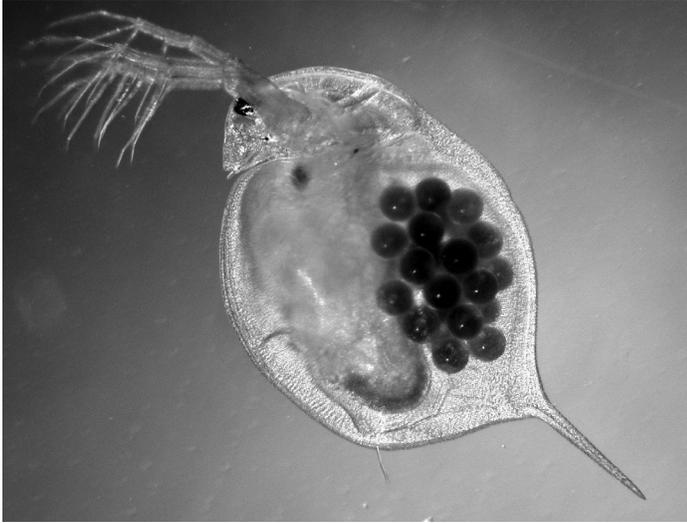


Fig. 44

Daphnia Magna Strauss.

Daphnia Magna Strauss.

(Dieter Ebert, Basel, Suíça/

Switzerland – tra-

balho próprio / own

work, CC BY-SA 4.0,

[https://commons.wi-](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47132022)

[kimedia.org/w/index.](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47132022)

[php?curid=47132022\)](https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=47132022)

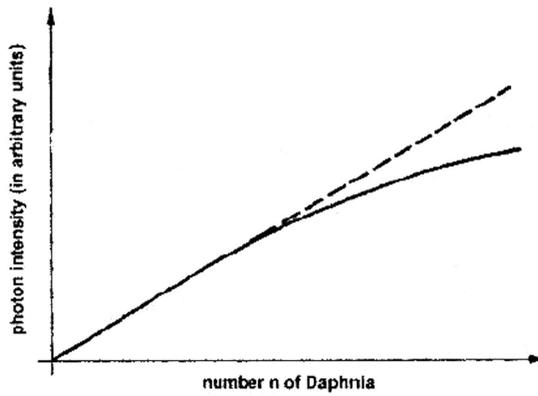
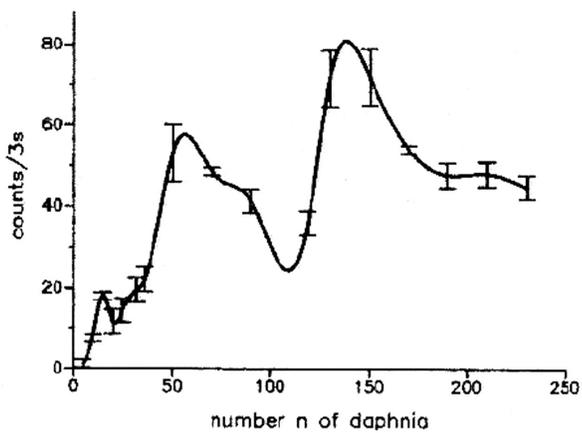


Fig. 45

Contagem de emissão
de fótons *Daphnia*
Magna Strauss.

Daphnia Magna Strauss
photon emission
counting.

(Popp, 2003b)



discutido acima. Surpreendentemente, a emissão ideal de biofótons (ou a destruição mais eficiente do campo de biofótons fora dos animais) aparece quando o número de *Daphnia* atinge 110 unidades, o que corresponde à densidade populacional de *Daphnia* na natureza (Popp, 2003b).

Em entrevista, Marco Bischof desdobrou e especulou sobre as dimensões filosóficas desses achados. Um trecho da entrevista é citado aqui em extensão (a entrevista completa é apresentada ao final deste livro).

Se você pegar *Daphnias* da mesma idade, a partir de um certo estágio de seu desenvolvimento, sempre haverá a mesma distância entre eles. E essa distância também é um múltiplo de seu tamanho. Se a *Daphnia* for desse tamanho [gesticula com os dedos], então a distância será duas, três vezes isso. E há alguns outros fenômenos interessantes, que levaram o Prof. Popp a desenvolver uma teoria sobre isso. Ele acredita que o que acontece é que esses animais produzem um campo ao redor de todos eles. O campo possui um certo comprimento de onda; os animais parecem sentir-se melhor quando se encaixam exatamente nessas ondas, no padrão das ondas, quando estão em fase. O interessante é que quando eles se encaixam exatamente nesse padrão, você não pode medir nenhum campo. Somente se o padrão for interrompido, você poderá medir a luz. A ideia de Popp é que, e isso provavelmente se aplica também aos seres humanos, todos nós vivemos em um campo muito grande que não percebemos normalmente. Não sabemos que ele está lá e não podemos medi-lo. Enquanto estivermos em harmonia com este campo, você não poderá medir nada. Somente se o campo estiver perturbado, de repente você poderá medir alguma coisa, porque não há mais harmonia. E este é provavelmente o segredo desta energia do vácuo, da energia do ponto zero. Nós sempre vivemos neste oceano de energia de ponto zero, e vivemos em um certo padrão deste campo – desde que tudo esteja em harmonia, é como nada, o campo é como se não existisse. Mas assim que a harmonia é perturbada, você obtém essas emissões, pode medir algo, pode medir biofótons e assim por diante. Provavelmente é assim que o vácuo opera, como ele funciona. É um campo fundamental, a base de tudo. E sempre fazemos parte desse campo, e precisamos estar em equilíbrio para que não haja tensão, não haja problema. Mas assim que sairmos desse equilíbrio, haverá emissões, indicando uma perturbação. Porque a mesma coisa acontece quando medimos biofótons, por exemplo, de pessoas saudáveis, organismos saudáveis ou organismos que não estão doentes. O interessante é que no organismo da mais alta qualidade, que é muito saudável, não há emissão, não medimos nada. Isso significa ao mesmo tempo que há uma alta coerência e nenhuma luz sai. Também medimos biofótons de alimentos, vegetais, por exemplo. O alimento da mais alta qualidade é aquele que tem muito pouca emissão de biofótons. O fato de que nenhuma luz é emitida

significa que as luzes permanecem no interior. O corpo e as células podem manter a luz, armazenar a luz, e só então quando há um desequilíbrio a luz sai. Porque a célula saudável manterá a luz dentro.

5.8. COMO O BIOFÓTON INTERAGE COM A ARTE - IMPLICAÇÕES ESTÉTICAS

No contexto da arte, talvez uma das experiências mais interessantes no estudo dos biofótons diz respeito à expressão da coerência biológica através da música, ideia proposta e realizada pelo próprio Albert-Fritz Popp. O experimento consistiu em duas amostras biológicas do dinoflagelado *gonyaulax polyedra*, separadas opticamente por um obturador mecânico para que a comunicação visual entre as duas amostras pudesse ser controlada. Dois fotomultiplicadores independentes foram configurados de forma que as amostras pudessem ser contadas simultaneamente com fótons. A saída dos fotomultiplicadores era alimentada a um sistema de áudio, que emitia tons que correspondiam às correlações do sinal de emissão de fótons entre as duas amostras. O gráfico aqui apresentado (ver fig. 46) mostra a correspondência entre os dois grupos, e a gravação de áudio desses experimentos pode ser acessada online¹¹⁵. A seção superior do gráfico mostra o período em que o obturador está fechado e não há comunicação visual e contato (sem interconexão de luz) entre as amostras. Como mostra o gráfico, rajadas aleatórias de emissões de fótons são registradas, apesar de não haver contato óptico entre os dois grupos de dinoflagelados. No entanto, quando o obturador é aberto, os eventos aleatórios tornam-se coordenados, mostrando evidências de coerência ocorrendo. Na amostra de áudio é possível ouvir dissonâncias na primeira etapa do experimento. Na segunda parte, após o estado de coerência entre as amostras parecer estabelecido, o som torna-se harmônico. “Quanto mais alto o tom, melhor a correlação dos sinais nas duas amostras” (Lillge, 2001).

Outro exemplo de arte utilizando a tecnologia biofotônica foi apresentado recentemente na exposição *Invisible Communication* (Comunicação Invisível)¹¹⁶. O foco curatorial desta exposição foi a forma como os artistas trazem visibilidade e audibilidade à rede oculta de informações biológicas que liga os seres humanos ao ambiente natural. Explorando a intercomunicação entre

115 Cf. <http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/summ01/Biophysics/Biophysics.html>

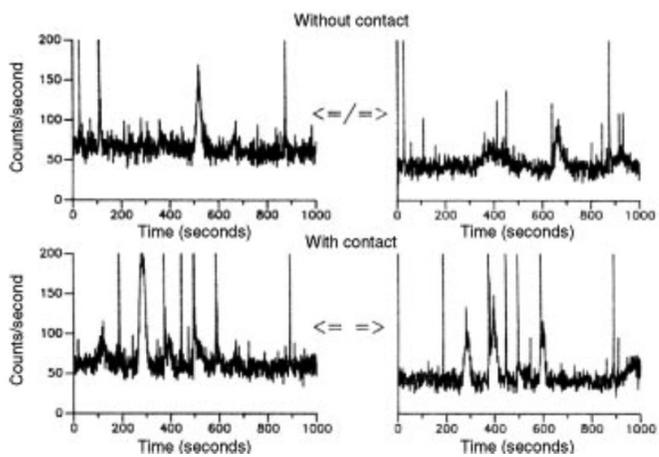
116 Realizada no ICC, Tokyo - 6 de dezembro de 2007.

Fig. 46

Padrões de emissão de bio-
fótons. Experimento
de som de Popp.

Patterns of biophoton
emission. Popp sound
experiment.

(Lillge, 2001)



insetos, plantas e animais, a exposição lança luz sobre novas ecologias que se tornam visíveis com o auxílio de biossensores e tecnologia da informação. Foi neste contexto que o artista Ando Takahiro apresentou o seu trabalho intitulado *Bio Photon: Allelopathy*¹¹⁷. Ele afirmou que:

Organismos e células emitem uma luz extremamente fraca, conhecida como biofóton, imperceptível a olho nu. Esta peça usa um tubo fotomultiplicador (PMT) como os do observatório de neutrinos Super-Kamiokande para extrair os biofótons liberados como brotos de mudas. Além disso, o número de fótons emitidos (luz em forma de partículas) é projetado graficamente, em tempo real. Esta instalação em particular examina a diferença nas emissões de biofótons entre várias espécies de plantas (Takahiro, 2007).

Como foi discutido ao longo deste livro, o investimento no aparato tecnológico como plataforma criativa exige experimentalismo e busca de novos modelos, para que a estrutura desenvolvida pelo artista possa desdobrar novas metáforas e novas “conversas” (Maturana, 1997) com o público. É nesse sentido que a hibridização entre formas naturais e artificiais se torna uma abordagem atrativa para investigar o uso de novas tecnologias na prática artística¹¹⁸. Exposições como *Invisible Communication* parecem sugerir que tais abordagens talvez sejam dignas de atenção futura. Ao contrário da bioarte, em que a natureza muitas vezes é a fonte molecular viva para a intervenção criativa/invasiva do artista (Gassert, 2007; Menezes, 2007; Catts e Zurr, 2007; Jeremijenko, 2007), muitos dos trabalhos apresentados em *Invisible Communication* tentam estabelecer um diálogo com a natureza através da vocalização de padrões biológicos sutis. Em uma prática como essa, as fronteiras entre cientistas e artistas se confundem, mesmo que o objetivo final não seja o mesmo. Quando a arte deixa de ser considerada um privilégio do artista ou de um domínio específico, ela aponta para a sua evolução de uma forma mais autônoma. Verdadeiros artistas e obras de arte são encontrados, não feitos. Talvez seja possível ilustrar essa afirmação dando outra olhada nos exemplos do trabalho de Ando Takahiro e Popp, acima. Enquanto *Bio Photon: Alelopathy*, como proposto por Takahiro, apenas arranha a superfície do que está implicado nas teorias biofotônicas, servindo de ilustração para os novos passos da ciência e da tecnologia, o experimento de Popp leva o observador a questões intrigantes – como: por que esses

117 O trabalho pode ser acessado em <https://www.ntticc.or.jp/en/feature/2007/SilentDialogue/Work/biophotonalelopathy.html>

118 A parte final deste livro, que é dedicada à prática, ilustra essa afirmação.

micro-organismos comunicam-se entre si? Qual é a implicação da luz em suas – e em nossas – vidas interiores? Como as fronteiras cristalizadas que limitam e separam os seres vivos se tornam suavizadas pela noção de que campos eletromagnéticos, entre outros, podem interligar nossos corpos e espíritos?

Quando perguntas enigmáticas como essas são provocadas na mente do observador, é sinal de que algum tipo de ressonância entre ele, a obra e o artista está ocorrendo. Para fazer uma analogia do experimento com os dinoflagelados, é como se uma veneziana se abrisse e o estado de coerência interno ao organismo estético começasse a se manifestar. A arte poderia ser considerada como continuamente provocando questões, no entanto, os novos organismos estéticos também começam a pronunciar respostas sutis.

É a consideração da coerência e da relevância das teorias de campo nos processos de biocomunicação que torna a pesquisa biofotônica uma forte candidata como modelo para a estética. A seção seguinte analisará o organismo estético e seu modo de existência à luz do conceito de coerência e do aspecto de campo da matéria orgânica viva. É importante afirmar que a análise não pretende descartar a experiência estética implementando um modelo científico. A intenção aqui é demonstrar a justaposição de metáforas provenientes de domínios aparentemente díspares; arte, ciência e tecnologia. Somente quando essas metáforas são justapostas é que os padrões que destacam novos caminhos e horizontes ganham visibilidade. O objetivo deste livro é dar visibilidade a esse mapa, para que futuros pesquisadores possam trilhar seu caminho.

5.8.1. FORMA E COERÊNCIA

Além disso, quando qualquer uma das partes ou estruturas, seja ela qual for, está em discussão, não se deve supor que é à sua composição material que se dirige a atenção ou que esta composição material é o objeto da discussão, mas sim a totalidade. Da mesma forma, o verdadeiro objeto da arquitetura não são tijolos, argamassa ou madeira, mas a casa; e assim o objeto principal da filosofia natural não são os elementos materiais, mas sua composição e a totalidade da substância, independentemente das quais eles não existem (Aristóteles, [645a] 1984).

Tem sido afirmado nesta pesquisa que a forma deve ser considerada no contexto em que foi originalmente derivada, o campo da biologia.

A forma é mais do que a configuração [shape], mais do que a posição estática dos componentes em um todo. Para a biologia, o problema da forma implica um estudo

da gênese. Como se desenvolveram as formas do mundo orgânico? Como as configurações são mantidas no fluxo contínuo do metabolismo? Como são estabelecidos e mantidos os limites dos eventos organizados que chamamos de organismos? (Haraway, 1976, p. 39)

Essas questões são igualmente aplicáveis ao campo das artes, com a diferença de que as respostas prováveis não apenas informarão as origens e o modo dos organismos naturais, mas orientarão os processos de invenção dos organismos estéticos. “Forma e processo estão essencialmente ligados, lógica e historicamente, nos organismos” (Ibid.). Essa perspectiva significa que, em vez de sustentar a dicotomia predominante entre forma e processo (como encontrada na estética formalista do passado, versus estética baseada no processo), muitas vezes anunciada no discurso da arte e da tecnologia (Mariátegui, 2007; Paul, 2007), considera-se aqui como forma e processo trabalham juntos na gênese do que foi definido como um “hiperorganismo”. A forma deve ser percebida como resultado das interações de forças. A força precede a forma, como nos mostrou a nova ciência da nanotecnologia (Velegol, 2004). Todas essas questões apontam para uma questão fundamental: por que e como as forças são coerentes na constituição da forma viva? O que significa ser um organismo vivo?

A definição de vida tem sido objeto de muitos (Schrödinger, 1967; Dürr et al., 2002), mas sua natureza essencial é algo que derrota fórmulas e conceitos rígidos. Em sua tentativa, Mae-Wan Ho descreveu (Ho, 1993, p. 5):

A vida é um *processo de ser um todo organizador*. É importante enfatizar que a vida é um *processo* e não uma coisa, nem uma propriedade de uma coisa ou estrutura material. (...) A vida deve, portanto, residir no padrão do fluxo dinâmico de matéria e energia que de alguma forma torna os organismos vivos, permitindo que cresçam, se desenvolvam e evoluam. A partir disso, pode-se ver que o “todo” não se refere a uma entidade nômade isolada. Pelo contrário, refere-se a um sistema aberto ao ambiente, que estrutura ou organiza a si mesmo (e seu ambiente) simultaneamente “envolvendo” o ambiente externo e “desdobrando” espontaneamente seu potencial em formas altamente reprodutíveis ou dinamicamente estáveis.

Assim, os organismos podem ser definidos como

(...) estruturas espaço-temporais coerentes mantidas longe do equilíbrio termodinâmico pelo fluxo de energia. Isso lhes permite armazenar e mobilizar energia com rapidez e eficiência características (Ho, 1993, p. 155).

Organismos coerentes tornam-se indivíduos, um todo.

(...) um indivíduo é um campo de atividade coerente. (...) individualidades são entidades espacial e temporalmente fluidas, pela extensão da coerência estabelecida. Assim, na comunicação de longo alcance entre células e organismos, toda a comunidade pode se tornar uma só quando a coerência é estabelecida e a comunicação ocorre sem obstrução ou atraso (Ibid., p. 179).

Essas ideias nos ligam a Simondon. O que Simondon entende por concretização ou individuação é semelhante ao modo como organismos ou objetos técnicos tornam-se coerentes. Enquanto os organismos são coerentes por natureza, os objetos técnicos tornam-se coerentes por meio de um processo de invenção e concretização. Esse processo depende de estados de ressonância entre a dinâmica das operações mentais e físicas internas e a do objeto que está sendo criado. Resultante desta percepção, poderíamos supor que a criação de objetos de arte corresponde à invenção de totalidades coerentes que se ligam ao artista pela sua ressonância interna (ver fig. 47).

A atividade inteira do ser vivo não é, como a do indivíduo físico, concentrada em sua fronteira com o mundo exterior. Existe no ser um regime mais completo de ressonância interna que exige comunicação permanente e mantém uma metaestabilidade que é a condição da vida. (...) A ressonância interna e a tradução de sua relação consigo mesmo em informação estão todas contidas no sistema do ser vivo (Simondon, 1992, p. 305).

Baseado em Simondon, poderíamos nominar a consciência de tal ressonância interna, afeto. Isso permite ao nosso argumento inferir que a criação de obras de arte pode implicar na formação de vínculos afetivos. Nesse sentido, pode-se sugerir que a interação pode ser revista em termos de interconexão afetiva ou interafetividade. Não dependeria exclusivamente de aspectos de ações recíprocas entre homem-máquina no nível técnico, mas entre níveis de ressonância, um nível afetivo. Não é uma “fusão de tecnologia e estética” (Krueger, 1991, p. xii), mas um emaranhado de estética e “tecnicidade”.

Chamamos a criação de obras de arte tecnologicamente assistidas de hiperorganismos. Os hiperorganismos são totalidades coerentes que podem ser consideradas indivíduos lutando continuamente contra a morte por meio de um processo de concretização. Eles emergem e respondem a um campo de forças (mental, física, afetiva) que os informa e dá forma. Eles podem ser considerados como portadores de energia informada. Os hiperorganismos

funcionam, metaforicamente, como uma forma de DNA que fornece ao organismo estético sua identidade. Como na teoria biofotônica, eles poderiam ser pensados como a estrutura que faz o organismo estético ressoar em uma certa “sintonia”. Como tal, eles são colocados em ressonância com o artista e são inventados para realizar “acoplamentos estruturais” coerentes (Maturana, 1997) com seu meio. É somente no encontro com o observador que eles ganham existência real (ver fig. 48). Os hiperorganismos agem como um todo, mas são formados por uma combinação de “elementos”, que definem sua capacidade transdutiva e comportamento geral.

Nos termos de Simondon, os elementos de um objeto técnico são os “verdadeiros portadores de [tecnicidade]¹¹⁹, assim como sementes que carregam as propriedades de uma espécie para refazer novos indivíduos” (Simondon, [1958] 1980, p. 86)¹²⁰.

Indivíduos são produzidos pela invenção, que reúne elementos para formar indivíduos. A invenção, que é a criação de um indivíduo, pressupõe um conhecimento intuitivo da [tecnicidade] dos elementos no inventor. A invenção se dá em um nível intermediário entre o concreto e o abstrato, o nível dos diagramas, o que implica uma existência anterior e coerência para suas representações – aquelas imagens que mascaram [tecnicidade] com uma camada de símbolos que fazem parte de uma metodologia imaginária e dinâmicas imaginárias.

5.8.2. O OBSERVADOR E A ENTROPIA NEGATIVA

Tendo estabelecido a relação entre o hiperorganismo e seu criador, agora é possível considerar o observador. Para isso, é necessário entender um pouco

119 A palavra original francesa é “technicité”. Embora a tradução inglesa tenha usado o termo “technicality”, adotamos o termo “technicity” da mesma forma que foi traduzido por alguns estudiosos (Stiegler, [1994] 1998; Mackenzie, 2002)

120 Por exemplo, um microcontrolador de código aberto, como o Arduino (Arduino, 2006) ou os códigos de um programa disponibilizado na internet, quando aplicado na construção de um novo hiperorganismo, transfere para o novo alguma tecnicidade do antigo. Outro exemplo são os hiperorganismos que exploram configurações híbridas de sistemas naturais e artificiais em sua constituição (artistas que trabalham com plantas e sistemas tecnológicos, por exemplo). Soluções técnicas para o acoplamento de sistemas naturais e artificiais podem ser transferidas para o corpo de novos indivíduos através do uso de elementos específicos (biossensores, PMTs, CCDs, etc). Dessa forma, os hiperorganismos evoluem e desenvolvem linhagens de novos seres em que elementos antigos e novos são rearranjados em novas configurações para funcionarem sinergicamente. É importante atentar para esse fato, pois pode ser usado como linhas curatoriais nas quais hiperorganismos podem ser selecionados por sua correspondente tecnicidade, significado e essência como indivíduos técnicos.

Fig. 47
Invenção.
Invention.
© 2009, Guto Nóbrega

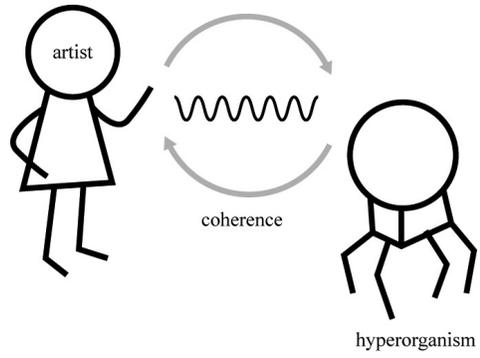
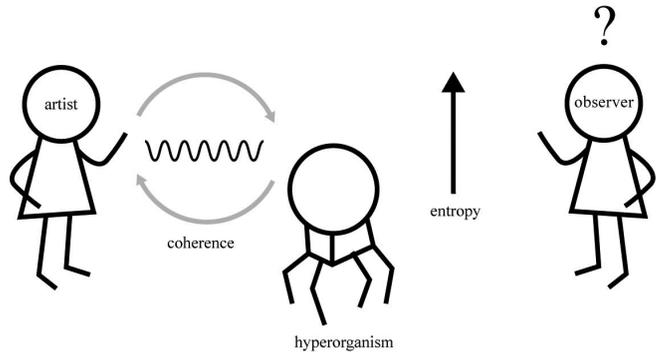


Fig. 48
Recepção.
Reception.
© 2009, Guto Nóbrega



mais sobre como um organismo vivo aparece para um observador externo na perspectiva delineada neste livro. De um ponto de vista orgânico “(...) um sistema coerente é transparente para si mesmo, pois todas as partes do sistema estão em completa, instantânea comunicação” (Ho, 1993, p. 167). Isso significa que um sistema vivo coerente “se *conhece* completamente” (Ibid., grifo no original). O nível de entropia em tal sistema é definido como mínimo. Assim, “a entropia do sistema vivo pode ser expressa em termos de seu desvio da coerência” (Ibid.). No entanto, embora um determinado sistema seja coerente, aos olhos de um observador externo seu estado interno é completamente opaco, portanto altamente entrópico (ver fig. 48, na p. 181).

Com o exposto, é possível olhar novamente para Flusser e sua definição de arte como a “atividade humana que visa produzir situações improváveis” (Flusser, 2002c, p. 52). O papel do artista é fornecer situações potenciais que se tornarão significativas e informativas para o observador. A informação, portanto, não é dada de antemão, mas é obtida por diferenciação. Esse entendimento condiz com a definição de informação proposta por Bateson ([1972] 1987, p. 386); “a diferença que faz a diferença”.

Conhecer, nesse contexto, pode ser considerado um processo de minimização da entropia, ou otimização da informação. Tornar-se conhecido é tornar-se coerente com o sistema, ou, como diziam as tradições místicas, tornar-se *um* como um todo.

Isso é exatamente o que é central na pesquisa biofotônica. O que é fundamentalmente proposto pela teoria biofotônica, colocado de maneira muito simples, é que todos os sistemas vivos podem estabelecer uma rede coerente de comunicação, de modo que em qualquer organismo, cada célula, cada molécula, seja acoplada por ressonância, de forma que o todo o sistema “saiba” holisticamente e tenha informações imediatas sobre todas as suas partes. A pesquisa biofotônica entende que o vínculo que integra todo o organismo é feito de um campo de luz. Doenças e incoerências causam o rompimento desse vínculo. Quando os acoplamentos internos de um sistema vivo são rompidos, a luz deixa de ser armazenada nas células e se torna visível. Nesse momento todo o corpo trabalha em uníssono num processo de cura. Se esse conceito científico é transportado para o domínio da arte, forma-se uma forte metáfora que ressignifica a arte em termos de organização viva.

As obras de arte em muitos aspectos são criaturas estranhas; à primeira vista, elas nunca são completamente compreendidas. Flusser diria que elas são informativas, pois se destacam fora do hábito. No entanto, se a entropia é tomada como a medida do nível de desordem em um sistema físico, então somos levados a um paradoxo; obras de arte que estejam fora de ordem

seriam altamente entrópicas. Esse paradoxo pode ser resultado de uma velha dicotomia: objeto-sujeito.

(...) a ciência ocidental tem como premissa a separação do observador como uma mente descorporificada de uma natureza objetiva observada. (...) Esta é também a origem da dicotomia subjetivo-objetivo, que quando levada à sua conclusão lógica, esbarra na dificuldade aparentemente intransponível de que para ter informações suficientes sobre o sistema, é preciso destruí-lo (Ho, 1993, p. 314).

A dicotomia objeto-sujeito prevalece quando um observador se isola fora do observado. No entanto, neste estudo argumenta-se que as obras de arte não são sistemas a serem observados dessa forma. Podem ser criaturas estranhas, mas já fazem parte do conhecimento do observador, pois a obra de arte foi inventada pelo artista tendo o observador em mente como componente fundamental de seu esquema. O artista é o primeiro observador de suas criações. Elas são estranhas da mesma forma que as doenças são estranhas ao corpo de uma pessoa, mas são manifestações do corpo quando ele se encontra desequilibrado. Somente superando a dicotomia objeto-sujeito uma obra de arte pode ser plenamente vivenciada. A obra de arte nasce como um estranho corpus parte de um organismo estético potencial. É estranho em princípio, pois é encontrado fora de coerência com o observador. Assim como ocorre nos fenômenos biofotônicos, trata-se de um organismo pedindo atenção; sua presença física se manifesta intensamente. Se ganhar a atenção do observador, como pode acontecer, ocorre uma troca. O papel do observador é se engajar nessa conversa. À medida que o diálogo se desenvolve, ambos os organismos vão se conhecendo e se tornam um todo coerente. Nesse momento, o nível de entropia dentro do sistema artista-obra-observador diminui, enquanto o nível de informação é maximizado (ver fig. 49). Assim como a teoria biofotônica prevê, quando o estado de coerência de um organismo é estabelecido, o nível de comunicação é otimizado. Este é o momento em que o sistema e o observador se tornam um. Isso talvez possa explicar o estado de imersão e fluxo atemporal relatado nas experiências espirituais e estéticas (Zics, 2008). A razão dessa ocorrência se deve em parte a outro importante componente intrinsecamente relacionado à coerência: o tempo. Como os organismos vivos são uma “estrutura espaço-temporal coerente” (Ho, 1993, p. 167), Mae-Wan Ho sugere que “o próprio tempo é gerado pelo processo, especificamente pela incoerência da ação” (Ibid.). Durante a experiência da coerência, o tempo colapsa ou desaparece completamente.

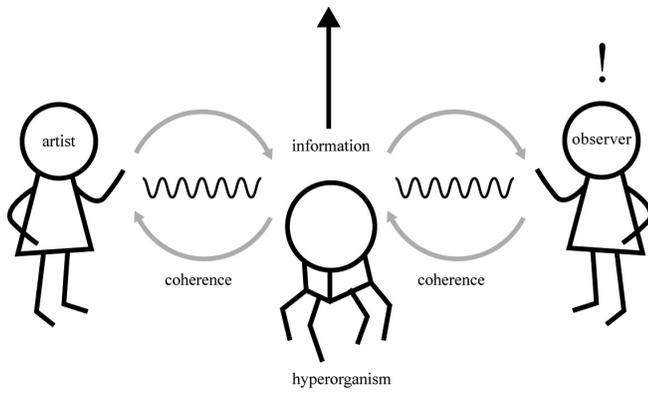


Fig. 49

Informação.

Information.

© 2009, Guto Nóbrega

5.8.3. ARTE COMO UM FENÔMENO DE CAMPO

Agora é possível concluir a análise sugerindo que, à semelhança de um sistema vivo, o organismo estético emerge de um processo que busca a coerência. As fronteiras do organismo estético são delimitadas pelo campo de coerência, que se manifesta a partir da interação de três subsistemas: o artista, o trabalho de arte e o observador. Chamamos esse campo de “campo integrativo” ou *iField* (ver fig. 50), e o trabalho de arte de hiperorganismo.

O *iField* é o que dá a forma do organismo estético, definindo o que foi definido como sua “membrana estética”. A membrana estética representa o espaço-tempo em que o organismo estético se manifesta. Não é dependente do ambiente físico, embora ressoe com ele através do tema¹²¹. A membrana estética define a morfologia do organismo estético em termos afetivos. É a dimensão em que todas as ressonâncias se manifestam e ocorre o vínculo imaterial entre o artista, o hiperorganismo e o observador. Se a memória do hiperorganismo está alocada nos elementos que constituem seu corpo e capacidades transdutivas, a memória do organismo estético é armazenada dentro do *iField* e é transferida pela ressonância de sua membrana. Portanto, não seria inadequado dizer que a memória do organismo estético é transferida por ressonância mórfica (ver fig. 51), conceito simpatizante da ideia sugerida na década de 1980 pelo cientista britânico Rupert Sheldrake.

A ressonância mórfica encontra suas raízes no trabalho de organicistas e no conceito de “campos morfogenéticos” desenvolvido por Alexandre Gurwitsch (1922) na Rússia, Hans Spemann (1924) na Alemanha e Paul Weiss (1929)¹²² na Áustria, e explorados ainda mais pelo biólogo britânico Conrad Hal Waddington com a ideia da existência de “campos individuais” ativos na formação dos órgãos (Waddington, 1957).

O princípio dos campos mórficos foi desenvolvido por Sheldrake em seu livro *The presence of the past* (1988), no qual ele afirma que a natureza de todas as coisas é informada por campos. Esses campos, que ele chamou de “campos mórficos”, ele define como o “campo de informação”.

Os campos mórficos, como os campos conhecidos da física, como os campos gravitacionais, são regiões não materiais de influência que se estendem no espaço e continuam no tempo. Eles estão localizados dentro e ao redor dos sistemas que organizam. Quando qualquer sistema organizado em particular deixa de existir,

121 Cf. seção “O tema”.

122 Cf. livro *Principles of Development* (Weiss, 1939).

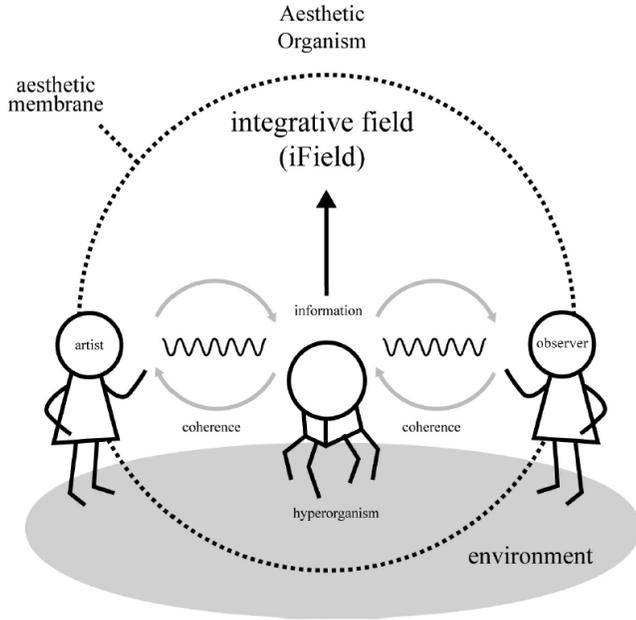


Fig. 50

Campo integrativo

– iField.

Integrative field – iField.

© 2009, Guto Nóbrega

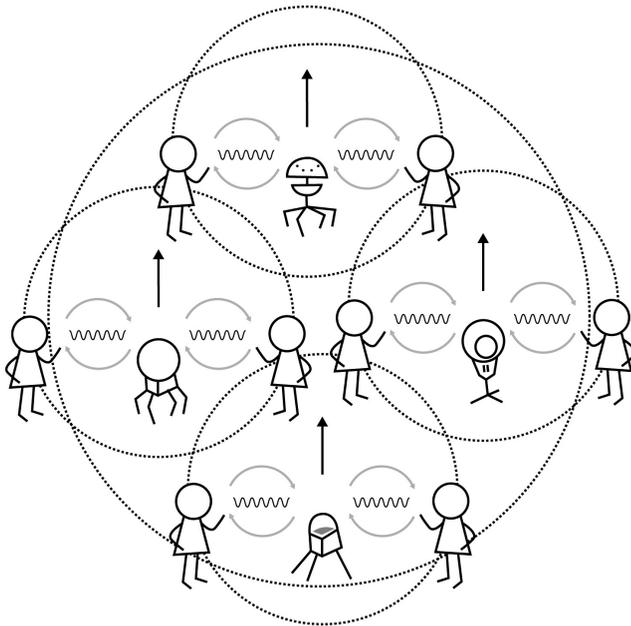


Fig. 51

Ressonância mórfica.

Morphic resonance.

© 2009, Guto Nóbrega

como quando um átomo se divide, um floco de neve derrete ou um animal morre, seu campo organizador desaparece daquele lugar. Mas, em outro sentido, os campos mórficos não desaparecem: são padrões organizadores potenciais de influência e podem reaparecer fisicamente em outros tempos e lugares, onde e quando as condições físicas forem apropriadas. Quando o fazem, contêm dentro de si uma memória de suas existências físicas anteriores (Sheldrake, 1988).

As teorias biológicas de campo tornaram-se bastante aceitas como modelos de trabalho no período de 1920 a 1950 (Bischof, 1998, p. 136). Eles funcionaram como um contramovimento aos programas mecanicistas-reducionistas. No entanto, a afirmação do campo da biologia molecular, apoiada pela Fundação Rockefeller, estabeleceu uma abordagem mais reducionista com ênfase nos aspectos moleculares e físico-químicos da fisiologia, que orientou as pesquisas a partir de 1950 (Kay, 1993).

A teoria de campo morfogenético e ressonância mórfica de Sheldrake tem pouco apoio na ciência convencional. Um dos primeiros críticos de sua teoria, Sir John Maddox, publicou em setembro de 1981 um editorial na prestigiosa revista científica *Nature* maldizendo o livro de Sheldrake, *A New Science of Life: The Hypothesis of Causative Formation* (1981). No editorial, escreveu:

O argumento de Sheldrake é um exercício de pseudociência. (...) Muitos leitores ficarão com a impressão de que Sheldrake conseguiu encontrar um lugar para a magia dentro da discussão científica – e isso, de fato, pode ter sido parte do objetivo de escrever tal livro (Maddox, 1981, apud Freeman, 2005a).

Em apoio à abertura ao pensamento inovador radical, o editorial recebeu muitas cartas de protesto, uma das quais foi do físico quântico ganhador do Prêmio Nobel Brian Josephson. Na carta, ele afirmou que “a fraqueza fundamental é a falha em admitir mesmo a possibilidade de que fatos físicos genuínos possam existir que estejam fora do escopo das descrições científicas atuais” (Josephson apud Sheldrake, 1981, p. 21).

Enquanto no campo da biologia a teoria da ressonância mórfica é considerada pseudociência, no campo da arte ela fornece uma metáfora forte e um modelo conceitual robusto para entender a evolução dos organismos estéticos. Para ganhar aceitação na comunidade científica, a teoria da ressonância mórfica deve revelar as cadeias “ocultas” de causa e efeito que informam a matéria. No modelo para a estética proposto neste livro, as forças invisíveis que engendram o surgimento de novos hiperorganismos e a consequente morfogênese da forma estética são sentidas como campos afetivos. Como nos

campos mórficos propostos por Sheldrake, eles poderiam ser definidos como “regiões não materiais de influência que se estendem no espaço e continuam no tempo”, e que “se localizam dentro e ao redor dos sistemas que organizam”. Essa poderia ser uma definição de arte. Como um campo mórfico, um organismo estético não desaparece completamente, mas permanece potencialmente organizado como padrões de influência que se manifestam aqui e ali. É assim que sua memória é definida; os organismos estéticos “contêm em si uma memória de suas existências físicas anteriores”.

Os hiperorganismos são processos de coerência. Ao contrário dos organismos naturais, eles se movem em direção à coerência por meio de um processo de concretização. Como parte de um corpo estético, sujeito às interações do observador, seu estado de coerência está sempre flutuando de forma metaestável. Isto é o que lhes dá sua vivacidade. Os hiperorganismos tornam-se vivos manifestando sua capacidade de alternar entre estados de coerência e incoerência.

Foi entendido e argumentado na presente pesquisa que a coerência é o ponto nuclear em que os organismos estéticos podem ser impulsionados, onde o desenvolvimento da criatividade pode alcançar o mais alto grau de liberdade. Agora podemos responder à questão sobre a reivindicação de experimentalismo em Flusser. O que significa, na prática, ser experimental com o aparelho¹²³? Ser experimental com hiperorganismos significa forçar os limites de seu nível de coerência; é introduzir novos modelos para informar seus corpos protéticos, deslocando seus elementos transdutivos para produzir novos modos de individuação.

Desde o início da presente pesquisa, pensamos em diálogos entre formas naturais e artificiais. Esses diálogos possíveis são na verdade microcosmos de nossa condição, como seres humanos compartilhando ambientes híbridos com sistemas artificiais. Essas ideias permearam todo o desenvolvimento do presente estudo e posteriormente informaram sua prática. Após a extensa discussão aqui apresentada, vemos o potencial da hibridização. A hibridização significa o potencial de troca mútua de conhecimento. A hibridização de formas naturais e artificiais implica o cruzamento da coerência de diferentes naturezas, a coerência inata dos organismos naturais com a coerência inventada dos artificiais. Isso assume a forma de simbiose mútua. O organismo artificial tem muito a aprender com as coerências da *poïesis* natural e, se a tecnologia é uma forma de revelar, pode nos apresentar padrões ainda ocultos nos mistérios da natureza (ver fig. 52).

As ideias aqui apresentadas foram a motivação para a prática artística que está documentada na próxima e última parte deste livro.

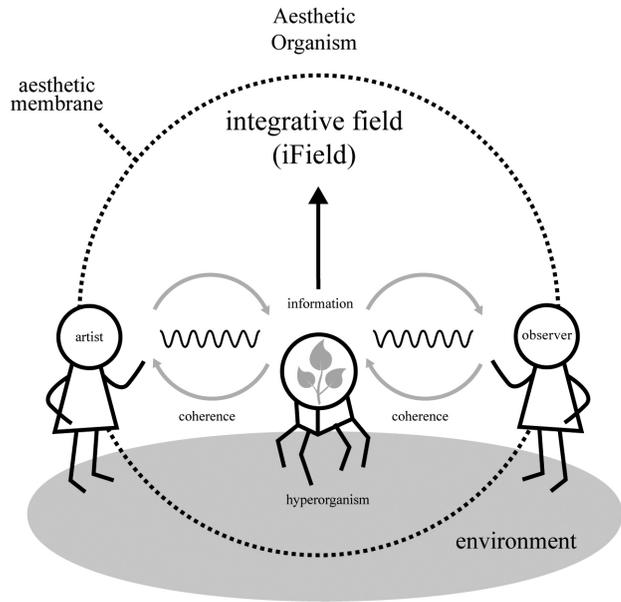
123 Cf. seção “Sendo experimental: hackeando o programa do aparelho”.

Fig. 52

Leaves System.

Leaves System.

© 2009, Guto Nóbrega.



PARTE IV: NATUREZA

LEAVES SYSTEM -
TRABALHO PRÁTICO

6. PROJETO *LEAVES SYSTEM*

Leaves System é o título abrangente de uma série de projetos de arte que abarcam o corpo de prática desenvolvido ao longo do presente estudo. Esta seção relata essas práticas através de duas subseções, “Antecedentes” e “Trabalhos”. “Antecedentes” introduz a pesquisa no estudo da vida vegetal e suas capacidades comunicativas. Este estudo está focado no trabalho de *Sir Jagadish Chandra Bose* e *Cleve Backster*. O objetivo é informar as influências conceituais que permeiam a prática, ao mesmo tempo introduzindo o sistema de crenças através do qual as plantas são consideradas na abordagem delineada ao longo deste livro. Seguindo a argumentação desenvolvida ao longo desta pesquisa, *Leaves System* pretende explorar novos modelos de comunicação entre plantas e humanos através da hibridização de plantas e sistemas artificiais.

A seção “Trabalhos” descreve os projetos *Equilibrium*, *Happiness*, *Ephemera* e o principal trabalho desta série, *Breathing*.

6.1. ANTECEDENTES

Leaves System é um projeto de arte que investiga noções de biocomunicação. O objetivo é desenvolver um sistema dialógico¹²⁴ no qual as plantas tenham um papel fundamental como agentes sensíveis. Esta pesquisa tem sido orientada pela análise cultural da tecnologia e a forma como ela se hibridiza com os organismos naturais, borrando as fronteiras que delimitam os domínios natural e artificial. Esta coleção de trabalhos usa computação física para explorar plantas como biotransdutores para a criação de experiências estéticas.

6.1.1. POR QUE PLANTAS?

As plantas estão ao nosso redor desde o início da humanidade, antecedendo os seres humanos na Terra. As plantas são organismos vivos, mas devido à sua aparente falta de movimento, os humanos tendem a considerá-las como

124 Dialógico no mesmo sentido do termo *dialogism* proposto por Eduardo Kac em referência a suas obras de arte criadas com meios telemáticos. Como ele afirma, tais obras são “eventos de comunicação nos quais a informação flui em múltiplas direções”. Estes eventos visam não representar uma transformação na estrutura da comunicação, mas criar experiência da mesma”, e propõe “que novos insights possam ser obtidos examinando obras de arte que são, elas próprias, diálogos reais, ou seja, formas ativas de comunicação entre duas entidades vivas” (Kac 2005).

objetos naturais passivos. No entanto, há mais de um século sabe-se que as plantas estão em constante ação. Em *The Power of Movement in Plants* (Darwin, 1880), Charles Darwin descreve uma centena de experimentos que ele realizou em várias espécies de plantas que demonstraram, através de procedimentos relativamente simples, o movimento da planta¹²⁵ (ver fig. 53).

Hoje em dia, através do uso de poderosas câmeras digitais e funções de gravação intervalada, é simples criar filmes em *time-lapse* de plantas, possibilitando a percepção desses seres vivos ao nosso redor. De alguma forma, isso pode ser considerado como colocar um novo par de óculos que nos permite ver a natureza de maneira diferente. No entanto, o que isso diz sobre a consciência das plantas? As plantas sentem? Como elas reagem ao meio ambiente? A cultura popular brasileira alimenta a crença de que as plantas são instrumentos de proteção e cura. Algumas culturas no Brasil consideram a *Sansevieria cylindrica*, conhecida no Brasil pelo nome popular de Espada de São Jorge, como “protetoras” da casa (como uma proteção natural para sua casa). Quando dispostas lado a lado, bloqueiam as energias negativas – é o que diz a crença popular. *Ruta graveolens*, nome científico da arruda, é considerado um eficiente agente contra a inveja e é usado para purificação e defesa. É uma expressão comum dizer que as pessoas que apreciam a jardinagem têm o “polegar verde”, significando que estão sintonizadas com as plantas, e vice-versa. Essas questões levantam as seguintes perguntas: se as plantas podem sentir, elas têm um sistema nervoso? O que a ciência tem a dizer sobre isso? O trabalho pioneiro de Jagadish Chandra Bose pode iluminar essa discussão.

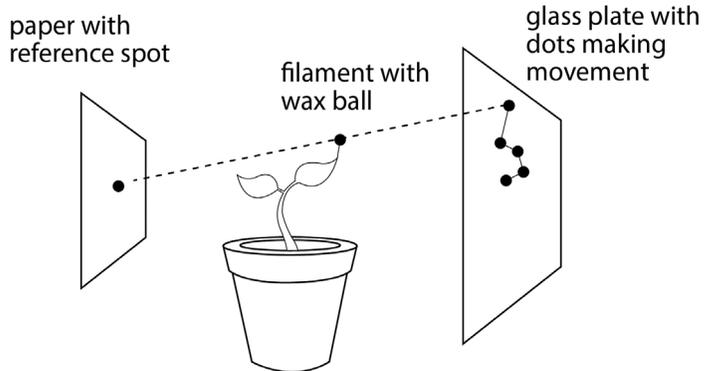
125 “Darwin conseguiu isso anexando uma extremidade de um fino filamento de vidro a uma planta com uma pequena gota de cera preta ou um pequeno triângulo de papel preso à outra extremidade do filamento. Vários centímetros atrás da planta, ele colocou um pedaço de papel no qual desenhou um pequeno ponto. Ele então colocou um pedaço de vidro vários centímetros na frente da planta. Vendo a planta através do vidro com um olho e movendo a cabeça até que a bola de cera estivesse na linha do local com o ponto no papel, ele poderia então marcar um ponto no vidro de forma que ficasse alinhado com o ponto de referência e a bola de cera. Ele então registraria o tempo ao lado da marca que acabara de fazer. Observando a planta da mesma forma em momentos diferentes, foi possível detectar até mesmo movimentos muito pequenos observando o deslocamento dos pontos desenhados no vidro. Alterando a distância entre a planta e o vidro, foi possível alterar a ampliação dos movimentos. É interessante notar o valor estético desse método” (Hangarter, 2000). Os desenhos feitos por Darwin foram possivelmente uns dos primeiros resultados de tal colaboração entre um homem e uma planta.

Fig. 53

Experimentos de Darwin com plantas. Redesenho com base no original. Ver descrição na nota de rodapé 125.

Darwin's plant experiments and the resulting drawings. Redrawing based on the original. See description in footnote n. 128 (page 355).

Hangarter, 2000)



6.1.2. O TRABALHO DE SIR JAGADISH CHANDRA BOSE

Sir Jagadish Chandra Bose (1858-1937) é considerado o primeiro cientista indiano a ser reconhecido internacionalmente. Ele chegou a resultados em um nível raramente alcançado em física, fisiologia vegetal e animal e psicologia (Geddes, 1920). Bose pode ser considerado um dos primeiros biofísicos “antes da biofísica existir como tal” (Bischof, 2003). Em sua pesquisa, Bose cruzou vários domínios do conhecimento, antecipando com cem anos de antecedência o modo interdisciplinar de investigação que é recorrente nos dias atuais. Bose nasceu em Mymensingh, em Bengala, e frequentou o São Xavier, um colégio jesuíta em Calcutá, onde recebeu um diploma de bacharel. A conclusão deste diploma permitiu a Bose viajar para Londres para estudar medicina. Por motivos de saúde, no entanto, foi forçado a interromper seus estudos e decidiu deixar Londres e fazer ciências em Cambridge, onde recebeu uma bolsa de estudos e se formou em Ciências Naturais em 1884. Com essa educação, Bose retornou a Calcutá e foi nomeado professor de Física no Presidency College (Gueddes, 1920, p. 28; Parry, 1997).

A carreira de pesquisa de J. C. Bose pode ser delineada em dois campos principais de investigação: física e fisiologia vegetal. Suas investigações em física começaram em 1884 e foram centradas no trabalho do físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). Hertz conseguiu produzir ondas elétricas, que foram previstas matematicamente por James Clerk Maxwell (1831-1879) vinte anos antes e demonstraram propriedades semelhantes entre ondas eletromagnéticas e de luz. Hertz aplicou comprimentos de onda de 66 cm, no entanto, Bose realizou experimentos em comprimentos de onda tão curtos quanto 5 e 6 mm (atualmente conhecidos como micro-ondas). Em um pequeno laboratório no Presidency College em Calcutá, ele conseguiu produzir experimentos envolvendo guias de onda, antenas de chifre, lentes dielétricas, polarizadores e semicondutores em frequências de até 60 GHz. Bose realizou investigações em transmissões sem fio antes de Marconi, melhorando a forma do “coherer”, o primeiro dispositivo usado para detectar sinais de rádio em telegrafia sem fio¹²⁶.

Trabalhando para refinar a sensibilidade de seus receptores, Bose se deparou com o fenômeno que veio a ser batizado de “toque elétrico” (Geddes, 1920, pp. 72) ou “sensibilidade de contato”. Ao descobrir esse fenômeno, Bose

126 “Seu funcionamento se baseia na grande resistência oferecida à passagem de corrente elétrica por limalhas metálicas soltas, que diminui sob a influência da corrente alternada de radiofrequência.” (Jenkins, 2006)

também observou que a estrutura molecular de todos os metais mudava sob radiação elétrica, fazendo com que o material apresentasse o que ele chamou de “fadiga”¹²⁷. Realizando sucessivos experimentos entre 1900 e 1902, Bose mostrou que metais, músculos de animais e plantas apresentam curvas de reação semelhantes sob os efeitos de fadiga, estímulo ou depressão quando causados por ondas elétricas ou venenos. Essas descobertas abriram um campo de pesquisa recém-ampliado¹²⁸ que levou Bose a investigar semelhanças entre o comportamento da matéria inorgânica e orgânica. Em um artigo lido no Congresso Internacional de Física em Paris, Bose apresentou pela primeira vez pesquisas científicas que “comparam e paralelizam as respostas à excitação dos tecidos vivos com as da matéria inorgânica” (Geddes 1920, p. 88). Bose acreditava na continuidade entre os vivos e os não vivos. No documento apresentado ao Congresso, ele concluiu:

É difícil traçar uma linha e dizer: ‘aqui termina o fenômeno físico e começa o fisiológico’, ou ‘este é um fenômeno da matéria morta, e este é um fenômeno vital peculiar aos vivos’. Essas linhas de demarcação seriam bastante arbitrárias (Ibid.).

No decorrer de sua pesquisa, Bose foi gradualmente passando do campo da física para a biologia. A partir de 1903, sua pesquisa foi totalmente dedicada à fisiologia vegetal. A principal indagação de Bose era se as plantas comuns e seus vários órgãos eram ou não sensíveis a estímulos mecânicos ou outros. Naquela época, era mais conhecido entre os fisiologistas de plantas que a *Mimosa pudica* responde à irritação por uma queda repentina da folha como resultado da contração do pulvino. Bose observou que a contração, apesar de pequena, foi ampliada pelo talo da folha. Assim, ele se perguntou se tal contração estaria presente, mas não perceptível, em plantas comuns. Para testar sua hipótese, ele trabalhou em um dispositivo de aumento que poderia ser acoplado a uma planta comum. Bose descobriu que as plantas comuns respondem ao estímulo por meio de contrações distintas, conduzindo suas futuras investigações sobre a resposta das plantas por métodos de medição e registro. A partir deste período, ele desenvolveu muitos aparelhos para traçar as

127 Hoje, isso é conhecido como a fadiga mecânica dos metais.

128 As investigações de Bose sobre a resposta da estrutura molecular do metal à radiação elétrica o levaram à questão de “obter fotografia sem a ação da luz”. Em 1901, ele colocou uma seção de uma haste em uma caixa à prova de luz com uma chapa fotográfica, ativando as partes montadas sob a ação de um campo eletromagnético. Através desta experiência, ele conseguiu produzir uma impressão clara da estrutura da folha na chapa fotográfica sem a intervenção da luz. Isso ocorreu antes de 1939, quando a foto Kirlian foi desenvolvida por Semyon e Valentina Kirlian.

respostas mecânicas e elétricas das plantas ao estímulo. O “Gravador de pulso óptico”, o “Crescógrafo de ampliação” ou “Gravador ressonante”, juntamente com a avaliação galvanométrica, permitiram-lhe obter gráficos precisos de intervalos de tempo muito curtos, permitindo-lhe ver além das linhas das teorias predominantes sobre fisiologia das plantas, à época (ver figs. 54, 55, 56).

Bose concluiu que algum tipo de mecanismo nervoso, baseado em alterações protoplasmáticas semelhantes às ocorridas em animais, estava presente nas plantas¹²⁹. Essa afirmação se opunha à visão predominante de que a transmissão da excitação era meramente devida ao movimento da água na planta. Após sua morte, em 1937, algumas de suas teorias sobre células vegetais tornaram-se obscuras; no entanto, hoje em dia parecem estar sendo reavaliadas pela ciência.

Ele foi o primeiro a reconhecer a importância ubíqua da sinalização elétrica entre as células vegetais na coordenação das respostas ao meio ambiente. Ele pode ter sido o primeiro a descobrir ‘pulsações’ elétricas ou oscilações em potenciais elétricos e provou que estes eram acoplados a movimentos rítmicos na planta telegráfica *Desmodium*. Bose teorizou que ‘pulsações’ regulares em forma de onda no potencial elétrico da célula e na pressão de turgor eram uma forma endógena de sinalização celular. Ele apresentou uma teoria radical para o mecanismo da ascensão da seiva, com base nas atividades eletromecânicas das células vivas (Shepherd, 1999).

6.1.3. PLANTAS COMO SERES SENCIENTES

Mesmo que possuam algum tipo de sistema nervoso, como afirma J. C. Bose, as plantas parecem não apresentar a maioria dos atributos fisiológicos da percepção, os chamados cinco sentidos, encontrados nos humanos. Essa crença foi desafiada em muita literatura científica e não científica (Bose, 1926; Backster, 1968; Bolton, 1974; Tompkins e Bird, 1973; Coghlan, 1998; Britton e Smith, 1998; Arantes, 1999; Retallack, 1973; Abramson et al., 2002; Backster, 2003; Karban e Shiojiri, 2009), com destaque para as intervenções de Cleve Backster, na década de 1960. Para designar o fenômeno pelo qual as plantas parecem demonstrar uma sintonia com o meio ambiente e outros seres vivos, Backster usou o termo “percepção primária”. O “Caso Backster”, como ficou conhecido na comunidade científica, é considerado por muitos cientistas

129 Um relato completo das teorias e experimentos de Bose sobre esse assunto é encontrado em seu livro *The Nervous Mechanism of Plants* (Bose, 1926).

Fig. 54

O “Gravador de pulso óptico”.

The “Optical-Pulse Recorder”.

(Geddes, 1920; Bose, 1926)

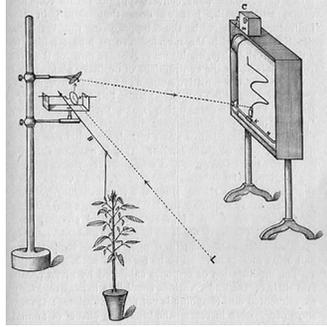


Fig. 55

O “Crescógrafo de ampliação”.

The “Magnification Crescograph”.

(Geddes, 1920; Bose, 1926)

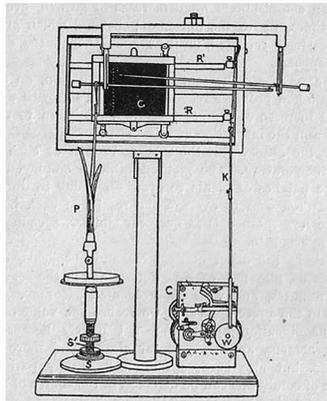
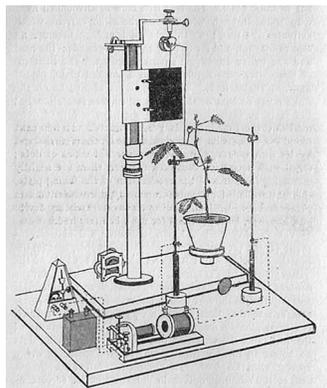


Fig. 56

O “Gravador ressonante”.

The “Resonant Recorder”.

(Geddes, 1920; Bose, 1926)



como uma pseudociência. No campo das artes, no entanto, inspirou muitas experiências e iniciativas relevantes¹³⁰. Os parágrafos seguintes discutirão os experimentos de Backster e o campo aberto por sua pesquisa.

Durante a década de 1960, Cleve Backster, o principal examinador de detectores de mentiras da América, ficou famoso após um experimento que acidentalmente observou a biocomunicação com plantas. Backster usou, especulativamente, um equipamento detector de mentiras para medir quanto tempo levaria para que a água despejada no vaso de plantas chegasse às folhas superiores de sua planta de escritório, uma *Dracaena Cane*. Ele ficou surpreso quando a gravação do instrumento mostrou traços semelhantes às respostas humanas à estimulação emocional. Como consequência desses resultados, Backster começou a pensar em como poderia ameaçar o bem-estar da planta, influenciado por sua experiência como examinador de detector de mentiras treinado.

(...) a imagem entrou em minha mente de queimar a folha que eu estava testando. Não verbalizei, não toquei na planta, não toquei no equipamento. A única coisa nova que poderia ter sido um estímulo para a planta era a imagem mental. No entanto, a planta enlouqueceu. A caneta saltou do topo do gráfico. (...) A partir dessa fração de segundo, minha consciência não foi a mesma. Todo o meu processo de pensamento, todo o meu sistema de prioridades, foi dedicado a investigar isso (Backster, 1997).

A partir de 2 de fevereiro de 1966, Backster ajustou sua rotina para incorporar a pesquisa ao que logo passou a chamar de percepção primária. O que se seguiu foi a transformação de seu escritório em um moderno laboratório científico onde realizou uma sucessão de experimentos sistemáticos sobre a percepção das plantas, estendendo sua pesquisa ao nível da comunicação celular. Um relato completo desta pesquisa pode ser encontrado em seu livro *Primary Perception* (Backster, 2003).

A avaliação científica do trabalho de Backster em biocomunicação está na repetibilidade de seus experimentos. Algumas das tentativas de replicar seus resultados falharam. Alguns desses pontos do “Caso Backster” devem agora ser levados em consideração.

A pesquisa de Backster não começou com uma preocupação sobre se as plantas e outros organismos vivos estão ou não sintonizados uns com os outros, ou mesmo a maneira como eles fazem essas coisas. Recorde-se que

130 Abordando diretamente a obra de Backster e o fenômeno da percepção primária, o curador Aaron Gach organizou a exposição *Psychobotany*, em 2007.

Backster “nunca concebeu envolver-se com a ‘biocomunicação’, como a vanguarda da pesquisa da consciência” (Backster, p. 11); ele foi colocado nesse campo por acaso, e sua consciência mudou para aceitar seu papel a partir do momento em que acredita ter tocado em algo desconhecido e desenvolvido seu método de investigação.

A principal crítica ao trabalho de Backster está na repetibilidade. Em sua defesa, ele alega:

Os eventos que vi devem ser espontâneos. Se você pensou neles com antecedência, você já os alterou. Tudo se resume a uma coisa muito simples: repetibilidade e espontaneidade não andam juntas, (...) Houve algumas tentativas de cientistas de replicar meu trabalho com os camarões [quando ele registrou a reação da planta a camarões vivos caídos em água fervente em um experimento automatizado], mas todos eles foram metodologicamente inadequados. Quando souberam que precisavam automatizar o experimento, eles simplesmente foram para o outro lado de uma parede e usaram um circuito fechado de televisão para assistir ao que estava acontecendo. Eles não estavam removendo sua consciência do experimento (Backster, 1997).

O trabalho de Backster se encaixa bem nas questões dos estudos da consciência. Tem ressonância com o trabalho de Sheldrake e o conceito de ressonância mórfica (Sheldrake, 1999; Sheldrake e Pam, 2000) e o modelo holômico de Pribram, que afirma que se os seres humanos fossem capazes de ver o mundo sem o foco (e restrições) do nosso aparelho sensorial, o mundo seria sentido como resultante de uma experiência holográfica (Pribram, 1969; Swanson, 2005). No entanto, talvez o mais importante, há uma qualidade particular compartilhada com as bases da pesquisa de comunicação celular, como encontrado nos experimentos de Alexander Gurwitsch com raízes de cebola. Esse campo interligado de ressonâncias é o que dá valor à noção de “percepção primária” de Backster como um modelo possível a ser explorado no contexto delineado por esta pesquisa.

6.1.4. CONCEITO GERAL

O projeto *Leaves System* é composto por quatro obras nas quais a relação entre plantas e humanos é explorada poeticamente. *Happiness* e *Ephemera* são videoarte. Eles ressoam com experiências exploratórias anteriores do autor no campo da videoarte e mídia baseada em tela. Essas obras devem ser

vistas como um modo de investigação sobre o reino das plantas e ajudaram a envolver o autor neste assunto. Ambos os trabalhos tratam do movimento de plantas potencializado por técnicas de vídeo em *time-lapse*.

Equilibrium e *Breathing* são hiperorganismos que se constituem a partir de um objeto técnico hibridizado com um sistema natural, nesses casos uma planta. Até certo ponto, pode-se dizer que a planta é um elemento “natural” no corpo do sistema técnico. Portanto, esses projetos exploram modos híbridos de coerência por meio do diálogo entre forças naturais e artificiais. *Breathing* investe no exame das plantas como seres sencientes para explorar processos de biocomunicação nas artes. A planta responde à respiração do observador, trazendo uma nova dimensão fenomenológica e conceitual à questão da interação e contribuindo para elevar a experiência da obra de arte à camada afetiva.

6.2. TRABALHOS

6.2.1. HAPPINESS

6.2.1.1. DESCRIÇÃO

Happiness (ver fig. 57) é um vídeo experimental em que um performer interage com desenhos animados de seres imaginários e plantas. A “felicidade” surgiu de uma interconexão prevista de plantas e humanos. O trabalho consiste em animações e filmes em *time-lapse* de plantas projetadas no corpo do performer. O vídeo é experimental e mantido em baixa resolução como tentativa de aumentar o nível de intimidade entre as imagens e o público. *Happiness* foi convidado para a exposição *The Intertwining Line: Drawing as Subversive Art*, na Cornerhouse, em Manchester, Inglaterra, em 2008.

6.2.1.2. DETALHES DA PRODUÇÃO

Performance: Zosia Sozanska.

Música: Sofie Loizou – “Lost” (feat. Natalia Grosiak).

Filme em *time-lapse* das plantas: Roger P. Hangarter.

Fig. 57

Happiness.

Happiness.

© 2007, Guto Nóbrega



Fig. 58

Ephemera.

Ephemera.

© 2008, Guto Nóbrega



6.2.2. EPHEMERA

6.2.2.1. DESCRIÇÃO

A projeção de filmes em *time-lapse* de plantas no corpo em *Happiness* deu origem a um segundo vídeo chamado *Ephemera* (ver fig.58). *Ephemera* expande a investigação sobre plantas no contexto da arte, tecnologia e humanos. Nas artes, assim como na natureza, a luz sempre foi um componente fundamental. Neste projeto, o elemento luz foi tomado como metáfora, assim como o caminho físico que funde o ser humano e a natureza em uma única paisagem. Em um mundo mediado pela tecnologia, a arte perdura como uma das principais ações de reconciliação entre a intuição humana e as energias vitais ocultas na natureza. As plantas estão vivas e em movimento, mas existem em um modo de ser que significa que muitos de seus comportamentos escapam à percepção humana. *Ephemera* constrói sua poética sobre essas diferentes temporalidades para criar um espaço intermediário. Sua metáfora visa dar visibilidade a esse interstício em que novas formas de ser podem ocorrer. Mais do que transformar a pele humana em uma espécie de tela orgânica, *Ephemera* usa a luz como meio de amálgama entre seres de natureza diferente, mas que compartilham uma conexão interna: a vida orgânica.

6.2.2.2. DETALHES DA PRODUÇÃO

Designer de som: Eduardo Coutinho.

Filme em *time-lapse* das plantas: Roger P. Hangarter.

Participantes: Aga, Bruna Alves, Jenny Lali Krotozinsky, Leandro Costalonga, Maria Campbell, Maria Aline, Patrícia Freire, Sana Murrani, Thiers, Theo.

6.2.3. EQUILIBRIUM

6.2.3.1. DESCRIÇÃO

Equilibrium é descrito na parte II deste livro, na subseção intitulada “Equilíbrio”.

6.2.3.2. ARQUITETURA DE *EQUILIBRIUM*

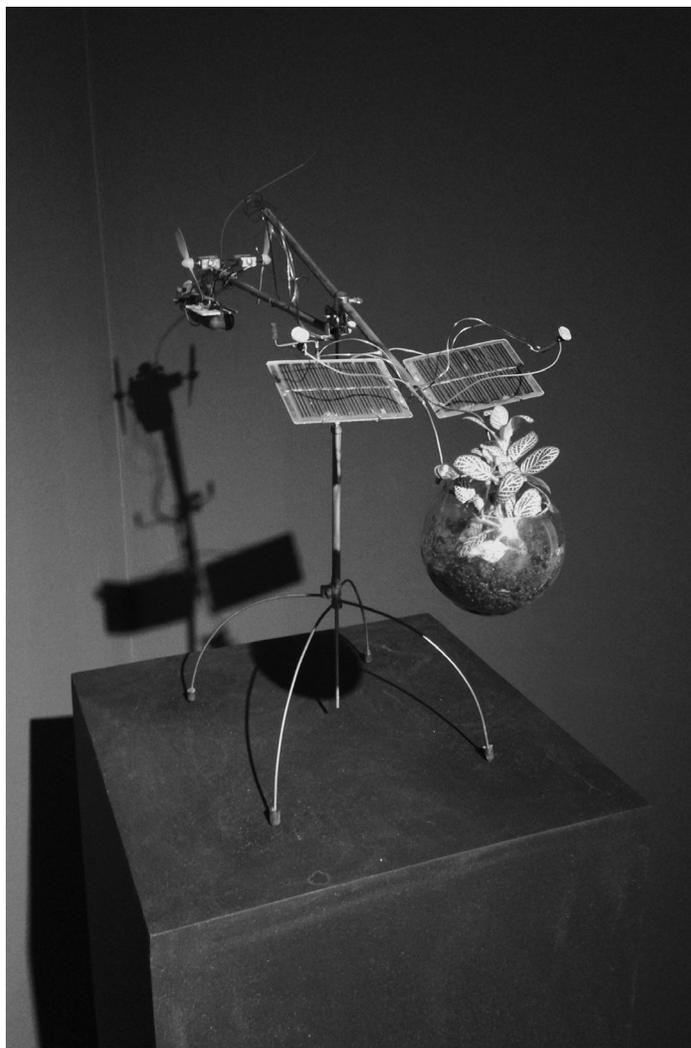
Equilibrium é baseado em um circuito eletrônico que dá ao sistema artificial suas qualidades de “photovore”. “Photovore” é uma característica principal

Fig. 59

Equilibrium.

Equilibrium.

© 2008, Guto Nóbrega



de certos robôs BEAM¹³¹ (Tilden 2000; Hrynkiw e Tilden 2002), reconhecidos por seu comportamento de busca de luz. O mecanismo artificial empregado em *Equilibrium* se comporta seguindo uma inversão desse princípio. Ele evita luz. Como o sistema artificial e a planta estão em equilíbrio, mas em oposição geométrica (ver fig. 59), ao evitar a fonte de luz a estrutura gira em seu eixo e expõe a planta à luz. A conversa com o observador ocorre de acordo com a forma como ele se interpõe entre a fonte luminosa e o hiperorganismo.

6.2.4. BREATHING

6.2.4.1. DESCRIÇÃO

Breathing (ver fig. 60) é uma obra de arte baseada em uma criatura híbrida feita de um organismo vivo e um sistema artificial. Esse hiperorganismo responde ao seu ambiente por meio do movimento, da luz e do ruído de suas partes mecânicas. Respirar é a melhor maneira de interagir com a criatura. Este trabalho é resultado de uma investigação sobre as plantas como agentes sensíveis para a criação da arte. A intenção era explorar novas formas de experiência artística através do diálogo de processos naturais e artificiais. A respiração é um pré-requisito para a vida e é o caminho que liga o observador à criatura. *Breathing* é um pequeno passo em direção a novas formas de arte em que processos sutis da vida orgânica e não orgânica podem revelar padrões invisíveis que nos interligam. É uma obra de arte movida por impulso biológico. Sua beleza não se encontra isolada na planta nem no próprio sistema robótico. Ela surge no exato momento em que o observador se aproxima da criatura e suas energias são compartilhadas através do sistema. É nesse momento de alegria e fascínio, em que nos encontramos num diálogo muito estranho, que se cria uma metáfora da vida. *Breathing* é a celebração desse momento.

6.2.4.2. CONTEXTO

Na década de 1960, a artista brasileira Lygia Clark criou uma série de estruturas geométricas feitas de chapas metálicas de diferentes tamanhos e formatos unidas por dobradiças. Essas criaturas modulares precisavam ser

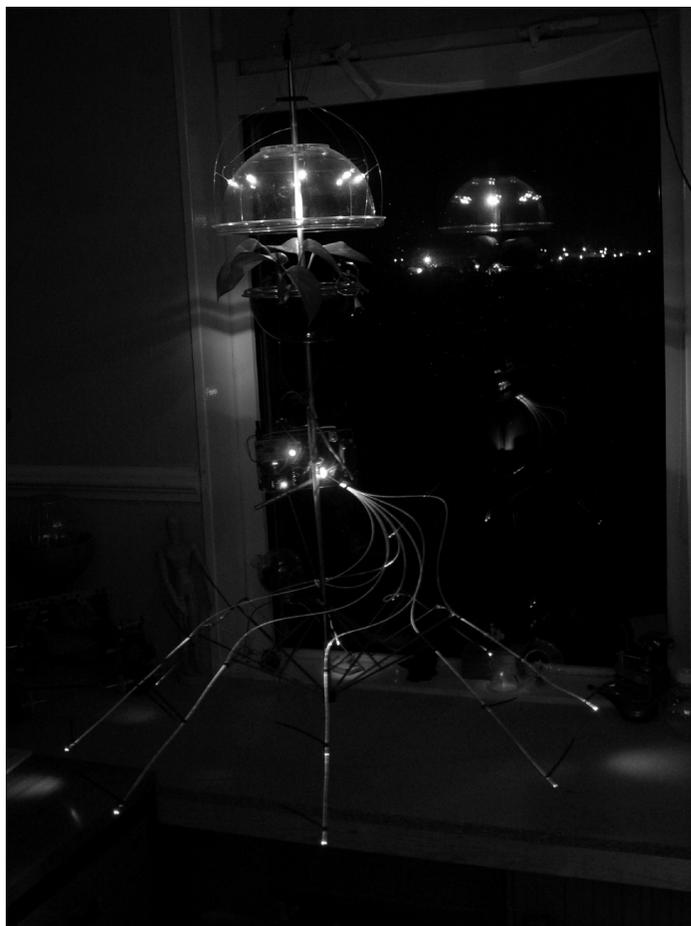
131 A robótica BEAM é um acrônimo para Biologia, Eletrônica, Estética e Mecânica [Biology, Electronics, Aesthetics and Mechanics].

Fig. 60

Breathing.

Breathing.

© 2008, Guto Nóbrega



manipuladas pelo espectador como condição para desdobrar suas inúmeras possibilidades formais. Esta série foi chamada de *Bichos*.

Quando perguntado sobre quantos movimentos os *bichos* poderiam fazer, Clark respondeu categoricamente: “Eu não sei, você não sabe, mas ele sabe...” (Clark, 1980, p. 17).

Nos últimos 61 anos, vimos na arte um movimento da criação de objetos para hiperorganismos. Novas criaturas surgidas da intersecção entre arte, ciência e tecnologia confirmaram a suspeita de Lygia, respondendo de forma autônoma à indagação do observador. Talvez agora seja hora de mudar a questão para entender a natureza desses novos organismos. A pergunta correta deveria ser não sobre quantos movimentos a criatura pode fazer ou quantas formas ela pode assumir, mas, de fato: o que essas novas criaturas, feitas de partes orgânicas e artificiais, estão tentando dizer?

Breathing ressoa com a previsão de Clark de que a “relação entre obra e espectador – no passado virtual – torna-se efetiva” (Ibid.).

6.2.4.3. ARQUITETURA DE *BREATHING*

Breathing baseia-se no monitoramento da eletrocondutividade das folhas da planta e utiliza os dados como variáveis para alimentar um sistema interativo. A ideia impulsionada deste projeto foi o uso de plantas como sensores biológicos. Para isso, primeiramente foi adaptado um circuito eletrônico projetado por Lucas George Lawrence¹³², publicado na *Popular Electronics* em junho de 1971. O núcleo do circuito é uma ponte de Wheatstone, uma combinação de quatro resistores, conforme mostrado em imagem (ver fig. 61).

Em tal arranjo, se mantivermos o equilíbrio de duas pernas de um circuito de ponte, significando que a razão das duas resistências na perna (R_2 / R_1) é igual à razão das duas resistências na perna (R_x / R_3), então a tensão entre os dois pontos médios D e B será zero. No entanto, considerando que R_x é uma

¹³² Lucas George Lawrence foi um especialista em eletrônica empregado como engenheiro de instrumentação para uma corporação de ciência espacial de Los Angeles. Ele estava envolvido em um projeto para desenvolver componentes de mísseis à prova de congestionamento e se deparou com a ideia de que usar tecidos vegetais como transdutores daria melhores resultados. Ele pensava “que tecidos ou folhas de plantas vivas eram capazes de sentir simultaneamente mudanças de temperatura, variação gravitacional, campos eletromagnéticos e uma série de outros efeitos ambientais – uma habilidade que nenhum sensor mecânico conhecido possuía” (Theroux, 1997). Vale a pena mencionar que suas investigações introduziram Lawrence ao trabalho em comunicação celular desenvolvido por Alexander Gurwitsch (Cf. seção Biofótons – antecedentes históricos). Com base no trabalho de Gurwitsch e com a compreensão dos experimentos de Cleve Backster com plantas e polígrafos, Lawrence começou a desenvolver vários analisadores psicogalvânicos para detectar respostas em plantas.

resistência variável, verifica-se que variações no valor de R_x corresponderão a mudanças na tensão entre os pontos D e B. É exatamente isso que interessa neste sistema.

A substituição de R_x pela folha da planta (ver fig. 62) permite a medição de pequenas variações na condutância elétrica da folha. A planta atua como um resistor de variável biológica. Assim, pequenas mudanças na condutância da folha perturbarão o equilíbrio da ponte e serão prontamente detectadas pelo aparecimento de uma tensão equivalente entre os pontos D e B.

Como a variação de tensão em D e B é da ordem de milivolts, o segundo estágio do circuito de Lawrence usa um amplificador operacional de uso geral para ampliar essa pequena tensão em mil vezes. Isso permite a leitura de um sinal analógico como saída, variando entre 0 e 5 volts. Este sinal é aplicado ao Arduino¹³³, um microcontrolador, para ser traduzido em som, movimento e luzes.

133 O Arduino é “uma plataforma de computação física de código aberto baseada em uma placa de entrada/saída simples e um ambiente de desenvolvimento para escrever software Arduino” (Arduino, 2006).

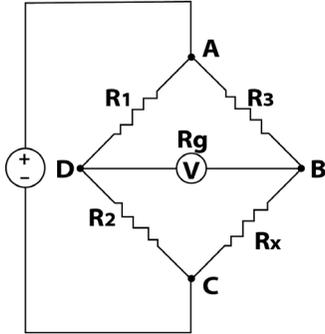


Fig. 61

Ponte de Wheatstone. Redesenho com base na Wikipédia.

Wheatstone bridge. Redrawing based on Wikipedia.

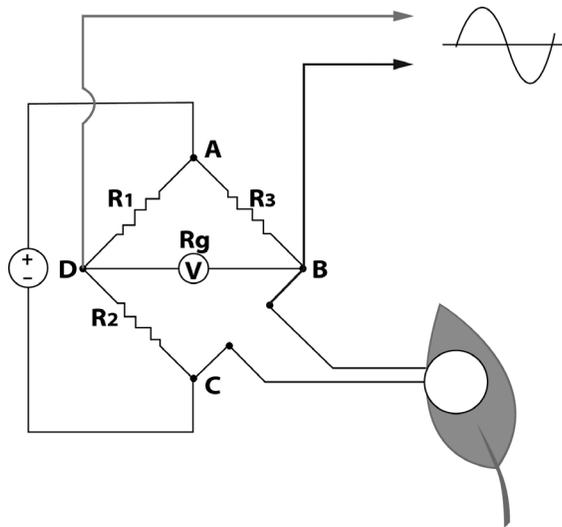


Fig. 62

Ponte de Wheatstone tendo uma planta como sensor.

Wheatstone bridge having a plant as a sensor.

© 2009, Guto Nóbrega

7. CONCLUSÃO

Ao longo do presente estudo, quatro domínios do conhecimento – arte, tecnologia, ciência e natureza – foram revistos pelos conceitos centrais de ressonância, coerência e campo integrativo. Esses conceitos foram articulados para fornecer um novo princípio estético para superar o pensamento mecanicista predominante na confluência dos domínios da arte e da tecnologia. O objetivo deste estudo foi deslocar a atenção para conceitos como imaterialidade, interconectividade e imersão, indo além do discurso tecnocêntrico e ressignificando essas questões como atributos inerentes à experiência estética.

Para enfrentar tal tarefa, foi necessário desenvolver um novo arcabouço teórico e novos conceitos específicos como “iField” e “hiperorganismo”. Também algumas importantes reconsiderações filosóficas foram necessárias. O conceito de “aparelho” abriu a análise deste livro e forneceu um arcabouço para entender as questões tecnológicas para além do discurso típico das novas mídias digitais. Vilém Flusser apontou a importância do experimentalismo como estratégia de liberdade e emancipação nos diálogos desenvolvidos com a tecnologia. Essa discussão inicial permitiu que o argumento abrisse a “caixa-preta” dos aparelhos (Flusser, 1984) e expandisse a análise do “operador-aparelho” para um complexo mais dinâmico, a tríade artista/trabalho de arte/observador.

Gilbert Simondon forneceu o arcabouço teórico para analisar a invenção contemporânea de objetos tecnológicos no contexto da arte. A teoria de Simondon foi fundamental para situar o *locus* da invenção como uma intervenção no processo de concretização dos seres tecnológicos. Pode-se dizer que natureza e cultura estão interligadas por processos coerentes de ressonância.

O presente estudo reexaminou o conceito de forma, apoiada em uma análise da *Gestalt* fornecida por Rudolf Arnheim para que a noção de forma, processo e comportamento pudesse ser reintegrada. Esse movimento foi fundamental para entender o espaço-tempo das experiências estéticas como um diagrama de forças. Também estabelece a ponte conceitual entre estética e biologia através da noção de campo integrativo.

A intenção principal da presente pesquisa foi estabelecer um modelo integrativo de estética. Essa intervenção foi considerada necessária porque é somente através do processo de integração de ações, ideias, discursos e práticas em todos coerentes que padrões podem ser criados, revelando como as coisas se interconectam. Padrões são necessários na medida em que revelam sobre o que são as coisas. Onde as coisas no mundo existem isoladamente, elas carecem de significado, uma situação que requer atenção.

Burnham observou que “a função específica da arte didática moderna tem sido mostrar que a arte não reside em entidades materiais, mas nas relações entre as pessoas e entre as pessoas e os componentes de seu ambiente” (Burnham, 1968b). No entanto, surge um problema, pois essa ideia nunca foi totalmente desenvolvida ou colocada em prática, pois para muitos artistas a mudança conceitual das coisas para as relações, dos objetos para o processo, apenas levou a melhorias nas maneiras de fazer as coisas funcionarem. O presente estudo argumentou que devemos investigar a natureza do comportamento e procurar entender o significado dos padrões de processo. A mudança de objeto para processo significa mais do que uma nova tendência nas artes. É o passo inicial para mudanças mais ambiciosas.

O objetivo de uma teoria integrativa não é ver todas as partes juntas como totalidades estáveis. Isso nos levaria a outra forma de individualismo, apenas elevado ao extremo. As extremidades devem ser evitadas, pois levam a dicotomias dualistas como reducionismo/holismo. Este é um dos principais valores ao introduzir a filosofia de Simondon neste contexto. Simondon não proclama o individualismo, mas a individuação. O indivíduo, em sua compreensão, não é uma entidade, mas um processo contínuo (Simondon [1958] 1989a; 1989b).

Para captar a natureza do processo, o presente estudo delineou um foco no espaço intersticial das coisas, pois ao realizar essa prática os padrões e forças de suas conexões podem ser revelados. Uma imagem de campo da realidade pode ser a única maneira de compreender as noções enigmáticas de não localidade, não separabilidade e interconectividade, que a ciência contemporânea propõe e que intuitivamente sempre fizeram parte do conhecimento humano.

O estudo levou à defesa da necessidade de apontar um caminho através da arte para uma necessária mudança de consciência, exigindo realinhamentos das artes como um todo. Essa mudança ofereceria a oportunidade de ler os intrincados padrões da natureza, em vez de tentar reorganizar seus elementos à nossa maneira. Sem essa mudança de consciência, a arte continuará a simplesmente buscar respostas para os meios, mas não encontrará nenhum significado.

A contribuição do presente estudo para novos conhecimentos, necessários para iniciar tal mudança, é a organização de princípios estéticos construídos sobre as noções de ressonância, coerência e modelos de campo, enraizados em uma visão integradora dos organismos vivos e apoiados na teoria dos biofótons.

De acordo com a pesquisa biofotônica, poderíamos dizer que o caminho para uma nova consciência é através da compreensão da coerência, vendo a coerência como a chave para a integração, concretização e individuação. O presente estudo procurou mostrar que a arte sempre nos ensinou isso. A metodologia adotada na prática artística que informa este estudo reflete tal aprendizado.

O que aqui foi apresentado fornece um modelo teórico de prática que exige um maior desenvolvimento, apontando para novos campos de pesquisa sobre a natureza. O potencial de coerência em processos naturais fornece uma plataforma aberta para a invenção e comunicação de novas formas estéticas. O modelo teórico delineado por este estudo pode ser visto como uma nova forma orgânica que precisa evoluir e se multiplicar, exigindo mais questionamentos e discussões. É esse caminho que a pesquisa futura espera seguir.

ENTREVISTA

COM MARCO BISCHOF,
CONDUZIDA POR GUTO NÓBREGA

BERLIM, FEVEREIRO DE 2006.

GUTO NÓBREGA A era digital parece apontar que a única forma de ultrapassar a limitação do corpo é através da tecnologia. É como se o corpo fosse limitado por sua condição física. Como se o corpo fosse obsoleto. Isso é enfatizado pela visão de alguns artistas...

MARCO BISCHOF Sim, eu sei. Um deles se chama Stelarc, eu acho?

GN Sim. Mas acho que estou tentando seguir o caminho oposto, porque eu não concordo com esse tipo de visão. Acho que o corpo guarda informações que de alguma forma são importantes de serem consideradas.

MB O problema é que essas pessoas pensam no corpo como algo primitivo ou inútil, que precisa ser deixado para trás, ou melhorado. Eu acredito no contrário. O que acontece, na verdade, é que a imensa riqueza de possibilidades em nossos corpos não é usada de forma alguma. Há muito mais em nós mesmos do que sabemos. Eu acho que até existem muitas possibilidades de desenvolvimentos científicos futuros escondidos que ainda não acessamos, sabe? Então, eu acho que não é bom se afastar do corpo, o movimento deve ser no corpo, ou não só no corpo, mas no ser humano que somos.

GN Ouvi dizer que o coração pode produzir um campo eletromagnético que é medido em micro Tesla, usando o SQUID. Isso está certo?

MB Sim, isso mesmo. Há um instituto na Califórnia que se tornou conhecido por esta pesquisa sobre a emissão do coração, é o Institute of HeartMath [<http://www.heartmath.org/>].

GN Você poderia me dizer qual é a relação entre a produção de um campo eletromagnético pelo coração e o fluxo biofotônico? [Bischof escreveu um livro sobre pesquisa de biofótons em alemão, *Biophotons: The Light in Our Cells*]

MB Antes de tudo, você precisa saber que biofótons podem significar duas coisas diferentes. Existem biofótons no sentido estrito, e é isso que estamos medindo em nosso instituto, aqueles que estão apenas na faixa óptica, incluindo UV, infravermelho e luz visível. Biofótons no sentido amplo, por outro lado, referem-se a todo o espectro de campos eletromagnéticos emitidos por organismos vivos, todos os tipos de campos, incluindo micro-ondas e frequências ultrabaixas.

GN Isso inclui ondas cerebrais?

MB Sim, as ondas cerebrais também são biofótons nesse sentido. Os campos magnéticos também são biofótons nesse sentido.

GN Na minha pesquisa interesse-me por investigar as propriedades desses campos e sua relação com o corpo. Como artista, acho que é possível criar experimentos com sensores sensíveis a essas energias, mas eu não sei neste

momento qual tipo é adequado para usar nesse sentido, principalmente porque não quero ficar restrito ao laboratório.

MB Esse é o problema. Porque os instrumentos que usamos para medir a emissão de biofótons humanos são grandes e custam centenas de milhares de dólares, e você tem que usar uma câmara escura porque tem que protegê-la da luz ao seu redor, porque é uma luz muito, muito fraca. O que seria possível, o que seria interessante, é se você fizesse medições de biofótons e as transformasse em outra faixa de frequência para torná-las visíveis. Fazer uma imagem que não seja diretamente uma imagem dos biofótons, mas que lhe dê a imagem, tornando-a uma luz externa e transformando-a em visível.

O instrumento que usamos para fazer as medições padrão de biofótons é chamado de fotomultiplicador. O fotomultiplicador é um aparelho que amplifica os biofótons milhões de vezes. E assim, por causa dessa amplificação, você obtém uma corrente elétrica que pode ser registrada. Mas também temos outro instrumento, que não é usado para as medições normais por ser menos sensível, mas o interessante é que você pode ver uma imagem da emissão de luz em uma tela de vídeo.

GN E qual seria esse instrumento?

MB É uma câmera CCD. Uma câmera CCD especial usada em astrofísica, muito, muito sensível. Ela contém uma pequena câmara que você pode tornar à prova de luz e na qual você pode colocar a mão, para medir a luz emitida pelos dedos. Já fizemos medições de curadores pedindo que tentassem fazer a mesma coisa que fazem quando estão curando pessoas com as mãos e perguntando se podem produzir alguma luz saindo de seus dedos. Com alguns deles funciona, mas apenas por um tempo muito curto. Você pode ver esta câmera se vier à escola de verão.

GN Você poderia falar mais sobre as correlações entre os biofótons e o campo eletromagnético?

MB Os biofótons são sempre ondas eletromagnéticas. [pegando um livro para me mostrar] Estas são imagens da câmera CCD. Você vê essas folhas aqui? Aqui você vê as luzes das folhas. Isso é chamado de “amplificador de luz residual”.

GN Essas imagens aparecem diretamente na câmera?

MB Sim, mas a câmera fornece apenas valores de brilho e o computador os transforma em cores, portanto as cores são artificiais, não o que você veria. Essas são as agulhas de uma árvore; essas agulhas aqui são frescas e essas são menos frescas, depois de algumas horas. Então, você pode ver como ela [a luminescência] diminui à medida que a vitalidade vai enfraquecendo.

GN Existem correlações entre fotos Kirlian e biofótons?

MB As fotos Kirlian não têm nada a ver com aura ou biofótons. Uma foto Kirlian não é uma imagem da aura. É o que muitas pessoas dizem, mas não é verdade.

Porque o que você faz em uma fotografia Kirlian é: você usa um impulso elétrico muito, muito forte e esse impulso elétrico atingirá a pele e alguns elétrons da superfície da pele ionizarão o ar e o ar ionizado então produzirá a luz.

GN Você quer dizer que essa luz é induzida; não é do corpo?

MB Sim, exatamente, não é do corpo. Mas, no entanto, pode fornecer informações sobre o corpo indiretamente, mas não é uma imagem da luz que vem do corpo.

GN Eu li a respeito de alguns experimentos usando câmeras digitais simples e processamento de imagens para registrar a emissão de luz em plantas.

MB Alguns pesquisadores japoneses desenvolveram diferentes tipos de medidas. O que fazemos é tornar nossa medição o mais sensível possível para medir a intensidade dessa luz muito, muito fraca. Mas o problema é que se você o torna sensível demais, poderá obter apenas um tipo de informação de tempo, não de espaço. O que os japoneses fazem é produzir mais um tipo de fotografia ou filmagem do organismo, e isso significa que eles estão olhando para informações espaciais, por exemplo, como a luz é distribuída no espaço, mas isso é muito menos sensível. Então, é para um propósito diferente. Mas os japoneses desenvolveram instrumentos muito, muito sofisticados para fazer isso. Foi originalmente o Professor Inaba que iniciou este desenvolvimento, e agora isso é levado adiante por pessoas como o Dr. Kobayashi, que também é membro do nosso instituto.

GN Quais são as influências do ambiente eletrônico (celulares, computadores, interfaces) nas emissões de biofótons? Quer dizer, hoje vivemos em um estado de conexão contínua com o ambiente eletrônico e os campos eletromagnéticos. Nosso campo biológico é afetado por isso?

MB Sim, claro. A emissão de biofótons será influenciada por tudo. [...] Você conhece os ritmos biológicos? Você encontrará todos esses ritmos na emissão de biofótons. Assim, a emissão de biofótons é pulsante, é como respirar.

GN Por ser um fenômeno quântico?

MB Sim, porque toda emissão quântica apresenta uma flutuação.

GN A emissão de biofótons se estende para a atmosfera, para o espaço fora do corpo?

MB Sim, você tem que entender, essa radiação é muito, muito fraca, mas não é como a luz comum, porque tem a propriedade de coerência, como a luz do laser. A coerência ocorre quando você tem duas ondas e elas andam no mesmo passo, têm a mesma fase. O interessante é que essa luz tem uma coerência muito maior do que qualquer laser que seja possível fazer tecnicamente. É altamente coerente, e isso significa que, por ser altamente coerente, tem alcance quase infinito; isso significa que uma luz que vem de uma pessoa...

GN Vai ao infinito?

MB Sim. Existem certos efeitos quânticos que só existem com luz fraca, mas esta deve ser coerente. E então você tem efeitos muito interessantes, que são muito diferentes da luz comum como a conhecemos. Há um certo alcance dentro do qual a luz que vem do meu corpo, por exemplo, permanece coerente. Não permanece coerente no espaço, mas permanece coerente até uma certa distância, e dentro dessa distância, onde permanece coerente, a luz tem propriedades muito incomuns. Por exemplo, uma das consequências dessa coerência é que, dentro da faixa de coerência, a coerência do espaço-tempo, tudo o que está na luz – neste caso, por exemplo, as células do meu corpo – formará um todo único. em que você não pode separar, digamos, as moléculas do campo eletromagnético dos biofótons e assim por diante. Porque eles formam uma coisa inteira, você não pode separar nenhuma parte.

GN Compreende o espaço. Não há espaço entre?

MB Em certo sentido. Espaço e tempo não se aplicam nesta área [de coerência]. Por exemplo, a luz não precisa de tempo para viajar nesta área. É instantâneo.

GN Há conexão entre esses eventos e a teoria da ordem implícita de Bohn?

MB Sim, é uma espécie de ordem implícita, uma dimensão em que tudo está ligado a tudo, formando um todo ininterrupto.

[Pegando outro livro]

Quero mostrar outra coisa, há um biofísico norte-americano que escreveu esses dois livros. Eles não são sobre biofótons, mas dão uma nova imagem do organismo, que inclui biofótons, mas também outros aspectos eletromagnéticos semelhantes, aspectos vibracionais e assim por diante. Esses livros são os melhores que você pode encontrar no momento. [*Energy Medicine: The Scientific Basis* (Medicina energética: a base científica), por James L. Oschman; *Energy Medicine in Therapeutics and Human Performance* (Medicina energética em terapêutica e desempenho humano), por James L. Oschman; *Bioelectrodynamics and Biocommunication* (Bioeletrodinâmica e biocomunicação) por Ho Mae-Wan, Fritz-Albert Popp, Ulrich Warnke]

GN A radiestesia reflete algum aspecto desse campo?

MB Sim, mas provavelmente não tem nada a ver com campos eletromagnéticos. Eu acredito que nosso corpo tem muitos tipos de campos, não apenas eletromagnéticos. Os biofótons são apenas um tipo, uma parte do nosso organismo de campo. Na verdade, escrevi outro livro sobre esses campos não eletromagnéticos [“Tachyons, Orgone Energy, Scalar Waves”, 2002, em alemão]. Às vezes, eles são chamados de “campos sutis” ou vários outros nomes. Por exemplo, o Qi chinês, como na acupuntura, provavelmente não é um campo eletromagnético, mas outra coisa, talvez ainda mais fundamental do que os campos eletromagnéticos.

GN Tenho conversado com um praticante de Qi Gong que me disse que Qi é algo que não podemos falar, apenas sentir.

MB Mas, você sabe, até na física existem algumas ideias sobre que tipo de campo poderia ser. Existem muitos novos tipos de campos, que a física está investigando agora, e que são mais fundamentais do que os campos eletromagnéticos e têm propriedades completamente diferentes.

GN E como são nomeados esses campos?

MB Existem tantos nomes diferentes, como “ondas escalares” ou “táquions”, mas esses nomes não são importantes, porque atualmente não temos conhecimento suficiente para realmente dar-lhes um nome definitivo. Mas é preciso saber que todo tipo de campo físico, especialmente campos eletromagnéticos, são na verdade produtos do vácuo. Vácuo originalmente significa “espaço vazio”, mas hoje sabemos que o espaço vazio não é realmente vazio. É uma espécie de campo universal, o “campo de vácuo”.

GN Você quer dizer a “energia do ponto zero”?

MB Sim, a energia do ponto zero é um conceito da energia do vácuo. E foi sobre isso que escrevi neste outro livro.

GN Está escrito apenas em alemão?

MB Sim.

GN Existem conexões entre os biofótons e esses campos não eletromagnéticos?

MB Sim, foi o que eu disse. Os campos eletromagnéticos surgem do “campo de ponto zero”, são um produto do “campo de ponto zero” do vácuo. Você conhece este livro de Lynne McTaggart?

GN *The Field*? Sim, eu o li.

MB Ela descreve também a biofotônica e o “campo de ponto zero”.

[Mostrando-me outro livro]

Este livro é o processo de uma das escolas de verão que fizemos, e há um artigo muito longo de minha autoria, no início, que pode interessá-lo [*Integrative Biophysics: Biophotonics* (Biofísica integrativa: biofotônica), editado por F. A. Popp e L. Belousov].

Eu quero te contar uma história. O Prof. Popp fez alguns experimentos, algumas medições em pulgas de água muito pequenas chamadas Daphnia. Eles vivem na água e são um pouco transparentes. Ele mediu muitos desses animais e descobriu que, se você variar o número de animais que estão na cubeta, verá certas periodicidades [mostrando-me um gráfico]. As Daphnias, mas somente se você utilizar Daphnias da mesma idade, a partir de um certo estágio de seu desenvolvimento, sempre terão a mesma distância entre elas. E essa distância também é um múltiplo de seu tamanho. Se a Daphnia for desse tamanho, então a distância será duas, três vezes isso. E há alguns outros

fenômenos interessantes, que levaram o Prof. Popp a desenvolver uma teoria sobre isso. Ele acredita que o que acontece é que esses animais produzem um campo ao redor de todos eles. O campo possui um certo comprimento de onda; os animais parecem sentir-se melhor quando se encaixam exatamente nessas ondas, no padrão das ondas, quando estão em fase. O interessante é que quando eles se encaixam exatamente nesse padrão, você não pode medir nenhum campo. Somente se o padrão for interrompido você poderá medir a luz. A ideia de Popp é que, e isso provavelmente se aplica também aos seres humanos, todos nós vivemos em um campo muito grande, que não percebemos normalmente. Não sabemos que existe e não podemos medi-lo. Enquanto estivermos em harmonia com este campo, você não poderá medir nada. Somente se o campo estiver perturbado, de repente você poderá medir alguma coisa, porque não há mais harmonia. E este é provavelmente o segredo desta energia do vácuo, da energia do ponto zero. Nós sempre vivemos neste oceano de energia de ponto zero, e vivemos em um certo padrão deste campo – desde que tudo esteja em harmonia, é como nada, o campo é como se não existisse. Mas assim que a harmonia é perturbada, você obtém essas emissões, pode medir alguma coisa, pode medir biofótons e assim por diante. Provavelmente é assim que o vácuo funciona, como o vácuo opera. É um campo fundamental, a base de tudo. E sempre fazemos parte desse campo, e precisamos estar em equilíbrio para que não haja tensão, não haja problema. Mas assim que sairmos desse equilíbrio, haverá emissões, indicando uma perturbação. Porque a mesma coisa acontece quando medimos biofótons, por exemplo, de pessoas saudáveis, organismos saudáveis ou organismos que não estão doentes. O interessante é que no organismo da mais alta qualidade, que é muito saudável, não há emissão, não medimos nada. Isso significa ao mesmo tempo que há uma alta coerência e nenhuma luz sai. Também medimos biofótons de alimentos, vegetais, por exemplo. O alimento da mais alta qualidade é aquele que tem muito pouca emissão de biofótons. O fato de nenhuma luz ser emitida significa que as luzes permanecem no interior. O corpo e as células são capazes de manter a luz, armazenar a luz, e só então quando há desequilíbrio a luz sai. Porque a célula saudável manterá a luz dentro.

GN Os estados de consciência interferem nesse equilíbrio?

MB Tudo isso tem muito a ver com a consciência. Um estado tão alto de coerência indicando saúde e funcionamento ideal de um organismo também é medido nas ondas cerebrais, que mostram seu estado espiritual, estado emocional e assim por diante. O interessante é que quando você mede as ondas cerebrais de curadores, por exemplo, você encontrará a mesma coisa; há uma alta sincronização das diferentes partes do cérebro deles. Ao mesmo tempo, a

cura só acontece quando também há sincronização entre o cérebro do curador e o cérebro do paciente. Alguns anos atrás, havia um pesquisador na Universidade do México que mediu as ondas cerebrais de pessoas envolvidas em um relacionamento empático. Nesse tipo de comunicação silenciosa e profunda, ele descobriu que as ondas cerebrais das duas pessoas estavam altamente sincronizadas.

GN Sr. Bischof, há algum papel importante do coração nesse processo?

MB Sim, a radiação do coração também pode ser altamente coerente. Cientistas do Institute of HeartMath [www.heartmath.org] descobriram que existe um certo tipo de meditação onde você se concentra em seu coração e tenta sentir sentimentos amorosos e assim por diante, e as ondas do seu coração começam a se tornar coerentes, mas ao mesmo tempo o cérebro também se torna coerente e a sincronização coração-cérebro é estabelecida.

GN É possível externalizar esse estado de coerência? Quero dizer, criar algum tipo de ressonância entre as pessoas?

MB Sim, claro. Eu posso mostrar algumas publicações sobre isso, mas você também pode encontrar informações sobre o assunto no site www.heartmath.org. Então, como está o [festival] Transmediale?

GN Está tudo bem. Gostei de alguns trabalhos, principalmente da máquina de Simon Penny. Um robô interage com o público de uma forma muito “emocional”.

[Em *Petit Mal* o artista de mídia Simon Penny criou um robô interativo que não tem uma função útil em si. Esta máquina parece ser o oposto de um robô de alta tecnologia: ele se move com leveza nas duas rodas de uma bicicleta. Penny está interessado nos aspectos emocionais de nossa relação com as máquinas e nos efeitos culturais da pesquisa e desenvolvimento no campo da “vida artificial”. “Petit mal” é um termo emprestado da neuropsicologia e significa uma perda momentânea de controle. De forma sutil, isso é uma crítica ao paradigma de controle e a aplicação social da tecnologia computacional, na medida em que os visitantes da exposição são confrontados com uma elaborada entidade maquinaal que parece, como um animal jovem, desejar nada mais do que um contato inofensivo e lúdico. *Petit Mal* foi concebido em 1989. A construção e o desenvolvimento ocorreram em 1992-95. O robô foi danificado durante a exposição em Sheffield, em 1998. No verão de 2005 começou o trabalho de ressuscitá-lo para a Transmediale¹³⁴ 2006 (Mondofunza, 2006).]

MB Aliás, você sabe o seguinte? Certa vez eu estava em uma exposição e havia um grande violoncelo, e quando uma pessoa se aproximava do violoncelo havia um som, e se você se aproximasse o som ficava mudando. Entende? Você

134 Cf. <http://www.transmediale.de/page/exhibition/exhibition.0.3.3.html>

pode fazer um circuito elétrico onde uma pessoa que se aproxima dele será incluída no circuito e mudará o fluxo de eletricidade, mesmo à distância.

GN É um efeito de capacitância, não é?

MB Sim, isso mesmo.

GN Mas posso considerar que a capacitância reflete de alguma forma esses campos de que estamos falando?

MB Claro. Porque, por exemplo, a capacitância dos pontos de acupuntura muda quando você está saudável ou doente.

GN Isso significa que a capacitância vai variar de acordo com o estado biológico?

MB Acho que sim. Mas talvez isso só funcione [a medição] quando você usa campos de corrente muito fracos. Porque se você usar os fortes, não haverá diferença, e se você usar o fraco, poderá encontrar a diferença. Aqui, nessa história do bioeletromagnetismo, também escrevi sobre esse campo chamado eletroacupuntura. Na eletroacupuntura você mede a resistência elétrica dos pontos de acupuntura. E você descobrirá que ele muda de acordo com o estado do meridiano que corresponde ao estado de saúde.

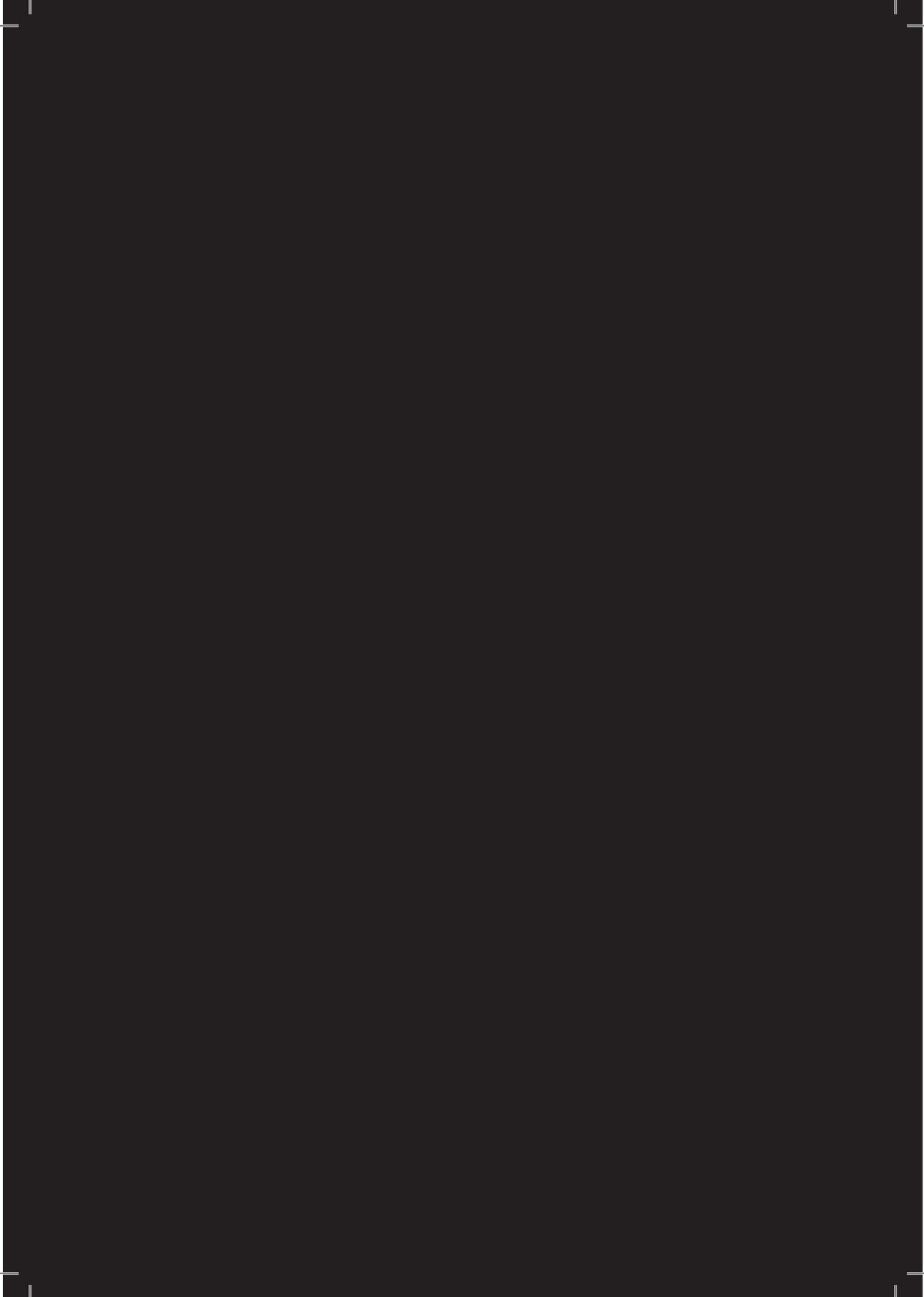
GN Mas na eletroacupuntura você não introduz energia nos pontos de acupuntura?

MB Sim, mas não há só a eletroacupuntura terapêutica; também há a eletroacupuntura diagnóstica. A eletroacupuntura terapêutica foi desenvolvida na China, mas a eletroacupuntura diagnóstica foi desenvolvida na Alemanha e no Japão.

GN Isso significa que posso usar a eletroacupuntura para obter informações do corpo?

MB Sim, parece que pode.



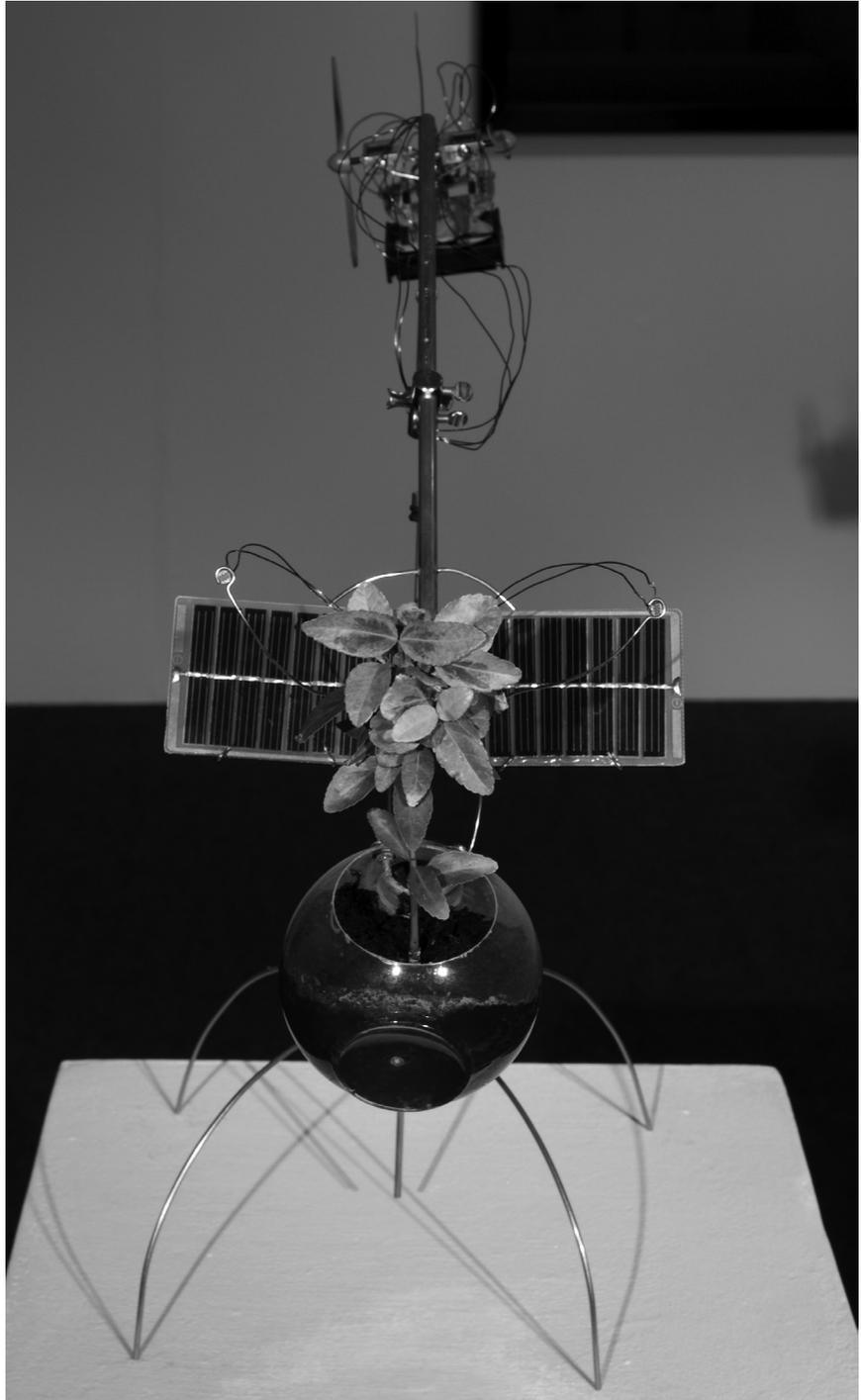


TRABALHOS / *ARTWORKS*

EQUILIBRIUM, 2008

Equilibrium é parte de uma ecologia de organismos híbridos em desenvolvimento. Trata-se de um sistema no qual uma planta e um mecanismo artificial compartilham uma relação mútua. Este sistema híbrido é composto de dois pequenos motores, células solares, microchip, luzes, sensores fotoelétricos e uma planta. Todo sistema é organizado na forma de uma balança que gira em torno de seu eixo, como uma bússola. Um lado desta balança é ocupado por um pequeno BEAM, robô programado para atuar como “caçador de luz” (*photovore behaviour*). Este robô atua sobre duas hélices que permitem todo o sistema girar no sentido horário ou anti-horário. Uma pequena planta ocupa o outro lado da balança, de forma que, quando o sistema rotaciona, a planta é posicionada em direção à luz. Por sua vez, duas células solares posicionadas ao lado da planta também recebem luz e alimentam o sistema artificial ao mesmo tempo. *Equilibrium* é um artefato com um comportamento autônomo. Ele pertence a uma classe de híbridos artificiais emergentes da prática contemporânea da arte que investiga a criação de novos organismos criados pelo homem. Essa classe de seres aponta para questões relacionadas à interação, já que seu relacionamento com o observador não se baseia apenas em regras de causa e efeito. Mais do que uma resposta interativa a partir da presença humana, estes organismos demandam novos diálogos, requerem uma investigação mais profunda sobre sua própria natureza, de forma a revelarem sua rede de significados. Se natureza é um conceito, nunca sendo acessada objetivamente, e se arte é uma das mais poderosas ferramentas de subjetivação – que, em última instância, diz respeito um estado de consciência –, a hibridação de plantas e sistemas artificiais pode vir a trazer novos insights sobre o mundo em que vivemos e sua constante metamorfose.

Equilibrium is part of an evolving ecology of hybrid organisms. It is a system in which a plant and an artificial mechanism share a mutual relationship. This hybrid system is composed of two small motors, solar cells, microchip, lights, photoelectric sensors and a plant. The whole system is organised in the form of a scale that rotates around its axis, like a compass. One side of this scale is occupied by a small BEAM, a robot programmed to act as a “light chaser” (*photovore behaviour*). This robot acts on two propellers that allow the whole system to rotate in a clockwise or anticlockwise direction. A small plant occupies the other side of the balance so that when the system rotates, the plant is positioned towards the light. In turn, two solar cells positioned next to the plant also receive light and power the artificial system at the same time. *Equilibrium* is an artifact with an autonomous behaviour. It belongs to a class of artificial hybrids emerging from contemporary art practice that investigates the creation of new man-made organisms. This class of beings points to questions regarding interaction, as their relationship with the observer is not based solely on rules of cause and effect. More than an interactive response to human presence, these organisms demand new dialogues, they require a deeper investigation into their own nature in order to reveal their network of meanings. If nature is a concept, never objectively accessed, and if art is one of the most powerful tools of subjectivation – which ultimately concerns states of consciousness –, the hybridization of plants and artificial systems may bring new insights about the world we live in and its constant metamorphosis.



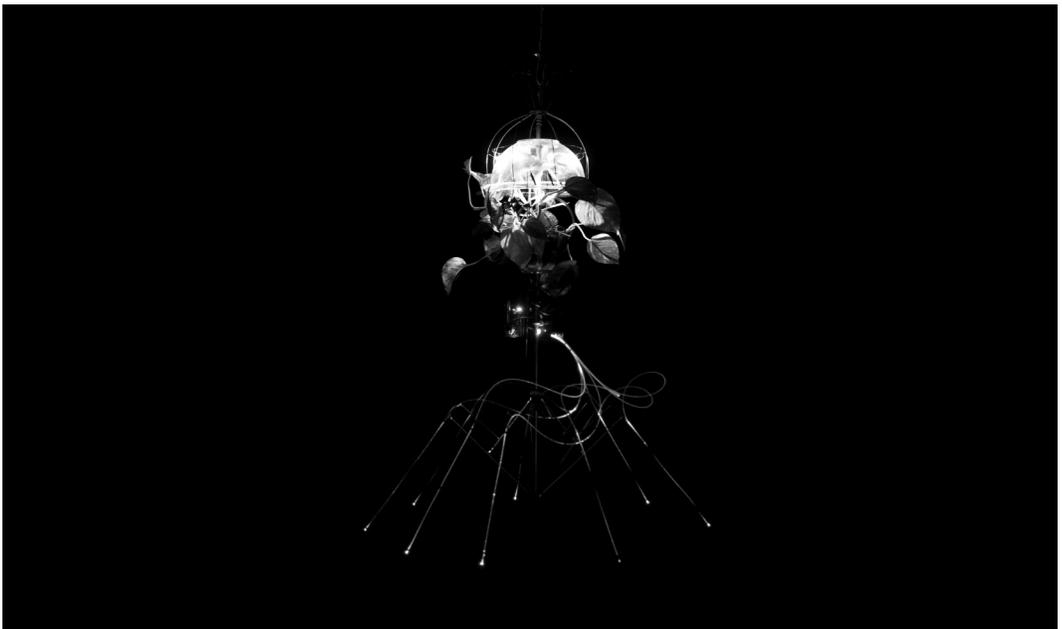
Criação e desenvolvimento / *Creation and development* Guto Nóbrega
Foto / *Photo* Guto Nóbrega

BREATHING, 2008

Breathing é um trabalho de arte com base numa criatura híbrida feita da comunicação entre um organismo vivo e um sistema artificial. A criatura responde ao seu ambiente através de movimentos, luzes e ruídos. O ato de respirar é a melhor maneira de interagir com a criatura. Este projeto é o resultado de uma investigação sobre plantas como agentes sensíveis na criação de arte. A intenção desta obra é explorar novas formas de experiência artística através do diálogo entre processos naturais e artificiais. *Breathing* é um pré-requisito à vida e é o caminho que interliga o observador à criatura. *Breathing* é um trabalho de arte movido por um impulso biológico. Sua beleza não é revelada na planta ou na estrutura robótica. Essa emerge no exato momento em que observador e criatura trocam suas energia através do sistema. É durante esse momento lúdico, no qual nos encontramos num estranho diálogo com a criatura, que a metáfora da vida é criada. *Breathing* é a celebração deste momento.

Breathing is an artwork based on a hybrid creature made from the communication between a living organism and an artificial system. The creature responds to its environment through movements, lights and noises. The act of breathing is the best way to interact with the creature. This project is the result of an investigation into plants as sensitive agents in the creation of art. The intention of this work of art is to explore new forms of artistic experience through the dialogue between natural and artificial processes. *Breathing* is a prerequisite to life and is the path that connects the observer to the creature. *Breathing* is an artwork driven by a biological impulse. Its beauty is not revealed in the plant or the robotic structure. It emerges at the very moment when observer and creature exchange their energy through the system. It is during this playful moment, in which we find ourselves in a strange dialogue with the creature, that the metaphor of life is created. *Breathing* is a celebration of this moment.

Criação e desenvolvimento / *Creation and development* **Guto Nóbrega**
Foto / *Photo* **Brinea Costa** e / *and* **Miho Hagino** [abaixo / *on the bottom*]



Bot_anic resulta da criação de um híbrido, planta/máquina, que dá continuidade às investigações de processos com base no entrecruzamento de organismos naturais e artificiais como trabalhos de arte. Este projeto deriva do trabalho *Breathing* (2009), que deu origem aos métodos e procedimentos que vêm sendo aplicados em minhas mais recentes criações. Tais projetos investem no uso de plantas como agentes sensíveis para constituição de uma experiência artística. Assim como *Equilibrium* (2008) e *Breathing*, *Bot_anic* estabelece sua poética a partir de uma relação afetiva entre o observador, a máquina e o organismo vegetal, inter-relacionados de forma sistêmica. Em *Bot_anic* uma pequena planta jiboia (*Epipremnum Pinnatum*) é monitorada quanto à condutividade (resposta galvânica) de suas folhas, que funcionam como sensores orgânicos para a orientação direcional de um robô. As variações eletrofisiológicas ocorridas nas folhas dessa planta são amplificadas e enviadas a um microcontrolador, que analisa os dados e ativa estados diferenciados na máquina. Quando se encontra em repouso, o híbrido tem um de seus estados ativados, no qual um sensor de luz monitora a luz ambiente e envia os dados para o sistema, de forma que o robô conduza a planta até a fonte luminosa de maior intensidade. Ao se aproximar da luz o sistema volta ao repouso. O segundo estado responde às interações do público, fazendo com que o robô saia de seu estado de repouso e se mova em direção ao observador quando este expira próximo a uma das folhas da planta. O ato de expirar faz com que ocorram variações eletrofisiológicas na superfície da folha monitorada e uma diferença de potencial elétrico apareça no sistema. A partir destes dados o microcontrolador calcula os valores e aciona os motores do robô para levar a pequena planta em direção àquele que interage com o híbrido. Caso a interação cesse, o sistema volta a seu estado de repouso.

Bot_anic results from the creation of a hybrid, plant/machine, which gives continuity to the investigations of processes based on the intersection of natural and artificial organisms as artworks. This project derives from the artwork *Breathing* (2009), which gave origin to the methods and procedures that have been applied in my most recent creations. Such projects invest in the use of plants as sensitive agents for the constitution of an artistic experience. Like *Equilibrium* (2008) and *Breathing*, *Bot_anic* establishes its poetics from an affective relationship between the observer, the machine and the vegetal organism, interrelated in a systemic way. In *Bot_anic* a small jiboia plant (*Epipremnum Pinnatum*) is monitored as to the conductivity (galvanic response) of its leaves, which function as organic sensors for the directional guidance of a robot. The electrophysiological variations occurring in the leaves of this plant are amplified and sent to a microcontroller, which analyzes the data and activates different states in the machine. When it is at rest, the hybrid has one of its activated states in which a light sensor monitors the ambient light and sends the data to the system, so that the robot drives the plant to the light source of higher intensity. On approaching the light the system returns to rest. The second state responds to the public interactions, making the robot leave its resting state and move towards the observer when he exhales near one of the plant's leaves. The act of exhaling causes electrophysiological variations to occur on the surface of the monitored leaf and an electric potential difference appears in the system. From these data the microcontroller calculates the values and drives the robot motors to take the small plant towards the one interacting with the hybrid. If the interaction ceases, the system returns to its resting state.



Criação e desenvolvimento / *Creation and development* **Guto Nóbrega**

Suporte técnico / *Technical support* **NANO Núcleo de Arte e Novos Organismos**

Programação / *Programming* **Marlus Araujo, George Rappel**

Programação e eletrônica / *Programming and electronics* **Gabriel Brito Bastos e Pedro Cláudio Monteiro Santos**

Modelagem 3D / *3D modeling* **Ítalo Ramos**

Impressão 3D / *3D printing and documentation* **Thais Guerra**

Documentação / *Documentation* **Lara de Oliveira, Caroline Aquino e Bruna Mosca**

Foto / *Photo* **Cláudia Tavares e / and Steve Miller** [abaixo / *on the bottom*]

VRS – VEGETAL REALITY SHELTER, 2019

Vegetal Reality Shelter é um sistema imersivo, criado com base em sons e imagens da natureza e na interação com plantas. Este trabalho é fruto de uma vivência na floresta amazônica durante dez dias de residência artística. Trata-se de um pequeno domo imersivo (*shelter*) com base na geometria de guarda-chuvas. Contém um pequeno sistema hidropônico com plantas, seis canais de áudio e projetor de vídeo combinado a um espelho esférico para projeção em domo. No interior do abrigo plantas são monitoradas quanto à resposta galvânica de suas folhas, que se alteram segundo a respiração do visitante, quando este entra no domo e interage com o sistema. Os dados monitorados nas plantas são utilizados para modificar a paisagem sonora e imagens da floresta em formato espelhado. *VRS* nasceu da ideia de criar um trabalho de arte que permitisse ao visitante uma realidade aumentada da natureza a partir de imagens em movimento e sons – algo que remetesse à dimensão da floresta e o efeito que esta exerce sobre nós quando a penetramos. Contudo, trata-se também de uma experiência mediada por uma planta, posto que esta é a principal interface sensorial do sistema. Este abrigo de realidade vegetal, como o chamamos, busca ainda servir ao visitante de dispositivo imersivo para promover uma experiência de alteração de seu estado de consciência, inspirada nas vivências xamânicas com as medicinas da floresta.

Vegetal Reality Shelter is an immersive system based on sounds and images of nature and interaction with plants. This work is the result of an experience in the Amazon rainforest during ten days of artistic residency. It is a small immersive dome (*shelter*) based on the geometry of umbrellas. It contains a small hydroponic system with plants, six audio channels and video projector combined with a spherical mirror for dome projection. Inside the shelter plants are monitored for galvanic response of their leaves, which changes according to the visitor's breathing when he enters the dome and interacts with the system. The data monitored on the plants is used to modify the soundscape and mirror images of the forest. *VRS* was born from the idea of creating an artwork that would allow visitors to immerse themselves in an augmented reality of nature through moving images and sounds – something that would remind us of the dimension of the forest and the effect it has on us when we enter it. However, it is also an experience mediated by a plant, since this organism is the system's main sensorial interface. This vegetal reality shelter, as we call it, also aims to serve the visitor as an immersive device to promote an experience of alteration of his state of consciousness, inspired by the shamanic experiences with the medicines of the forest.

Criação e coordenação / *Creation and coordination* **Guto Nóbrega**

Programação / *Programming* **Pedro Santos**

Paisagem sonora e design de interação / *Soundscape and interaction design* **Augustine Leudar – UK**

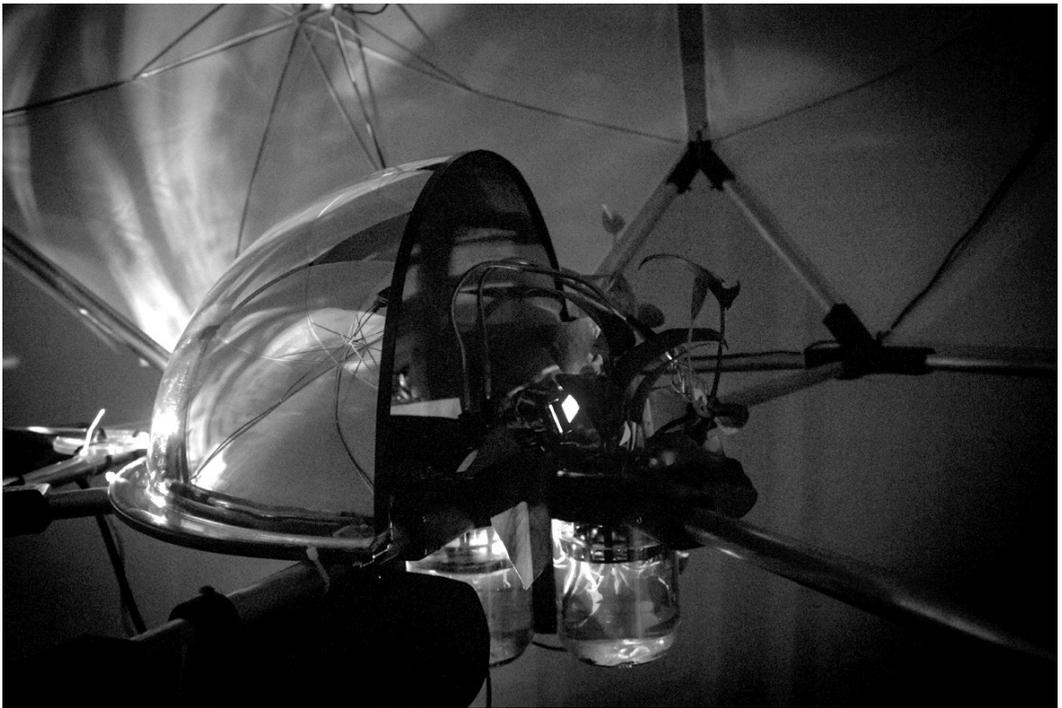
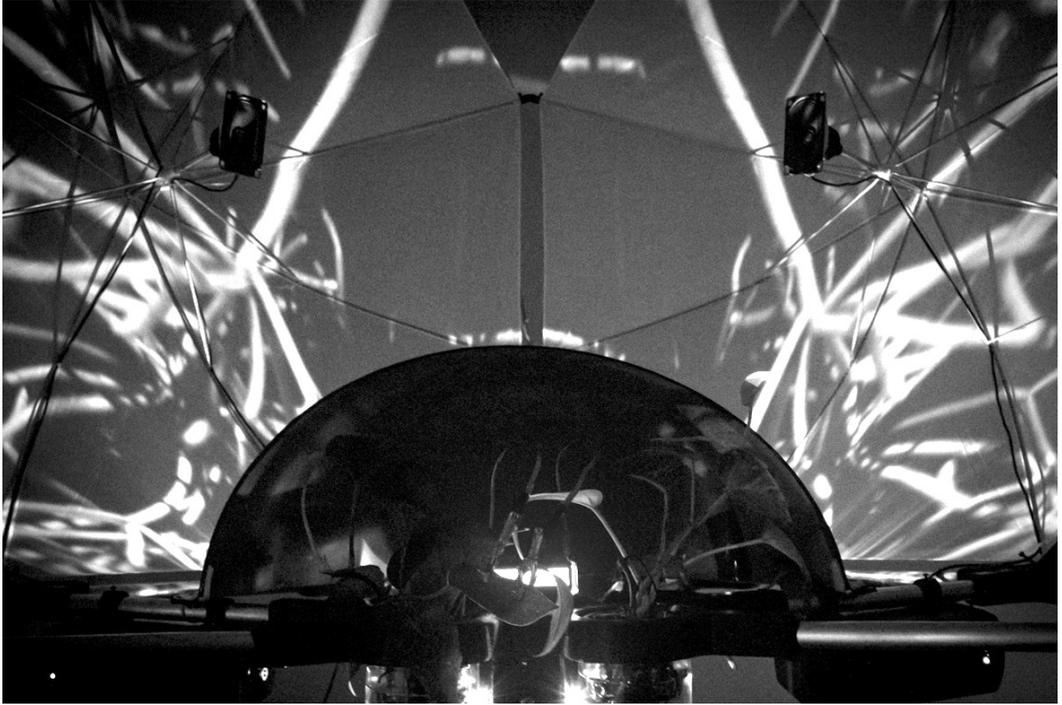
Modelagem 3D e impressão / *3D modeling and printing* **Thiers Freire da Nóbrega**

Plantas / *Plants* **Patrícia Freire**

Edição de vídeo / *Video editing* **Camila Leite**

Suporte técnico / *Technical support* **NANO – Núcleo de Arte e Novos Organismos**

Foto / *Photo* **Guto Nóbrega**

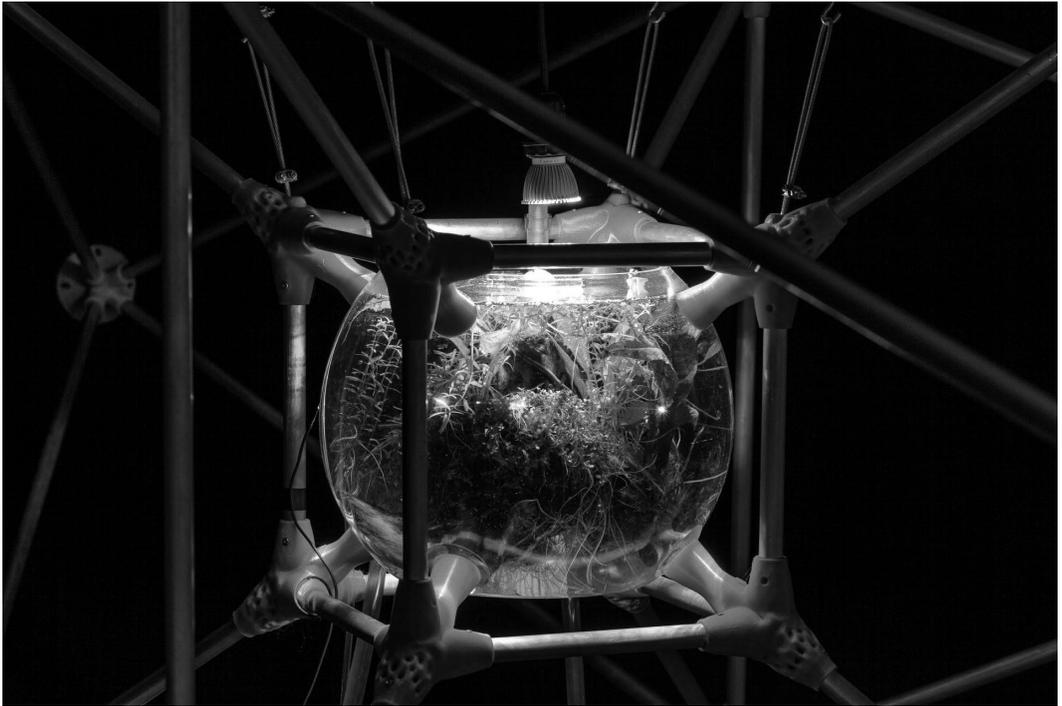
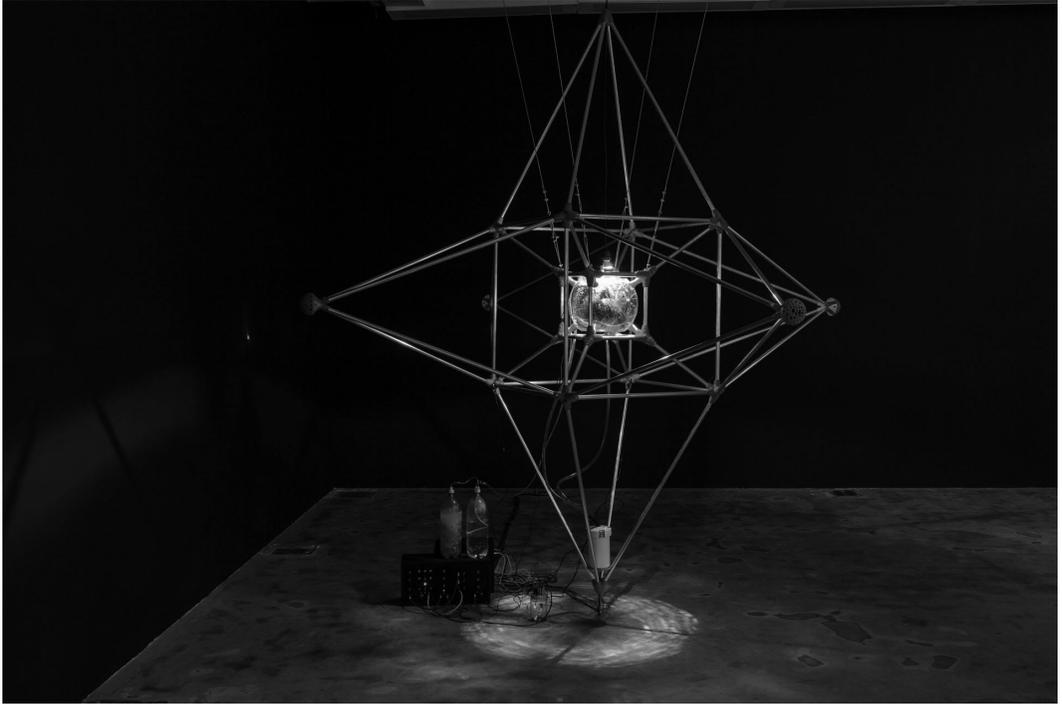


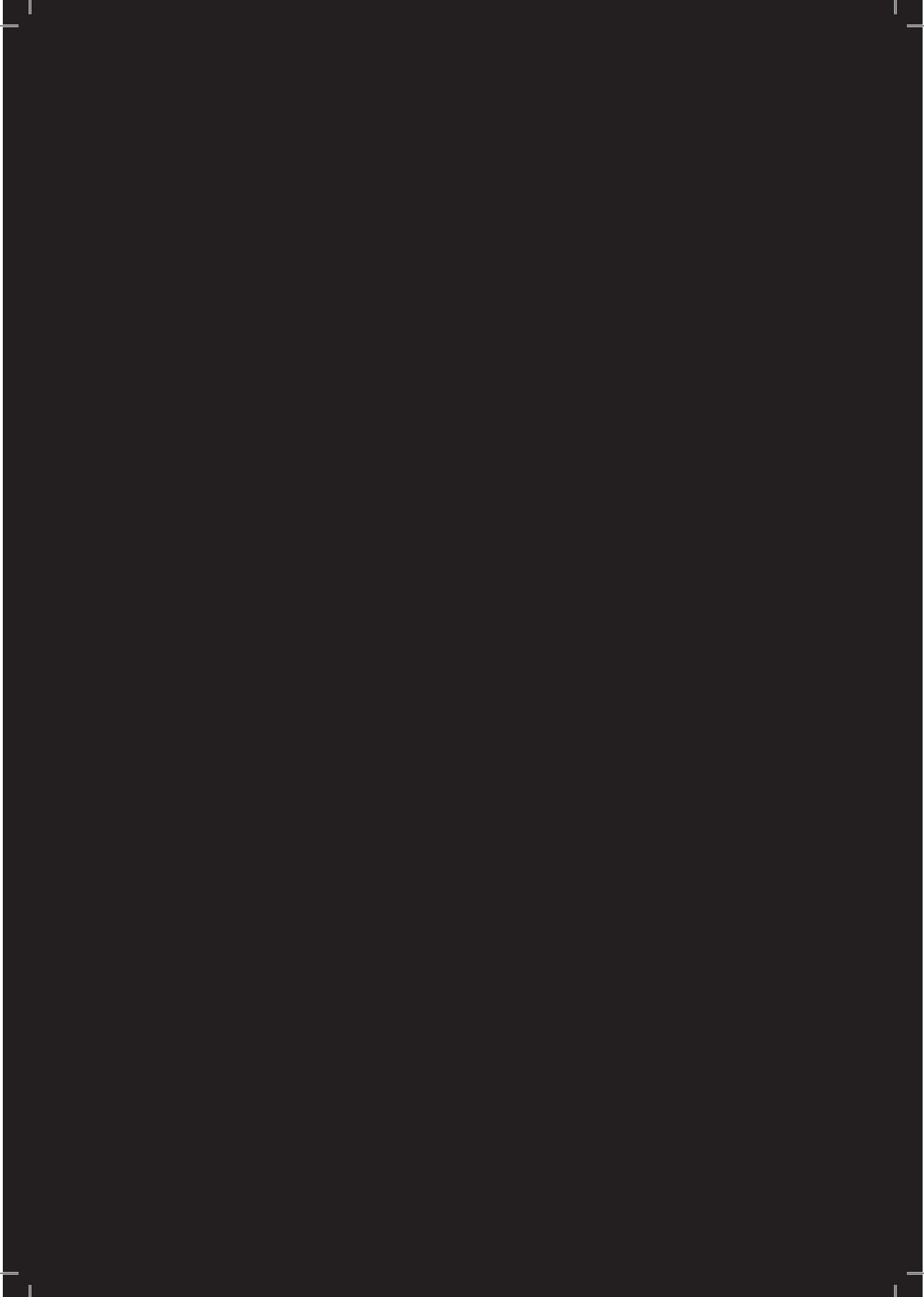
E4D - ENCANTAMENTO PARA 4ª DIMENSÃO, 2021

Encantamento para 4ª dimensão é um trabalho de arte inspirado na geometria do tesseracto, projeção do cubo na 4ª dimensão, cuja estrutura comporta em seu interior um aquário plantado. Uma luz laser, cujo feixe atravessa o aquário, é modulado pelas vibrações da água, variações em CO₂ e micromovimento das plantas. Tais modulações luminosas são capturadas por um fototransistor, que transforma informação luminosa em dados para uma síntese sonora. O tesseracto funciona também como uma antena, capturando toda e qualquer vibração eletromagnética do ambiente. Essas vibrações na forma de baixas frequências, assim como os dados do sensor fotossensível, são enviadas a um sintetizador modular customizado, e o som é distribuído através de quatro canais de áudio disponibilizados ao redor da estrutura.

Enchantment for 4th Dimension is an artwork inspired by the geometry of tesseract, projection of the cube in the 4th dimension, whose structure holds in its interior a planted aquarium. A laser light, whose beam crosses the aquarium, is modulated by water vibrations, CO₂ variations and micro movement of plants. Such light modulations are captured by a phototransistor, which transforms luminous information into data for a sound synthesis. The tesseract also functions as an antenna, capturing any and all electromagnetic vibrations from the environment. These vibrations in the form of low frequencies, as well as the data from the photosensitive sensor, are sent to a custom modular synthesizer, and the sound is distributed through four audio channels arranged around the structure.

Criação e coordenação / *Creation and coordination* **Guto Nóbrega**
Modelagem 3D e impressão / *3D modeling and printing* **Thiers Freire da Nóbrega**
Plantas / *Plants* **Patrícia Freire**
Foto / *Photo* **Thiago Barros**





ENGLISH VERSION

PART I: TECHNOLOGY
INSIDE THE BLACK BOX

- 246 **1. The Apparatus**
- 248** 1.1. Vilém Flusser's philosophy
 - 250** 1.2. From magical to historical consciousness,
the dialectic between images and texts
 - 254** 1.3. Imaging codes
 - 258** 1.4. The "apparatus-operator complex"
 - 261** 1.5. Playing with information, from *homo faber*
to *homo ludens*
 - 270** 1.6. Being experimental:
hacking the apparatus programme
 - 273** 1.7. Considerations and directions
- 274 **2. Works of art as vehicles of aesthetic information**
- 277** 2.1. From meaning to information,
rethinking the logic

PART II: ART
TECHNICAL OBJECTS, AESTHETIC ORGANISMS
AND FIELD BEHAVIOUR

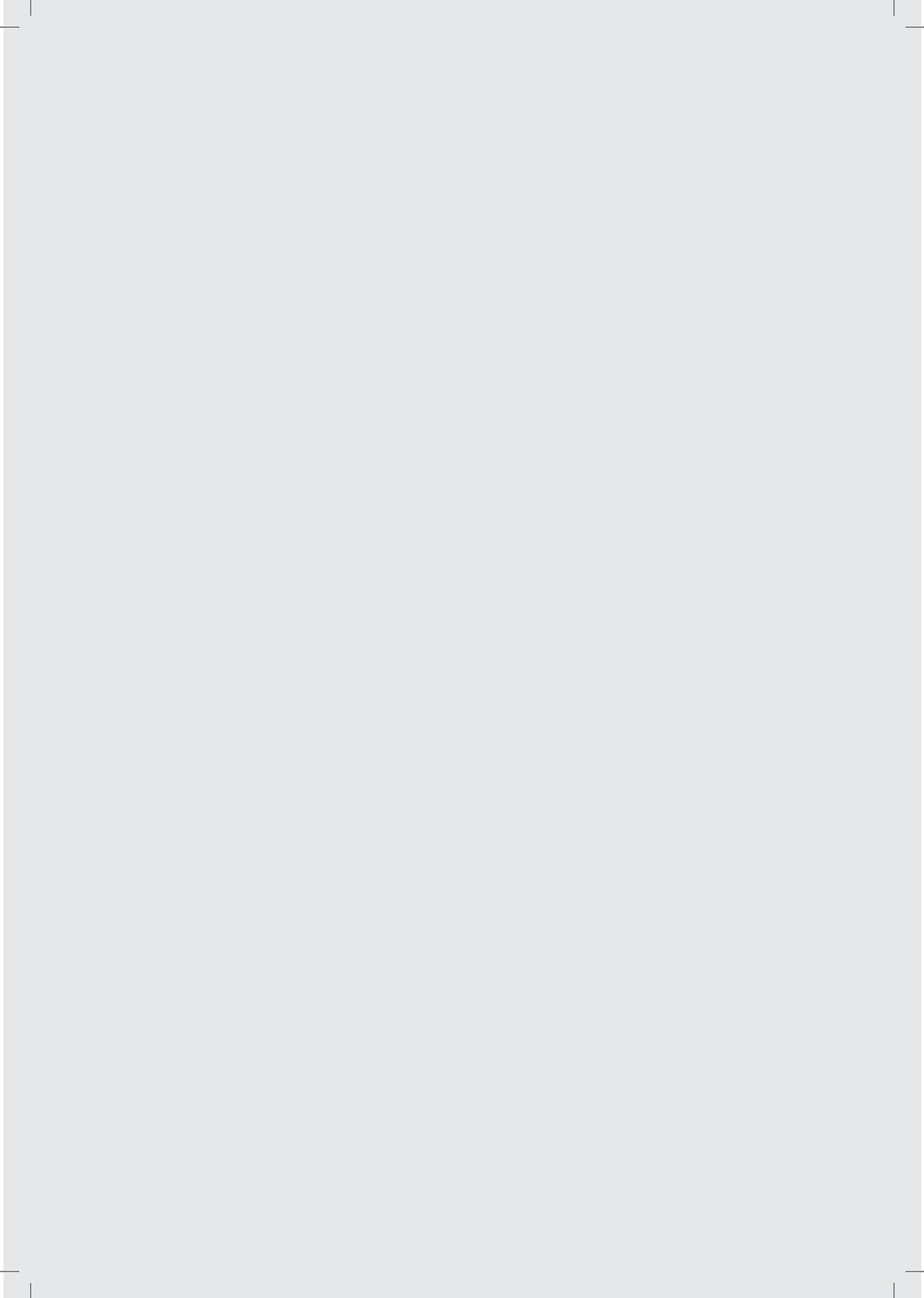
- 283 **3. On technological beings**
- 283** 3.1. Gilbert Simondon brief biography
 - 285** 3.2. The technical object and its concretisation
- 290 **4. The aesthetic organism**
- 290** 4.1. Form as a diagram of forces
 - 293** 4.2. From "immobile objects"
to interactive systems
 - 301** 4.3. Metastability and field behaviour
 - 307** 4.4. The behaviourist artwork
as a hyperorganism
 - 309** 4.5. The hyperorganism gestalt
 - 319** 4.6. Towards an organic theory of art

PART III: SCIENCE
BIOPHOTONICS AND THE INTEGRATIVE
FIELD APPROACH

- 323 **5. The biophotonic model**
- 325** 5.1. Understanding photon basic principles
 - 326** 5.2. What are biophotons?
 - 327** 5.3. Biophoton, historical background
 - 329** 5.4. Criticism of “mitogenetic radiation”
and biophotons
 - 332** 5.5. Elements of biophoton theory
 - 337** 5.6. Material, methods and techniques
 - 343** 5.7. Biological implications
 - 345** 5.8. How biophoton interacts with art –
aesthetic implications

PART IV: NATURE
LEAVES SYSTEM – PRACTICAL WORK

- 354 **6. Leaves System project**
- 354** 6.1. Background
 - 360** 6.2. Artworks
- 363 **7. Conclusion**
- 365 **INTERVIEW**
WITH MARCO BISCHOF,
CONDUCTED BY GUTO NÓBREGA
- 373 **REFERÊNCIAS / REFERENCES**
- 387 **MINIBIO**



ACKNOWLEDGMENTS

I would like to thank FAPERJ for the financial support that allowed the publication of this book; CAPES (Coordination for the Improvement of Graduate Scholars, Brazil) for the Ph.D. scholarship; CNPq for the current support of my research through CNPq research productivity fellowship and the School of Fine Arts - UFRJ for economical support during the entire course of this study. Special thanks to Professor Angela Ancora da Luz, who has always encouraged my academic life. Special thanks to my colleagues Katia Maciel, Milton Machado, Suzette Venturelli and Diana Domingues, who have in some ways supported my academic work.

I would like to thank Professor Roy Ascott, for the inspiration and direction thorough the course of my studies. Thanks to all colleagues, artists and researchers, integrants of the Planetary Collegium group with whom I have spent many hours of discussion, questioning, labour and joy during the annual meetings of the programme. Thanks to Mike Phillips for support and useful dialogues, and also to Professor Michael Punt, who taught me the logic of academic thought and the opportunity to take part of the Transtechnology Research Seminars. I would like to thank all my colleagues at i-DAT and Transtechnology programme for all the discussions, directions and support they have provided.

I would like to express my special gratitude to Eduardo Coutinho, who has shared ideas and has collaborated in some of my artworks. Deepest thanks to Cristina Miranda de Almeida, who has spent many hours of conversation helping me to recover certainty when everything seemed to be wrong. Thank you to Cristiano de Mello Gallep for helping me to get into the realm of photons and the abstractions of physics. A

special thanks to Dr. Guido Bugmann for the guidance in finding simple solutions to complicated robotic problems, and to Maria Campbell for the help with bioluminescent algae and the luminescent friendship. A special thanks to Sana Murrani for sincere friendship.

On a personal level I would like to thank my parents Elza and Genival, and my brother Luciano for the love and life support throughout my artistic and academic career.

Finally, my deepest gratitude goes to my sons Thiers and Theo, for they give me a wonderful reason to continuing my journey, and all gratitude to my wife Patricia Freire, who has been by my side in all the important, difficult, and happy moments of my life and whose love and friendship has been of a fundamental importance for me.

BREATHING

Our breathing depends on plants and everything that sprouts. The movement of air in our lungs. The rhythm of life on the earth. The pulse of nature. The whole cosmogony of bodies. The *pneuma*, the ancients called it, the breath. Entering and exiting the world through a breath. An exchange between ethereal substances, the flow between lives in the impermanence of metamorphosis.

Every machine proposes a system. Actions are predefined, prefabricated, predicted. The logic of action and reaction, the relation between inside and outside, repetition. The machine breathes.

The air in renaissance painting. The air moving the image. The birth of the image. The inside and outside of the image. To figure the air. The breath. *The Birth of Venus* by Sandro Botticelli. The painting breathes.

Matter when struck by the air while walking. The walking bodies of Alberto Giacometti. The collapse of matter. Between nothingness and the moving being. The plaster rarefied in the lightness of the hand. Form and passage. Perishable sculptures to last a few hours is what the artist says. A breath. The sculpture breathes.

The mobile christened by Marcel Duchamp is Alexander Calder's lung. The air abolishes gravity. The breath earns space and climbs walls. A white whale spouting mists while floating in space. The work breathes.

The folds in plates are moved by our hands. Lygia Clark's indomitable animals. The artist is asked how many positions the animal has. She answers. You do not know. I do not know. But the animal knows. The animal breathes.

Birds and planes fly in the same sky.

The natural and the artificial in the same environment. A living organism and a machine system.

A creature responding to the environment through movement, light, and noise based on our respiration, *Breathing*, as described by Guto Nóbrega. A conversation between worlds that do not separate but unite in their singularities. A way of breathing together. Of uniting systems, organic processes as a machine and a machine as a point between the inside and the outside. Repetition. Respiration.

In 2004, in Beijing, at a CHI conference organized by the Planetarium Collegium, an elderly Chinese speaker wearing a mantle walked to the center of the stage, looked at us in silence, held his breath, and after 10 seconds, let it out and said: "This is CHI, it is all this."

Life depends on this subtle energy that circulates between the inside and the outside, as complex as it is simple. An organic mechanism that fires bodies. And bodies, what are bodies? How do they work? How do they relate to what is not a body? Much has been said of the human, of its Greek substance, of its renaissance measurements, of its modern geometry, of the contemporary sensory.

What can a body do?, Spinoza asked. Practice differences, the insignificant, wastage, dismantling, affect. Thought in the midst of things, as sensible form.

Guto Nóbrega investigates plants as sensible agents in the creation of art. In a silent conversation, the artist focuses on a particular cultivation. The planting of hybrid systems. The artist invents ways to breathe within the hybrid system. What is proposed is not just a relation, but also a respiration.

The term technology was used in the 17th century to describe the systematic study of art. In its Greek origin, *teknè* unites art and artisanship. In the 17th century, the word is closer mechanics, and only in the 19th century does technology

mean practical art and is differentiated, then, from the science of theoretical knowledge.

A plant is a fractal representation of the cosmos. Its form is confounded with the founding material of everything that lives. Access to this form constitutes for Guto Nóbrega his artistic experience as a theoretical possibility. The artist expands the technological universe.

The operations aligned by Guto Nóbrega expand technology to the organic. It is a language invention. A new semantics for the sensible form. How to make the technological process alive, how to make technology a shelter.

We need to get closer to Guto Nóbrega's planting. This book is a beginning.

Katia Maciel

INTRODUCTION

This research emerges in resonance to four main strings of an instrument we use to call reality: art, science, nature and technology. Therefore, the methodology of the present study is articulated in four key areas of knowledge: aesthetics, epistemology, ontology, and, for reasons that are justified throughout this book, technicity. The intervention of this study does not proceed from a historian's point of view. The critical lens through which the following analysis is elaborated is art. The discussion presented by this research develops from an artistic perspective and it gives the book its tonal focus. The primary concern is the use of metaphor as a tool of knowledge. Consequently, as an outcome, such knowledge will be expressed in the form of theory and art practice.

The motivation to focus specifically on the domains of art, science, nature and technology emerges from how the intertwining of these threads informs the invention of new aesthetic forms. Artworks emerge in resonance to the way each one of these domains communicates to one another. The problem observed by this study rises from the prevailing understanding that each one of these fields reflects a Western analytical tradition based on fragmentation, dichotomies and dualities, as many scholars have already identified (Koestler and Smythies [1968] 1972; Ho 1993; Pickering 1995).

This reductionist tendency, in vogue for at least the past hundred years, conflicts in straight opposition to a natural countermovement towards integration and coherence, of which the best example is the living organic form. The consequence of this problem can be observed through an increase in materialism and disjunctions, concealed under the promise

of a world integrated by the interconnectivity and immateriality empowered by the use of technology. Reflecting this trend, arts have suffered from the effects of a instrumentalisation through which technology is applied as a tool in order to fulfil a move from an object-oriented formalist aesthetic to a process-oriented behaviourist aesthetic (Ascott 1966; 1967; Burnham 1968a). Mistakenly, the focus of some art practices has been in how to make things behave rather than asking questions about the nature of behaviour.

This sort of mechanist confluence of technology and arts is symptomatic of a predominantly weary aesthetic model founded in dualities such as object/process, form/behaviour and meaning/information. Having identified this problem, the present research invested in a re-examination of art, science, technology and nature in order to build an aesthetic model that may be able to provide an integrative account of these apparently disparate domains and their respective discourses. There are a number of questions that have oriented the whole course of this study: how can an aesthetic model and practice be built in order to incorporate issues of interactivity, immateriality and complexity without getting trapped into technocentric materialism? How should technology and art intersect so that aesthetic experience could be levelled to a richer dimension of consciousness, revealing the matrix of interconnectivity within the artist, artwork and observer¹ triad? How can the concepts

1 Several terms have been used to identify the subject that interacts with technologically-assisted artworks. He/she has been called an interactor, agent, vuser (a term used by Bill Seaman as a combination of viewer/user (Seaman 2002)). The term *observer* is used here in

of intuition, intention, affection, absorption or meaning, which are inherent to the arts, be integrated effectively and affectively into technologically-assisted art?

As a result of these questions and the following investigation of them, the new knowledge produced by this study is an aesthetic principle built upon the notions of resonance, coherence and field models, rooted in an integrative view of living organisms. Parallel to the theoretical approach presented in the present book, a practice-based methodology is employed that develops artworks based on the hybridization of natural (in this case, plants) and artificial systems in order to permit empirical observation and reflection on the ideas being proposed. The result of this practice contextualises the investigation about nature and is reported in the final part of this book.

This book is organised in four consecutive parts in which the domains under discussion are examined. Part I, "TECHNOLOGY. Inside the black box", is dedicated to the investigation of technology through the theoretical lens of Vilém Flusser and his notion of technology as an "apparatus". The argument developed in the first section of Part I focuses upon an analysis of the modern technology of the photographic camera which, according to Flusser, problematises the apparatus in its embryonic form. The motivation to open the discussion with Flusser is two-fold. Firstly, Flusser provides a framework to situate the discussion about technology out of the predominant discourses of digital media. In Flusser's approach, digital technology is considered as a further development of

consideration to his/her categorisation in quantum physics, as an active presence constantly collapsing the system.

a new paradigm instantiated by technology in modernity, of which, one of the main shifts is from "work" to "information". Secondly, the photographic model adopted by Flusser, due to its simplicity, allows the investigation to be refined into the essence of technology and to develop creative strategies accordingly. Emphasis is placed on experimentalism as the main form of intervention to acquire creative freedom in the regime of the "operator-apparatus complex". Part I continues to introduce the discussion of information and aesthetics instantiated against the backdrop of Flusser's concept of "habit". Flusser's ideas will be contrasted with that of Rudolf Arnheim and his notion that "order and structure" cannot be kept outside the equations of information and entropy in the evaluation of works of art. Meaning and information cannot be taken apart. The issues opened up throughout Part I lead to an examination of the role of the observer and the artist in the creation of art and prepares the ground for the analysis of the fundamental structure of art: the artist-artwork-observer complex.

Part II, "ART. Technical objects, aesthetic organisms and field behaviour", extends the analysis of technology and focuses upon the technical object. Part II begins with a section dedicated to the work of Gilbert Simondon, in which "the mode of existence of technical objects" (Simondon [1958] 1989a) is investigated. The theoretical focus of this section is situated within Simondon's two major concepts: concretisation and individuation of technical beings. Concretisation refers to the process in which technical objects become individuals – in other words, coherent wholes. The aim of this section is to situate the technical object not as a thing, but as a process of becoming. The main argument developed further in this section is that

only when technological systems are seen as processes of becoming can their essence, their “technicity”, be fully accessed. The section titled “Process of invention” analyses how the agency of technical beings interlaces with that of the artist in the process of invention. The notions of concretisation and individuation outlined by Simondon are fundamental in understanding the concepts of “hyperorganism” and “aesthetic organism”, which are developed in the section titled “The aesthetic organism”. The main intervention in this section is reviewing of the dichotomy between form and behaviour with the support of Rudolf Arnheim’s *Gestalt* theory. The argument resulting from this discussion is that form should be understood in the context of a diagram of forces. Therefore, forces are processes that precede form. Form and behaviour are linked by force fields. This discussion is situated in a revision of the behaviourist model and the integration of the theories of form, inherited from organicistic² analysis, into behaviour. The result is an original approach to the motto “forms of behaviour” as being the locus of an organic integrative field. This integrative field is given the title of “iField”.

Part III, “SCIENCE. Biophotonics and the integrative field approach”, informs the theoretical basis in which a branch of contemporary biophysics called “integrative biophysics” has framed living organisms. The analysis of this research field provides a major step towards an organic theory of art. The living organic theories addressed in this section are fundamentally based upon the research of the physicist Fritz-Albert Popp (who coined the term *biophoton*), his research group and the work of

2 Related to the theory of Organicism (Haraway 1976).

the geneticist Mae-Wan Ho³. This part of the book highlights how biophotonic theory suggests the existence of a non-mechanistic network of information, both within and between organisms, as a fundamental source of their evolving process. Central to biophotonics is the transmission of information mediated by photons coming from a coherent field. From this point of view, living organisms are understood not as an aggregation of functional elements, but as a coherent communicative whole. This framework, as well as congruent modes of bio-communication involving the non-mechanistic interconnection of systems, will serve as the basis for introducing a theoretical model for aesthetics based on the notions of coherence and integrative fields. This model, strongly based on an organic perspective of the artistic process, is fully developed and analysed in the final section of this part, titled “How biophoton interacts with art – aesthetic implications”.

Part IV, “NATURE. *Leaves System* – Practical Work” is dedicated to the practice aspect of this research that emphasises the hybridization of natural and artificial forms. *Leaves System* is the umbrella title for a series of art projects that encompass the body of practices developed during the course of the present study⁴. This section reports on these practices through the following sub-sections: “Background” and “Works”. The works developed by the author and reported upon this section are: *Equilibrium*, *Happiness*, *Ephemera*, and the major work *Breathing*. Although the works *Happiness* and *Ephemera* fall

3 Both Fritz-Albert Popp and Mae-Wan Ho, alive during the writing of this research, have passed away recently. Popp on 4 August 2018 and Ho on 24 March 2016.

4 An update of my recent artwork is provided at the section “Trabalhos / Artworks” of this book.

into the category of video art, they are significant pieces that support the construction of the combined body of theory and practice. These works allowed the author to delve into the realm of plants and the metaphors of affection and interconnection between humans and nature. Without these works the level of commitment to this subject would not be achieved. In the context of the argument of this research, these works are different forms of aesthetic organisms but can be considered no less alive.

The conclusion provides a brief summary of the main aspects and outcomes of this study and directs to potential future research that intends to develop further the notion of fields and the organic model of aesthetics. It is understood that the work discussed and documented throughout this study is a first step into a land that is not fully explored. Nowadays, we live in the paradox of an increasing materiality empowered by the invisible flow of information that engenders new everyday technological forms. It seems that the old dualities such as body and soul have transmuted into new contemporary forms. As a mirror we create realities that reflect our inner organic nature, bodies empowered by living forces. In order to understand the world outside, it may be the case that we need to have a closer look into our inner organic selves, into our nature and try to understand, not just how, but why our forces cohere. This body of ideas is what gives orientation to this book.

At the end of this publication (Portuguese version) the reader will find an interview with the science writer Marco Bischof, and an updated selection of the author's artworks in dialogue with plants.

1. THE APPARATUS

The present study begins by dealing with the issue of technology with the goal of trying to grasp what technology might mean in its essence. It is understood by this research that contemporary artists dealing with information technology cannot avoid such a concern if their objective is to develop creative freedom beyond a technocentric point of view. To fulfil such a goal the artist should not limit their studies to the matter of understanding how certain techniques have informed past artistic practice. The new medium called technology and its technical objects requires an artistic awareness to what is concealed beyond the mechanical structures, electronic circuitry, codes and electric energy. The core of technology holds its technicity⁵; from a creative perspective, it is only with a clear understanding of the logic that drives technicity that one will be able to develop dialogues with innovative repertory.

In this book, the essence of technology is examined through the critical lens of two authors, Vilém Flusser (1920-1991), whose philosophy we are going to examine in the first part of this research, and Gilbert Simondon (1924-1989), addressed in the second part, that is dedicated to art. Both philosophers, from their particular point of view, provide access to the core of technology in order to develop an understanding of it against the backdrop of aesthetics. These discussions will begin with a study of Vilém Flusser and his notion of technology as an “apparatus”.

5 This term will be developed in our examination of Simondon's philosophy of the individuation of technical objects.

The essence of technology was focus of Martin Heidegger's often cited 1953 lecture, "The Question Concerning Technology", where he sets out a critique of modern technology. In this work Heidegger primarily asserted that the essence of technology⁶ "is by no means anything technological" (Heidegger [1954] 1977). His concern was the subject of human existence and how technology is related to it. To understand what is at stake in such a relationship, Heidegger suggested the questioning about technology must be put in terms of not *what it is* but of *how* technology refers to the ontological way things reveal themselves. Heidegger's concept of technology is based on the matrix of Greek ideas: *poïesis* (producing, bringing-forth, naturally or artificially), *tekhnē* (production by means of technique), *epistēmē* (aggregated knowledge) and *alethéia* (in the sense of revealing truth). On the relation between nature and technology Heidegger claimed that, as nature reveals itself through a natural *poïesis*, technology is a process of revealing through technical means.

It is the power to reveal nature by technical means that emerges in the modern era with the idea of harnessing nature, as a result of a misleading reductionist interpretation of technology according an instrumental vision of causality: "revealing" to take advantage and control. In modernity nature appears as a complex of forces liable to be calculated. What has been often missing on arguments that support this view is that being part of nature, control might turn against our own freedom.

6 We use the term "technique" as a translation of the original term, *technik*, in German, because we believe it to be the most adequate, even though, in English, the translation for this term used by Heidegger has been adopted as *technology*.

Addressing similar ontological issues to Heidegger, Vilém Flusser examines the controllability and programmability introduced by modern technology embodied in the form of an apparatus. However, Flusser differs from Heidegger as he guides us towards possible domains of freedom in the territory of technology. This guidance is based upon the deconstruction of the photographic camera as an example of a primordial technological model that informs the apparatus in its most embryonic form. Differing from scholars in the field of media arts, Flusser does not undertake an analysis of the technical image on the basis of representation and neither does he consider photographs as based on the "optic figurative logic" (Couchot 1993, p. 42) contrasting with the "new numerical⁷ visual order" (Ibid.) brought by digital revolution. As a result of Flusser's argument, it will be noted that the idea that digital technologies instantiated a revolution cannot be fully sustained. If there is a revolution in course it would have rather started with a new consciousness initiated by the modern conception of technology, in which the notion of "information" replaces that of "work"⁸. Flusser regards this moment as the time in which the photograph was invented. As a result of this discourse, the digital shall be seen as the apex of a revolution and not its cause. This position has been adopted in this book in order to recognise the significance of reframing digital information into a new discourse, contrary to the notions of immateriality and disembodiment, which is embedded in post-humanistic studies (Hayles 1999), and the suggested obsolescence of the

7 Numerical here refers to digital technology.

8 This concept will be fully developed in the section "Playing with information, from *homo faber* to *homo ludens*".

human body against the convergence of all media into the digital (Kittler 1999)⁹. The model that is aimed to be developed here is integrative. From this perspective, the present study is looking for theories, works and ideas that support a notion of coherence, enabling the apparent separation of nature and technology to form an interconnected whole. The philosophy of Flusser provides useful insights in pursuit of this goal, which is the subject of the following sub-section.

1.1. VILÉM FLUSSER'S PHILOSOPHY

The philosopher and writer Vilém Flusser was born on May 12th 1920 in Prague, Czechoslovakia, into a family of Jewish intellectuals. He began his philosophical studies at the Juridical Faculty of Karlsuniversität, in Prague, but moved with his family to London after the occupation of the city by the Nazis, in March 1939. Living in London with his wife Edith Barth, he continued his studies at the London School of Economics. After losing much of his family during the Second World War, Flusser immigrated to Brazil in 1941, where he lived for thirty-one years and held Brazilian citizenship. In the beginning of his career in Brazil he occupied a post as manager of an electric transformer factory, whilst also proceeding and concluding his education. Flusser published

his first articles on linguistics and philosophy on the *Suplemento Literário do Estado de São Paulo*. In 1962, he became a member of the Brazilian Institute of Philosophy, and was designated professor of philosophy of communications at FAAP (School of Communications and Humanities) in São Paulo (Flusser 1984). In the 1970s he returned to Europe where he lived until his death, in 1991.

During the 1980's Flusser's theories had come to the attention of a number group of intellectuals, most of whom were artists. However, as a philosopher, Flusser remained an outsider, never becoming totally integrated to an "accepted history of philosophy" (Ströhl 2002, p. x). According to Andreas Ströhl (Ibid.), director of the Goethe Film Institute in Munich, it was not until his death in 1991 that his unconventional thought was recognised within academic circles of European media studies, being compared to theorists at the level of Walter Benjamin or Martin Heidegger. Resonances between the work of Marshall McLuhan and Flusser may be found on new media literature (Kukielko and Rauch 2008; Canán 2008) but the most substantial influence on his philosophy is acknowledged to be Edmund Husserl. Husserl's phenomenology furnished Flusser with the structural basis for his particular perspective on technology and led him to recognise a "motivating (*movens*) force behind all the contemporary social and technological change", which he addressed as the "apparatus-operator complex" [*Apparat-Operator Komplex*] (Ströhl 2002, p. xii)¹⁰. For Flusser there was no reason to differentiate the apparatus from its operator

9 In his book *Gramophone, Film, Typewriter*, Friedrich A. Kittler stated: "With numbers, everything goes. Modulation, transformation, synchronization; delay, storage, transposition; scrambling, scanning, mapping – a total media link on a digital base will erase the every concept of medium. Instead of wiring people and technologies, absolute knowledge will run as an endless looping".

10 In this context, the word "complex" derives from Flusser's phenomenological approach to media technology and it refers to an "invisible oneness" (Ströhl 2002) formed by

since, from a phenomenological point of view, both exist complementing each other in a relational fashion¹¹. Flusser treated this integrated whole as a “black box” (Ibid.), a concept that will be examined in more detail in the following sections. Before concluding this brief introduction to Vilém Flusser it is important, for the purposes of contextualisation, to unfold some of his influences and resonances.

Flusser addressed the phenomenon of technological revolutions and constantly evoked the idea of “paradigm shift”, which he borrowed from the epistemologist and historian of science Thomas Kuhn. Flusser merged this idea with Werner Heisenberg’s quantum theory, leading to his insight that changes in a certain technological model should be considered according to the idea of discontinuous quantum leaps, rather than a linear and transformative progression. In Flusser’s view, a new consciousness emerges from such changes and their inherent new codes.

In the same manner that the alphabet was directed against pictograms, so digital codes currently direct themselves against letters, to overtake them. In the same manner that a form of thinking based on writing opposed itself to magic and myth (pictorial thinking), so a new form of thinking based on digital codes directs itself against procedural, “progressive” ideologies, to replace

the operator/apparatus relationship.

11 As Ströhl observes, Flusser differs from Heidegger for his argument “does not concern itself with the producing machine”. For Flusser what is of interest is to think of the “information-processing apparatus”. In his view, “[d]espite its apparent threat to humanity, technology is mostly an aid to humanization”. (Ströhl 2002, p. xxxiv)

them with structural, systems-based, cybernetic modes of thought (...) This can no longer be thought dialectically, but rather through Kuhn’s notion of “paradigm”: no more a synthesis of opposites, but rather a sudden, almost incomprehensible leap from one level to another. (Flusser cited in Ströhl 2002 p. xiii)

Flusser’s philosophy is rather dialogical, than dialectical. He emphasises a reality formed on the relations between things as opposed to the things in themselves. This way, he persuades us to focus on the dialogue, rather than on the speaker. Ströhl puts it quite clearly (2002, p. xiii):

Flusser juxtaposes the traditional notion of a world that contains “hard” objects and subjects to his own concept in which only the relations between subjects and other subjects are the concrete. Man is an interpolation, something like a node in a network of interactions and possibilities. (...) the Self is a node in an entire network of connections¹².

12 This conception of Self approximates Flusser to Roy Ascott, to whom not only new digital technologies with telematic networks and the metaverse, but also ancient vegetal technologies (which Ascott refers to as “vegetal reality” (VR)) (Ascott 2003b; 2009), enable access to a more permeable idea of Self in which multiple possible Self identities are made possible. Rather than a crystallized sense of Self common in Western traditions, spiritual practices, as well as aesthetic experiences – and it seems to be one of the main points where the use of technology is relevant –, seem to break with the idea of an unified identity to promote, through immersion and connectiveness, a sense of sharing an affective space in which the Self may assume a more impersonal and fluid state. Ascott also suggests that

It is such a dialogical and humanistic aspect of Flusser's philosophy that means he is useful in an investigation of the broader problem dealt with by this study, namely, the creation of technologically assisted artworks. The point investigated by this study is whether and how, within a technological framework, there would be room for creative freedom. This question, in principle, may appear ingenuous, however, the investigation of this point is supported by the fact that the development of the field of interactive arts over the past few decades reflects, in great amounts, an embracing of technological solutions for the purpose of making the artwork "work", particularly in making the artwork responsive to the observer's presence (either on site or remotely)¹³. In the following analysis,

certain mind states such as schizophrenia, characterised by abnormalities in brain functioning, should not be regarded from only a pathological point of view, but also considered as a particular condition that belongs to "any sort of creative activity" (Ascott 2009). This also resonates with the concept of man as an "interpolation", which displaces the focus from the objectiveness of being to a process of becoming, a point that will be investigated in detail in the next chapter under the lens of Simondon's concept of individuation.

- ¹³ In this respect the recent exhibition at the Kinetica Art Fair 2009 serves as an example. Developed in partnership with the Kinetica Museum, this art fair focused on kinetic, robotic, sound, light and time-based art featuring well-known and emergent artists in the fields of kinetic, electronic and new media art. Despite a few inquisitive artworks that invited the audience for some sort of dialogue, most of the exhibition appeared to be concerned more with a discourse on what it is possible to do with technological means. *Wall of Eyes*, by the artist Adrian Baynes, is an interactive artwork in which 255 mannequin eyeballs mounted on a wall follow the viewer through the gallery space. In spite such an unusual scenario, which may catch one's attention, the

supported by the work of Flusser, this research will show how the creation of technologically assisted art is, to a certain extent, always held under the constraint of a particular logic embodied in the form of what Flusser came to call an apparatus.

1.2. FROM MAGICAL TO HISTORICAL CONSCIOUSNESS, THE DIALECTIC BETWEEN IMAGES AND TEXTS

In 1983 Flusser published in German a discrete volume called *Für eine Philosophie der Fotografie*¹⁴ (Towards a Philosophy of Photography, published in Portuguese as *Filosofia da caixa preta*), which turned out to be acclaimed as his seminal work in the field of new media studies. In this book Flusser sets out a critical analysis of technology, developing a completely new system of relations that is, in some aspects, both different from and complementary to previous examinations, such as those performed by Martin Heidegger and Walter Benjamin.

artwork seems to find its conceptual basis on a metadiscourse that "literally" informs us, by means of technological resources, that the artwork sees us. In that sense, what was once left to the subjective apparatus of the viewer, and all potential dimensions it may unfold, is now reduced to the interactive functional game between subject and object.

- ¹⁴ An English translation of this book only appeared in 1984 in Germany and 2000 in England (Ströhl 2002, p. xxxii). Despite his death in 1991, the legacy of Flusser within media studies has slowly gained attention within academic circles (Cubitt 2004). Such a delay may be mostly attributed to the lack of translation of his works, especially for Anglophones. Flusser was fluent in five languages, but his most important texts were written in German, Portuguese and French.

Flusser developed his argument grounded on three major cultural revolutions, the culmination of which taking place in the post-industrial era with the development of the photograph. From his perspective, such an achievement demarked a radical epistemological change in the creation of images, epitomising a new relation between man and modern technology. Flusser begins his analysis by suggesting that the first revolution occurred in the pre-historical age, a moment in which man begins to codify the four spatiotemporal dimensions of the world into the two dimensional space of a plane, rendering the “out there” imaginable. For Flusser imagination is “the capacity to produce and decipher images, the capacity to codify phenomena in two-dimensional symbols, and then to decode such symbols” (Flusser 1984, p. 8). Consequently, images mediate man and the world, and they do so in such a way that the observer and the image get caught in a circular time, a time of magic set in a category completely different from linear historical time.

Linear time events are established through chains of causalities. In turn, the magical time of images is reversible, circular, meaningful and relational. The example given by Flusser is the relation between the cock and the Sun. “[I]n the historical world, sunrise is the cause of the cock’s crowing; in the magical world, sunrise means crowing and crowing means sunrise. Images have magical meaning” (Ibid.). As Flusser underlines it, the magical character of the images must be considered in order to decipher their meaning¹⁵. Pre-historical images

15 As will be elaborated further on, the technical image of the post-industrial era proceeds by an inversion of its primordial function. Ubiquitous in contemporary life, images will project their magical character

“originate from magical consciousness, and they produce magical behavior in their addressees” (Flusser [1989] 2002d, p. 126).

Images were meant to mediate man and the world, rendering the latter to imagination. In doing so, however, the image also interposed itself between them. Images became screens instead of maps, and no longer helped to decipher the world but projected themselves upon it, transforming the world into a screen-like scenario to be experienced. This distortion of the original function of images led to what Flusser considers to be “idolatry” (Flusser 1984, p. 7).

In the course of this problem a second revolution took place, and linear writing was created with the purpose to “translate scenes into processes” (Flusser 2002a)¹⁶. This method

over “reality”, restructuring it into “a image-like scenario” (Flusser 1984, p. 7). According to Flusser, what is at stake in that reversal is “a kind of oblivion. Man forgets that he produces images in order to find his way in the world; he now tries to find his way in images. He no longer deciphers his own images, but lives in their function. Imagination has become hallucination” (Ibid. 1984, p. 7). Despite the fact that one may find immediate resonance between Baudrillard’s theory of simulations and Flusser, the latter essentially differs from the former as for Flusser there is no meaningful distinction between reality and virtuality (the world of technical images), as “no meaningful distinction can be drawn between reality and representation, for they differ only in degree of probability, not in essence” (Ströhl 1995).

16 Author’s translation from Portuguese. As Flusser wrote several of his works in Portuguese, including a personal translation of *Für eine Philosophie der Fotografie*, a parallel can be traced between different versions of this document. We are quoting in the present analysis Portuguese expressions, which are not present in the English version, hoping to enrich and clarify the understanding of Flusser’s ideas.

involved codifying the bidimensional world of images into the linear, unidimensional system of writing. For Flusser (1984, p. 7), the invention of writing was meant to “destroy the screen [of images] in order to open the way to the world again”. This operation also involved the transcodification of “the circular time of magic into the linear time of history” (Ibid.), thus creating “historical consciousness” (Ibid.).

Linear writing (especially the alphabet) was invented to replace magical consciousness and magical behaviour with enlightened consciousness and historical action. Linear texts explain images, they roll out their scenes into processes, and they order things into irreversible chains of causality. The environment can be causally explained and progressively manipulated. Texts are instructions for a progressive way of dealing with the environment. Their goal is to explain away all images. The following is the enlightened goal of history: to identify all imagined events as historical happenings (Flusser 2002b, p. 126).

In this passage Flusser addresses the subject of technological innovation from a seemingly anthropological and phenomenological point of view. As has already been commented, for Flusser the problem of technology is not technology in itself, but rather how it reflects changes in states of consciousness that cannot be analysed in a procedural manner, for chains of cause and effects may be interlocked in non-linear way. Such understanding and methodology require an “extrahistorical perspective” (Flusser cited in Ströhl 2002 p. xii). As a result, if we want to grasp the essence of modern technologies we need to pay attention to the context in

which inventions such as photograph were created. This requires us to consider the historical dialectics between texts and images.

Texts result from the process of codifying planes and surfaces into lines, abstracting all aspects of the phenomena with exception of one: the conceptual. The lack of conceptual phenomena in writing is because texts refer to surfaces – the imagetic plane once decoded from the concrete world – but not the world directly. Texts are a step further away from conceptual phenomena, which paradoxically man wanted to approximate; they are an abstraction of a second order. “Concepts do not signify phenomena but ideas” (Flusser 2002d, p. 10)¹⁷. Conceptualisation, in this sense, is the capacity to codify and decodify texts¹⁸. Texts do not interpose themselves between man and the world, but between man and the images. They were meant, in the first place, to explain images and make them intelligible.

Along with texts, historical images “fill them with imagination” (Flusser [1989] 2002d, p. 127). Historical images are images that originated from historical consciousness, but work in polarity against historical consciousness as they attempt to bring an imaginative, magical consciousness to it. This is why Flusser considers such a conjoint of forces as dialectical. They operate through opposing forces. From their dialectical positions text and image mutually reinforce one another. Texts explain images and images, in turn, illustrate texts – making their meaning comprehensible and imaginable. Images bring back to texts the circular time of magic that they struggle in tearing apart. From

17 Author’s translation from Portuguese.

18 Computer imagery is a useful example of images representing a higher degree of concepts.

this, “texts becomes more imaginative, and images become more conceptual” (Ibid.). According to Flusser, “this dialectic, by means of which images become more conceptual and texts more and more imaginative, is the dynamic of history” (Ibid., p. 127).

It is this dynamic that is put at risk with the invention of letterpress printing – which allowed reproducibility and distribution of texts and images – and when texts reached their highest degree of abstraction, as it is found for instance in pure sciences. Texts spread out throughout the world, opaque and unimaginable, giving rise to what Flusser understands as “textolatry” (Ibid., p. 9). In this context, man progressively stopped being served by texts to gradually become slaves of their ideologies. Scientific texts are good example of this phenomenon as they are often incomprehensible, not only by the layperson but also the expert mind. This concern was epitomised in the famous quote of the Nobel Prize-winning physicist Richard Feynman: “If you think you understand quantum mechanics, then you don’t understand quantum mechanics” (Edwards 2006).

When texts cease to inform images and vice-versa, when the dialectic between text and image begins to stop, it is the announcement of the end of historical consciousness. It is exactly in the apex of such a crisis, in the early 19th century, that the photograph was invented. According to Flusser, not by coincidence, the objective was “to render texts imaginable again, to charge them with magic, and thus, to overcome the crisis of history” (Flusser 1984, p. 9). In order to tackle such a task,

(...) the new images had to assume certain characteristics of printed texts. Like texts, they had to become mechanically

producibile, reproducible, and distributable, and their value had to be contained in the *information* that they carried rather than in their material base. (...) This called not only for change in image making, but also for *apparatuses*. From this point on, image makers could no longer produce images. Instead, image makers required to work together with technicians. Later, owing to advances in automation, image makers became ever more superfluous, so that today fully automatic apparatuses produce, reproduce, and distribute images, although this cannot be called “art” in the modern sense of the word, it is about powerful models of experience (Flusser 2002d, p. 127, italics added).

In the following section we will examine the emergence of the technical image, focusing on the specific case of the photograph – which, according to Flusser, is an embryonic model for the understanding of a culture dominated by the use of apparatuses that predominates a calculating, formal thought. What is important to bear in mind is that Flusser develops his examination of techno-cultural revolutions in terms of consciousness shifts. The dialectics between image-thinking and writing-thinking was structural for the emergence of an historical consciousness that was opposed to the magical consciousness inhabited and nurtured by images.

We are still trying to grasp a new shift of consciousness resulting from the information technologies we have developed out of the post-industrial context. This new consciousness is inevitably hybrid, arising from interactions between moist and dry matter, from the flow of natural and artificial organic processes.

Apparently, this new consciousness leads to the awareness of coherence and resonance present in communication processes, of which the use of technology has taken a major role. To develop and apply the concept of coherence and resonance in the context of communication systems, such as those created as artwork, is the main goal of this study.

1.3. IMAGING CODES

The technical image, epitomised in the photographic model, represents a step moving even further away from the phenomenological world. Ontologically speaking, images could be classified in the following way: traditional images that are hand-made are abstractions of first degree; they abstract two dimensions of the “real” perceivable world, codifying it into surfaces that served as mediation between the world and a future observer (Flusser 1984, p. 10). Hierarchically they preceded texts, which were inscriptions of a second order and abstractions from the world of images. The technical images, in turn, according to Flusser, are abstractions of a third order. They represent concepts in the first hand; they are images produced by an apparatus, which is a “product derived from applied scientific texts” (Ibid.).

In the case of the photographic camera, already in its infancy, the production of image is the result of knowledge-based concepts – namely, chemical reactions, optics and mechanics and, nowadays, more sophisticated laws (see fig. 1, page 30).

This technicity is not immediately apparent. The efficiency of the apparatus – in automatically making images that appear purely as inscriptions of the “real” world – renders its

system transparent to the eyes of an unaware observer. Such an alignment between the light, which the phenomenal world reflects or emanates, and the sensitive surface inside the camera creates the illusion that the technical image engendered by the photographic process is derived from the world in a causal chain of connections of which the photographic image is the final stage (see fig. 2, page 30). As Flusser points out, it seems as if the technical image and its meaning coexisted in the same level of reality (Ibid., p. 10).

Several scholars would disagree with Flusser that the photographic image represents first hand concepts and not the world as it is out there. The visual artist and leading scholar in the field of technologies of the image, Edmond Couchot, is one such scholar. Couchot offers an alternative view of photography that will now be contrasted with that of Flusser’s, allowing further refinement of the argument presented here.

Couchot argues that the invention of the photograph represents a further stage in the evolving process of figuration techniques that have taken place since the *Quattrocento* with the advent of the perspective of central projection, but which still operates under the “optic figurative logic” as found in the *camara obscura*. The fundamental feature of the *camara obscura* was the capacity to capture the light reflected by an object in the physical world. Such a light, in the form of luminous rays, crosses a small orifice in the front of the *camara obscura* and projects the image of the observed object in its interior. Thus, in the *camara obscura*, the object and its image are aligned. Such an optical system constitutes the basis of what Couchot determines “morphogenesis by projection” (Couchot 1993). Couchot goes on to say that the same principle is present on the

photographic camera, with the difference that in the latter, due to a technological advancement such as the inclusion of lenses and a light sensible plate, the image is automatically registered. Morphogenesis by projection, Couchot asserts, “implies always the presence of a real object pre-existing to the image. It creates a biunivocal relation between the real and its image. It follows that the image occurs as representation of the real” (Ibid.).

Flusser argues that such an understanding of the photograph reflects a misconception and a lack of critique of its allegedly indicial realistic character:

This apparent non-symbolic, “objective” character of technical images has the observer looking at them as if they were not really images, but a kind of window on the world. He trusts them as he trusts his own eyes. If he criticizes them at all, he does so not as a critique of image, but as a critique of vision; his critique is not concerned with their production, but with the world “as seen through” them. Such a lack of critical attitude towards technical images is dangerous in a situation where these images are about to displace texts. (...) The uncritical attitude is dangerous because the “objectivity” of the technical image is a delusion. They are, in truth, images, and as such, they are symbolical. In fact, they are even more an abstracted, symbolical complex than traditional images. They are meta-codes of texts, and (...) they mean texts and only very indirectly do they mean the world, “out there”. Technical images owe their origins to a new type of imagination, the capacity to transcode concepts from texts into images. What we see when we look at technical

images are newly transcoded concepts concerning the world “out there” (Flusser 1984, p. 10).

The problem with Couchot’s argument is that in analysing the photographic image as a sort of signature of the real he conceals the operation that goes on within the camera. Couchot’s discussion is set in terms of the automatism of the technical image that achieves plenitude with the invention of the digital technology. Couchot seemingly investigates the development of digital technologies in terms of an evolution of figurative techniques. Each step on the history of the technology of the image is addressed as a succession of innovations implemented by artists, whom he also identifies as “experienced engineers” (Couchot 1993, p. 37). The gradual evolution of technical means is examined by Couchot as if it was driven by human necessity and desire, resulting from the goal, since the *Quattrocento*, to search obsessively for a gradual automatising of the processes of creation and reproduction of the image; an “automatization which could liberate more and more the eyes and the hands” (Ibid.)¹⁹. Couchot asserted that for the progression of the automatising of figurative techniques it was necessary to master the analytic processes that allow to breaking down the image into its elemental constituents. For example, the image was decomposed into lines in order to be transmitted elsewhere, a new feature found in the invention of the pantelegraph, the machine that is regarded as the forerunner to the television²⁰. Even the impressionist

19 Author’s translation from Portuguese.

20 For a comprehensive account of the passage from optic technologies of the image to the numerical techniques, see Couchot’s book *Images, de l’optique au numérique* (1988).

artists are seen in Couchot's analysis under the logic of a collaborative commitment towards the synthesis of the image. Through techniques such as pointillism and divisionism, artists began to synthesise coloured shapes into optical mixture of dots and small strokes (Ibid., p. 38). These successive developments of inventive solutions were, though, oriented by a common goal: to find the minor constituent element of the image that could be analysed, manipulated and controlled. Such a pursuit was achieved and a new numerical figurative logic has arisen out of the advent of the pixel.

As the work of Erwin Panofsky ([1927] 1991) and Pierre Francastel ([1951] 1990) has already informed us, art history and its correlated techniques cannot be interpreted as an apparent series of linear developments. Its narrative refuses to obey any sort of mental scheme that attempts to situate the dynamic of its events into a mere goal-oriented project (Campos 1990, p. 58). For both these art historicists, art history cannot be conceived without a correlation between events and the chronology of cultural circumstances. It is in this sense that the present study considers the direction provided by Flusser more productive in the context of this research. Flusser highlights that behind the apparently linear causality that defines the photographic image as purely result of light inscription, there is a strong conceptual operation that involves the pre-codification of scientific knowledge in the photographic camera. In Flusser's argument, the photograph is the direct result of those programmed codes that define the photographic system, the apparatus. Flusser's model shifts the discussion of programmability, information, automatism which is normally set in the context of digital technology, and, by doing this, provides a simple

model to analyse modern technology. Flusser's analysis provides a deeper understanding of the context in which digital technology took form and allows more elaborated strategies in resonance to that context. It is important to state that behind the discussion set around the technical image, the focus of interest for the argument outlined here is placed on the shift in consciousness that supported the appearance of such an image. Understanding the succession of conceptual shifts that lead to its appearance allows this research to understand the logic behind the mechanism that provides the technical image – the apparatus. Our intention in discussing the photographic image is not to delve into a semiotic analysis of the photograph as used by authors such as Roland Barthes (Barthes 1982), Susan Sontag (Sontag [1977] 1990) or Philippe Dubois (Dubois 1994). The goal here is to articulate a philosophical standpoint based on an alternative analysis of the technical image in its seminal form. For Flusser, the calculating, formal logic of the technical image – already present in the embryonic form of the photograph – is representative of a cultural, social and political paradigm shift. On the other hand, the analysis taken by Couchot overlooks such an issue, placing focus on the newness of the digital information technologies. For Couchot (Couchot 1993), as well as for several theorists of new media (Quéau 1993; Kittler 1999; Hansen 2004), digital technologies are the founder of a new revolution. The adherence between the image and the concrete world, inherent to the "optic figurative logic" of past media such as analogue photography, video and cinema, is taken as a platform to spread the radical new features of the digital. The digital represents the new paradigm of a total rupture with the real through the

instantiation of a “new numerical visual order” (Couchot 1993, p. 42). As he asserts:

The numerical image does not represent the real world anymore, but simulates it. Rebuilds it, fragment by fragment, proposing a numerical visualization which does not maintain any direct relation to the real, neither physical, nor energetic. (...) It makes the figurative logic enter into the era of simulation (Couchot 1993, p. 42)²¹.

Therefore, with digital technology the umbilical cord between the concrete world and its image is cut. Digital technology puts itself to the service of a new imagination in which the signifier and its image are not ontologically attached. Such a view encourages the post-humanistic claims of disembodiment and immateriality.

For Flusser, however, the objectivity between image and the world is not the issue at hand, as it has never existed before. Images, including the photographic ones, are symbolic in essence. What Flusser considers in his analysis of the photograph is not the documentary essence of such a technical image or the ratio between the object and its representation²². His methodological analysis of the photographic medium “takes up the notion of calculation, of computation and of projection” (Ströhl 2002, p. xxv). Flusser looked into structures of communication instead of its resulting messages, allowing him to unpack the photographic medium beyond its alleged objective representational aspect. Taking this direction he avoided getting trapped into and reinforcing a hegemonic

Western visual logic. Rather, Flusser set the basis of a philosophy for the new regime under which post-industrial technical systems, driven by the hierarchy of programming, codes and functions, operate. According to Flusser, such philosophy is necessary if

we are to lift photography into full consciousness. (...) because photography may then serve as a model for freedom in the post-industrial context. Thus, the task of a philosophy of photography is to show that there is no room for human freedom in the realm of the automated, programmed and programming apparatus; and having shown this, to argue how, despite apparatus, it is possible to create room for freedom. The task of a philosophy of photography is to analyse the possibility of freedom in a world dominated by apparatus; to think about how it is possible to give meaning to human life in the face of the accidental necessity of death. We need such a philosophy because it is the last form of revolution which is still accessible for us. (Flusser 1984, p. 59)

Flusser truly believed that in a world of apparatuses there is still room for human expression, differentiating his works from apocalyptic visions such as those present in the philosophy of Baudrillard, to whom in such a world (dominated by virtual realities)

(...) is the system of representation that is at issue. The image that he has of himself is virtualized. One is no longer in front of the mirror; one is in the screen, which is entirely different. One finds himself in a problematic universe, one hides in the network, that

21 Author’s translation from Portuguese.

22 For more in this respect see the work of Roland Barthes (1982), Susan Sontag ([1977] 1990) or Pierre Bourdieu (1996).

is, one is no longer anywhere. What is fascinating and exercises such an attraction is perhaps less the search for information or the thirst for knowledge than the desire to disappear, the possibility of dissolving and disappearing into the network²³.

For Flusser it is not true, since an informational networked environment can also be emancipatory, as soon as we critically accept the “new consciousness” necessary to engage with such a structure. He states that,

[i]n the same manner that a form of thinking based on writing opposed itself to magic and myth (pictorial thinking), so a new form of thinking based on digital codes directs itself against procedural, “progressive” ideologies, to replace them with structural, systems-based, cybernetic modes of thought. (Flusser cited in Ströhl 2002 p. xiii)

The way for freedom, Flusser suggests, involves learning how to play the apparatus game; to play against its constituting logics. That is the reason why instead of jumping into discussions of particular issues such as interactivity, complexity, immateriality, virtual realities, and connectivity from a technocentric point of view, this study, initially, takes a step back to analyse the context in which these subjects are inserted in. From such a standpoint we understand that the innovations and transductions – using a term rooted in Gilbert Simondon’s theory of technicity (Simondon [1958] 1989) – made possible by information technologies will have the

benefit of a model from which a critical point of view could be set. Therefore, this research has avoided approaching theories in which the radical innovation of numerical technologies is considered as causing a radical technological shift when, in the argument developed here, they are instead part of a pre-existing paradigm. This paradigm was inaugurated when images no longer resulted from the pure process of imagination but instead became produced, reproduced and distributed by fully automatic information systems – an operation which the digital technologies continually make more efficient and subtle.

The next section will focus on the notion of apparatus, analysing its bond with its operator as an “apparatus-operator complex”. This analysis allows this study to develop a further understanding of another kind of complex, made of apparatuses and humans, that is the focus of this research, the artist-artwork-observer triad. It is intended through this discussion to show points of resonance between art practice in the confluence of art, science and technology and the broader perspective that is formed under the normative regime of apparatuses.

1.4. THE “APPARATUS-OPERATOR COMPLEX”

The apparatus is essentially a machine programmed to function in a certain way, producing only what is already encoded in its program. The range of scale of an apparatus may go from the micro or the nano to large scale administrative apparatus. In fact, the apparatus must be thought of as a system rather than a material object. Flusser used the photographic camera as a model because he saw it as the simplest

23 From *Philosophy Discussion with Jean Baudrillard: Interview by Claude Thibaut*, March 6, 1996.

and most transparent of all apparatus. As has been discussed, the image produced by this apparatus is one of a very special kind, for it does not refer directly to the phenomenal world, as pre-historical images did, but indirectly to the applied scientific texts the apparatus is made of. In that sense all informational logic of the digital appears to be already latent in the photographic system, and not differing from it.

Because such codes (knowledge-based concepts) are embedded in the apparatus, in principle they are not accessible to the photographer, who only sees input and output²⁴. Consequently, Flusser thought of the “operator-apparatus complex” as a “black-box”. He observed that as the

coding process of technical images occurs inside this black box, (...) every critique of technical images must concentrate on the “whitening” of the interior of that black box. As long as criticism fails to do this, we shall remain illiterate as regards technical images. (Flusser 1984, p. 11).

The fact that the photographic camera is programmed to automatically produce technical images seemingly liberates the photographer to play and to explore its program. That is why the apparatus (in this case, the camera) must not be confused with instruments, as they are

24 The photographer would need to work in the factory of apparatuses (Kodak, for instance) in order to have access to operate on the level of the software and the hardware that produces them. In fact, it is one of the turning points in regards to the creative way of dealing with technical apparatus. Artists have become programmers, or at least, they have moved towards the interior of the “black-box” to operate it from inside. This will be discussed and exemplified further on in this book.

more like toys; toys to play with and combine symbols. In that sense Flusser asserts that the main function of the photographer is to play against the apparatus in order to exhaust the virtualities of its rules. From this perspective it could be claimed that photographs are potentially pre-encoded in the camera. Each photograph realised reduces the potentiality of the apparatus’ program, exhausting its virtuality in order to enrich the photographic universe (Flusser 1984, p. 18). When the photographer looks through the camera it is not the world what he/she sees, but the potentialities made available through the codes embedded in the apparatus. Therefore, the photographer does not mean to change the world out there, but to instead manipulate the virtual worlds pre-encoded in the apparatus. This is one of the main differences between technical images and pre-historical images. While pre-historical images are worldviews (copies of the environment) encoded by an observer of a certain phenomenon or process, photographs are “computed possibilities (model, projections onto the environment)” (Flusser [1989] 2002d, p. 129); they bring form to concepts about the world. Pre-historical images serve to imagination while photographs serve to visualisation.

“Imagination is the ability to step back from the environment and to create an image of it (...) visualization refers to the ability to turn a swarm of possibilities into image. Imagination is the consequence of an abstraction from the environment. Visualization is the power to concretize an image from possibilities.” (Ibid.)

It also could be said that the fact that photographs do not operate by a process of

abstraction but one of concretization²⁵ is one of the reasons to consider photographs as the first post-historical images. This is why such a system has been mistakenly analysed in terms of technique of representation, whilst in truth, as an apparatus, it operates by projection. This whole concept becomes clearer in the words of Andreas Ströhl (2002):

For him [Flusser] photography is an overcoming of the artificial separation of culture into science, technology and art. Because photography is founded on the laws of natural science and technical innovation, it successfully reintegrates the image into a linear unfolding of events and narrative of history. Thus, this flood of events can be pushed back. Photography becomes the damming up of history. Technical images freeze events into scenes. Therefore, the photograph counts as the first posthistorical image, especially because its origins in formal, calculated, unhistorical thought. From the perspective of formal consciousness, the photograph is information selected from a field of virtual pixels with a specific purpose.

The idea that the photograph and its apparatus work as dams, interrupting the stream of history, must not be confused with Francis Fukuyama controversial argument of the end of history developed in his book *The End of History and the Last Man* (Fukuyama 1992). Whereas Fukuyama addresses philosophically political

25 As it will be explained further on this study, when examining Simondon's theory, the process of concretization is not only a particular feature of the operational mode of the apparatus, or "technical object" in Simondon's terms, but fundamental to its genesis.

and economical issues, focusing on a historical moment of equilibrium that resulted from the overcoming of communism by a liberal, market oriented democracy, Flusser's motivation for his claim is set on the consciousness shift that is inherent to new modern technology. What is at stake in Flusser's assertion is not the impossibility of historical events, which will certainly continuously occur, but "historical consciousness" that is, according to his argument, based on the "linear code of the alphabet rather than the codes of numbers" (Flusser [1989] 2002b, p. 128). When texts flow into the apparatus they are transcoded and transduced into scenes (bi-dimensional surfaces or three-dimensional systems, such as a robot); they become technical images with magical features once more, but magic of a second order without its previous historical character²⁶. Moreover, the fact that the apparatus is based on calculating, formal thought means that modes of perception and behaviours have been modelled to operate automatically into the apparatus. Consequently, if modern technology is supposed to be an "overcoming of the artificial separation of culture into science, technology and art", as Flusser has stated, it is so, paradoxically, to the cost of excluding the human participation²⁷ in the process. This is actually the critical point towards which Flusser's philosophy is aimed, opening

26 According to Humberto Maturana, what differentiates the living organism and the artificial system (a robot for instance) is exactly the ahistorical character of the artificial system's genesis, and not the matter of being or not being a molecular autopoietic system (Maturana 1997).

27 The term *participation* is used here meaning acting creatively and with freedom, not only feeding the apparatus to make it work or ignoring its influence in our lives and decisions.

up a number of questions. How to overcome the deterministic aspect of the apparatus and to open space for creative freedom in a world ubiquitously occupied and programmed by machines? How to submit the apparatus program to human intentions? How to subvert the absorption of human intentions by the apparatus? Is it possible to configure creative alliances between humans and apparatuses?

These questions seem to overestimate the relation between humans and machines, mythifying machines as possessing super powers. However, they may also point to the opposite. They point to the limitation of the apparatus due to its necessity for human intention in feeding its system with models that simulate human thought. This is the game, and it is impossible to ignore that contemporary machines are perfected to play it very well, and as such, a critique of technology must acknowledge this perspective. Flusser's critique has an impact on a society that lives in a world filled of apparatus, but it is also the direct concern of artists working with technology. Although Arlindo Machado²⁸ criticises Flusser by saying that he conceived such a relation (between the artist and the apparatus) in an excessively pessimist manner, he agrees that it is the artist's duty to unchain all the consequences inherent to the apparatus, making explicit that which would be disguised, unperceived or masked in the process of the basic functionaries of production²⁹. Machado adds that such activity (of the artist) is contradictory; on one side it concerns the

re-thinking of the concept of art, absorbing the new formative process opened by machines; on the other side, it is about making perceivable and explicit the undeclared goals of the technological project, whether these be of beligerent, authoritative (*policial*) or ideological nature (Machado 1997).

Investigations in regard to the creative mode of dealing with apparatus are still in development as of the time of this study. Provisory answers have been given but the deceiving character of the apparatus has neutralised several efforts on this matter. Many times good answers have been presented, but quite often for the wrong questions. The purpose of this research is to place the correct questions and to suggest possible answers on this matter. Flusser's philosophy of the apparatus is not complete, but it provides speculative directions in the way of revealing the intricate task of dealing with the apparatus in a creative and libertarian way. This is the subject to be further unpacked in the following section.

1.5. PLAYING WITH INFORMATION, FROM *HOMO FABER* TO *HOMO LUDENS*

Central to Flusser's concept of apparatus in cultural terms is the awareness that "any future critique of culture must substitute the category 'work' with the category 'information'" (Flusser 1984, p. 18). According to Flusser, questions emergent from an industrial context (work) are not appropriate questions for the apparatus if we want to grasp its essence. Flusser puts it in the following way:

person who plays with the apparatus, but acting in function of it.

28 Arlindo Machado was a professor in the post-graduation program of Communication and Semiotics at PUC University in São Paulo – Brazil.

29 The term functionary, or *fonctionnaire*, in the way Flusser uses it in his book *Towards a Philosophy of Photography*, alludes to the

The category basic to industrial society is work: tools as such, including machines, work: they remove objects from nature and inform them: they change the world. But apparatus do not work in this sense. (...) The photographer does not work in the industrial sense of that word, and there is little sense in wanting to call the photographer a worker. (...) Although the photographer does not work (in the sense we use the word here), he is doing something: he produces, processes and stocks symbols. There have always been people doing something similar to that: writers, painters, composers, accountants, administrators and so on. In the process, these people produced objects: texts, paintings, musical scores, budgets, projects. These objects, however, were not consumed, as such; they were used as supports for information: they were read, looked at, listened to or played, taken into account, considered, decided upon. They were not ends in themselves, but means — they were media. This sort of activity is being taken over by apparatus in general at present. It is apparatus which produce most of the information-supports at present; they do it more efficiently and with wider scope, and they are thus able to program and control work, as such (Ibid., pp. 17-18).

The apparatus is informative in accord to the etymological sense of the word “inform”, rooted in the Latin word *informare*, meaning “giving form”. It could be, however, in accordance with information theory, that the apparatus and its products are meant to deliver information and that such an informative aspect of their message will depend primarily on the ratio between noise and redundancy within the

process. It will rely, to a certain extent, on the adequacy of its programs, the configuration of its pre-installed symbols, and the way of manipulating them ludically. That is the reason why Flusser asserts that in the operational mode of the apparatus what counts is not the way of working with it, but of playing with it. In such an operational mode a new consciousness will form, moving from *homo faber* to *homo ludens* (Flusser 1984, p. 19). This way, to play in a creative way with the apparatus in order to avoid a deterministic result from its logical constrains, paradoxically, would involve to play against its program, searching for undiscovered possibilities within its system³⁰. It requires one to become an explorer of unpredictable configurations, to generate informative, and use improbable structures. It follows that the notion of information and entropy apparently takes an unprecedented

30 This position resonates with the concept of “play” by Johan Huizinga, which in his major treatise *Homo Ludens* asserts that play “only becomes possible, thinkable and understandable when an influx of mind breaks down the absolute determinism of the cosmos” (Huizinga 1949, p. 3). In Flusser, such determinism is embodied in the form of an apparatus. This is why play is the best *modus operandi* for the machine; it becomes a strategy. In his paper “Towards a Field Theory for Post-Modernist Art”, Roy Ascott (1980) draws our attention to the transactional character of works of art, in which a field of “psychic interplay” between the artist and the observer takes place, and proposes the artwork as a system. Thus, the artwork may be seen as a matrix around which the art game is set. In this sense, I proposed in an article (Nóbrega, 2008) that playing is the way the artist, the observer and the artwork become a whole interlinked mind, and that art is a game of which the rules are to be discovered through playing, and that in playing ludic patterns that interconnect are revealed.

role in the creative process, now focused on the dialogues with apparatus. This will now be examined more closely.

Modern theory of communication tells us that entropy "is a measure of disorder; hence negative entropy or information is a measure of order or of organisation since the latter, compared to distribution at random, is an improbable state" (Bertalanffy 1980, p. 42). In that sense, novelty in the light of the theory of information would be an improbable inversion of the second law of thermodynamics, which states that the level of probability (entropy) in an isolated system, not in equilibrium, will increase over time (Flusser 2002b, p. 51). Thus, it could be said that a field of virtual possibilities embodied in the apparatus is to be permuted, combined, and organized by the artist in order to reduce entropy and to produce relevant information. In such a framework we might see photographs as resulting from a matrix of probabilities, which becomes information to feed the photographic universe. As the photographic universe increases, it becomes redundant and entropic again. In this way the photographer plays with the apparatus to inform the world with new scenes. These new scenes, projected into the world, program its observers, who feed back the apparatus with new rules and new codes³¹. This is also how the apparatus evolves and becomes more complex, as it absorbs the creative intuition of the artist and incorporates new information into its technical body (see fig. 3, page 42).

31 We are referring to the fact that the new information that an apparatus launches into the world (a new experimental computer effect, for instance) is re-injected (feeds back) into the apparatus in a form of a model that allows the "new trend" to be available in the mainstream as a fashionable "effect".

Speculating a form of criticism of art in terms of information theory, Flusser defined art as "a human activity that aims at producing improbable situations, and it is the more artful (artistic) the less probable the situation is that it produces" (Flusser 2002b, p. 52). Thus, the artist is looking for the intermediary zone between two extremes of the aesthetic universe:

"(...) one [extreme] is total noise, total improbability, meaning a situation that approaches the impossible; the other extreme will be total redundancy, almost total probability, meaning a situation that approaches tautology, the absence of information. Both extremes are unattainable, and they constitute the two horizons of the universe of aesthetics" (Flusser 2002b, p. 53).

This is illustrated, in a diagram, in this book (see fig. 4, page 42).

As Flusser reinforces, "much more interesting (more graspable), (...) is the imprecise passage between that extreme zone and the one that we can just stand without cracking. It is the gray zone where (...) the thundering noise begins to turn into information, because a minimum of redundancy has infiltrated" (Flusser 2002b, p. 54).

The basic criteria Flusser employed in his envisioned form of information-based criticism is "habit" (Ibid., p. 52). Works of art emerge out of probability, he said, from the nausea called habit. In the long-term, even the most improbable situation (the spectrum where works of art can be expected to appear) will become habitual again. Thus, the aesthetic "scale" would be identifying works of art in terms of how long a certain work will remain informative, new and non-habitual³².

32 This scale, as Flusser has suggested it,

Although the present study takes on board Flusser's perspective in regards to the claim that a new cultural criticism cannot ignore the notion of information in the analysis of the cultural apparatus, it is not so easy to support his notion that information, in statistical terms, can be used as criteria for the evaluation of works of art. Flusser's idea was that a work of art could be at some point in the future criticised with basis in a "probability calculus", as soon as the "objective and the subjective meaning of 'new' coincide" (Ibid.). "Such a quantifying criticism, which will use both physical and information theories (...) and the measurement will show the slide of works of art toward habit" (Flusser 2002b, p. 57). But would these parameters be enough to classify and identify works of art? Can one reduce the subjectivity inherent to the making and fruition of works of art to a probabilistic status? Moreover, could the observer be isolated from such a critique?

Although it is possible to agree with Flusser that the notion of information and entropy for the arts cannot be underestimated, and that it becomes even more worthy of consideration when the creative process involves the configuration of dynamical process systems, this research cannot agree and work with the idea of

is dynamical and moving in a loop from "ugly", "beautiful", "pretty", "kitsch" and returning to ugly again. In short, "ugly" would correspond to a new improbable situation that always causes some terror. Flusser is drawing upon the poet Rainer Maria Rilke, who said that "we admire beauty so much because it scorns, with nonchalance, to destroy us: each of the angels is terrible" (Flusser 2002c, p. 51), and also upon Russel's example in which mentions that a "cow with a horse's head is newer than an ordinary cow because it makes us tremble more" (Ibid., p. 52).

information criticism for arts. In many ways, it would be contradictory to Flusser's own premises³³. The creative exercise within the gray area range pointed on the diagram (see fig. 4) cannot be assessed as a matter of calculus or resolved in terms of statistic and probability. In arts, the notion of information and entropy cannot be isolated from the concepts of structure, order and meaning. An orderly sequence of elements in a given structure may not be just redundancy, it may also refer to relevant information. As Rudolf Arnheim has emphasised, "the tempting prospect of applying information theory to the arts and thereby reducing aesthetic form to quantitative measurement has remained largely unrewarding" (Arnheim 1974b, p. 18). This is to be the subject of the following section.

33 In the article "New Imagination" (2002a, pp. 115-116) Flusser states that: "only when one produces images of calculations [numerical image] instead of facts (...) can 'pure aesthetics' (the joy of playing with 'pure forms') find its true expression" and "*Homo ludens* replace *Homo faber*". From this passage it becomes clear how the idea of information criticism might set itself with effect within the framework of a "new imagination" based in pure calculus. Flusser also expresses his concern in an existential sense on the "burdensome, but necessary, leap out of linear into the zero-dimensional (into the realm of 'quanta') and into synthesizing (into computation)" (Ibid.). It is understood from this that such "existential" concerns provides evidence of Flusser's awareness to the fact that there is a risk on this leap, the risk of losing ourselves in this magical universe of chance. What appears in Flusser as a contradiction, or perhaps paradox, is that moving towards an information criticism of arts would be the equivalent to embrace the role of aesthetic functionaries of the apparatus.

1.5.1. ORDER AND STRUCTURE

In his essay *Entropy and Art: An Essay on Disorder and Order* (1974b), Gestalt psychologist, art and film theorist, author and professor Rudolf Arnheim re-examines the Second Law of Thermodynamics under the light of psychology of art. His focus was placed on the paradox between the principle of entropy, as a general tendency of the physical universe towards disorder, and the contrasting view of man's and nature's endeavouring for order. Arnheim directly addresses the question formulated by the mathematical physicist and philosopher of science Lancelot L. Whyte (Whyte 1965 cited in Arnheim 1974b, p. 10): "What is the relation of the two cosmic tendencies: towards mechanical disorder (entropy principle) and towards geometrical order (in crystals, molecules, organisms, etc.)?". Arnheim approached this conflict from a *Gestaltian* point of view examining the notions of information and entropy against the backdrop of structure and balance, suggesting a grasping of the entropy principle that is different from the conventional idea of dissipation or degradation of energy. He argued that the entropy principle, at least from the point of view of works of art, can be seen as a "cosmic order" towards the "simplest, most balanced structure available to a system". This idea was in agreement with the "Law of Dynamic Direction", which he borrowed from the German psychologist Wolfgang Köhler, a key figure, together with Max Wertheimer and Kurt Koffka, in the development of *Gestalt* psychology.

Arnheim opens his book with the following statement:

Order is a necessary condition for anything the human mind is to understand.

Arrangements such as the layout of a city or building, a set of tools, a display of merchandise, the verbal exposition of facts or ideas, or a painting or piece of music are called orderly when an observer or listener can grasp their overall structure and the ramification of the structure in some detail. Order makes it possible to focus on what is alike and what is different, what belongs together and what is segregated. When nothing superfluous is included and nothing indispensable left out, one can understand the interrelation of the whole and its parts, as well as the hierarchic scale of importance and power by which some structural features are dominant, others subordinate (Arnheim 1974b, p. 1).

The orderly disposition of a structure, be it a machine or a natural organism, is a necessary condition for its well functioning. An organised mechanism reflects the coherent operation of its constituting parts. Order and survival are correlated, "the impulse to produce orderly arrangements is inbred by evolution" (Arnheim 1974b, p. 3). A living organism epitomises the striving against entropy and death and the human mind expresses such a goal through the process of invention, art being one of the most prominent.

Experiments in perception have observed the tendency of the human mind to organise visual patterns in the simplest available structure, which suggests, according to Arnheim, that such "activities in the brain have to be field processes because only when the forces constituting a process are sufficiently free to interact can a pattern organise itself spontaneously according to the structure prevailing in the whole" (Arnheim 1974b, p. 4). The images presented here (see fig. 5, page 46) exemplify the case

in which a combined structure of a square and a circle is readily apprehended, in contrast to a different set of shapes in which one sees separate unities. Instead of the sum of sub-units, the human brain perceives structures in which parts and wholes are correlated.

Another point to consider is that the experience of order is never limited to the perception of what is explicitly apparent in an object or event.

Rather, the perceivable order tends to be manifested and understood as a reflection of an underlying order, whether physical, social, or cognitive. (...) Since outer order so often represents inner or functional order, orderly form must not be evaluated by itself, that is, apart from its relation to the organization it signifies (Arnheim 1974b, p. 2).

Therefore, order and meaning are correlated. Order and disorder can be meaningfully associated. As Arnheim exemplifies, a shuffled deck of cards represents an objective state of disorder, although it also means that all players will receive a similar variety of cards; in other words a homogeneous distribution (Arnheim 1974b, p. 16). The notion of order and disorder will depend whether one looks into independent parts or the interdependency between part and whole. Order and disorder is observer dependent³⁴.

Nevertheless, this level of ambiguity in the concept of order and disorder is not taken into account in the study of thermodynamics. The Second Law of Thermodynamics states that

34 A similar example is given by the cyberneticist W. Ross Ashby (1962). He uses the example of a hive of bees, of which one external observer may see organisation in the interactions of thousands of bee parts, whereas another may just see a chaotic trajectory of the whole group.

“the material world moves from orderly states to an ever-increasing disorder and that the final situation of the universe will be one of maximal disorder” (Arnheim 1974b, p. 7), defining entropy as “the measure of the degree of disorder in a system” (Arnheim 1974b, p. 8). However, for the gestalt theorist disorder “is not the absence of all order but rather the clash of uncoordinated orders” (Arnheim 1966, pp. 123-135).

The physicist overlooks a possible orderliness in given random distribution (such as in the case of the shuffled deck of cards) because “the probability statistics of the entropy principle is no more descriptive of structure than a thermometer is of the nature of heat” (Arnheim 1974b, p. 14); the physicist does not consider structure. As Max Planck has stated (Planck [1915] 1998 cited in Arnheim 1974b, p. 14), pure thermodynamics “knows nothing of an atomic structure and regards all substances as absolutely continuous” (Ibid.). The physicist approaches entropy and disorder considering that “the single elements, with which the statistical approach operates, behave in complete independence from one another” (Max Planck cited in Arnheim 1974b, pp. 14-15), therefore the “entropy principle defines order simply as an improbable arrangement of elements, regardless of whether the macro-shape of this arrangement is beautifully structured or most arbitrarily deformed; and it calls disorder the dissolution of such an improbable arrangement” (Arnheim 1974b, p. 15). In turn, as Arnheim noted, the information theorist will do exactly the opposite as his object of inquiry “is an individual sequence or some other arrangement of items reduced to such a sequence. He investigates the probability of its occurrence by establishing the number of possible sequences, one of which is the present one” (Arnheim 1974b, p. 19).

What is common in both approaches, Arnheim identifies, is that both the information and entropy theorist neglect structure, therefore stressing a fundamental discrepancy between aesthetic and scientific principles. This is why the criteria of information or entropy alone are not enough for the evaluation of aesthetic structures. The entropy theorist's main concern is the global macro states of a system, its "global form" (Ibid., p. 21) but not its structure. He is not interested in what happens in between two different entropic states of an examined system. As Arnheim puts it, "the physics of entropy tends to consider only the initial and the final state of a process, not the dynamic events leading from the one to the other" (Arnheim 1974b, pp. 26-27). Arnheim reinforces that:

When a system is considered in two different states, the difference in volume or in any other property, between the two states, depends solely upon those states themselves and not upon the manner in which the system may pass from one state to the other. (...) Thermodynamics exhibits no curiosity; certain things are poured into its hopper, certain others emerge according to the laws of the machine, no cognizance being taken of the mechanism of the process or of the nature and character of the various molecular species concerned (Lewis and Randall 1923 cited in Arnheim 1974, p. 27).

Here the connection with Claude Shannon's approach³⁵ to solve the problem of information

35 This refers to the theoretical model of communication developed by the American electronic engineer and mathematician Claude Shannon. This will be discussed

transmission is quite evident, as the structural meaning of the content being transmitted is not relevant. On the other hand, the gestalt theorist pays much attention to these transitions, in the gray zone between states. He/she cannot afford the lack of curiosity of the thermodynamic scientist. The reasoning why this is important will now be unpacked.

For the Gestalt theorist, order is a property of structure. In a structured world the probability of an event occurring or changing, such as the movement of a line in an artist drawing or the course of an airplane, can be derived from the understanding of the structure (Arnheim 1974b, p. 16), the mechanism which transform parts into wholes meaningfully, not simply by statistical probability. Yet, Arnheim reiterates that

(...) orderliness by itself is not sufficient to account for the nature of organized systems in general or for those created by man in particular. Mere orderliness leads to increasing impoverishment and finally to the lowest possible level of structure, no longer clearly distinguishable from chaos, which is the absence of order. A counterprinciple is needed, to which orderliness is secondary. It must supply what is to be ordered. I described this counterprinciple as the anabolic creation of a structural theme, which establishes "what the thing is about," be it a crystal or a solar system, a society or a machine, a statement of thoughts or a work of art (Arnheim 1974b, pp. 48-49).

This is the reason why Arnheim opposed the theory of "Aesthetic Measure" developed by

further in the section "Works of art as vehicles of aesthetical information".

the American mathematician George David Birkhoff (1933), who worked in his research statistical methods in order to derive a quantifiable analysis of a work of art. For Arnheim, the aim of Birkhoff was just the measure of order, resulting from the relation between order and complexity (Arnheim 1974b, p. 51)³⁶.

The level of complexity of a work of art, if “measured”, will be given not by the level of information it carries but by how this information affects the relation between structure and order, or, more precisely, structure and equilibrium. According to Arnheim, the vital impulse towards equilibrium, true “for the symmetries of crystals as well as those of flowers or animal bodies” (Ibid., p. 7), not excluding the human mind, is natural in the mental and physical activities of man’s organic and inorganic universe. Such a striving towards balance is the result of physical and psychological forces acting under “field conditions” (Ibid., pp. 6-7). One of the standing points of the present book is that the concept of field becomes a fundamental principle for the analysis of works of art and the creative process in the information age. In works of art, the concept of information and meaning forms an integral whole.

Gestalt is a German word that is usually translated as meaning “shape”, “form” or “figure”. However, the original meaning of the word *Gestalt* is difficult to grasp out of its idiomatic context. That is why *Gestalt* is always used as a German word without translations. *Gestalt* derives from the verb *gestalten*, which means: “to give shape or significant structure to” (Ginger et al. 2007, p. 1), therefore, *Gestalt*, “is a shape or figure, which has *structure* and *meaning*” (Ibid.).

36 The idea of information aesthetics will be analysed on the section “Works of art as vehicles of aesthetical information”.

Order and structure are interrelated meaningfully, and that is why, unlike the scientist, the artist must to look into the intermediary zone where a Gestalt of entropy and information, structure and equilibrium, takes place.

According to Arnheim, structure and equilibrium constitute the two major forces towards form. In part II of this study the section “Form as a diagram of forces” will examine how these two vectors become dynamical components in the morphology of works of art after art practice shifted from a “formalist modernist aesthetic” (Ascott 1980), predominantly focused on visual/plastic aspects of objects, into a behaviourist aesthetic of interactive arts (Ascott 1966; 1967; Ascott [1966-7] 2003a).

1.5.2. TAKING THE OBSERVER INTO ACCOUNT

The notion of information and entropy may guide the artist in the darkness of the apparatus, but the production of relevant, non redundant information through works of art is the result of a chaotic process to be tested and implemented by trial and error, not by automatism or regulated by statistical premises³⁷. It must be observed in context and fundamentally intuited. In that sense, the idea of an information criticism for art points

37 Even in the case of software art, generative art or using A.I or A.L as the basis for creations of artworks, this research understands that it is not the algorithm that qualifies the work as art, but its inclusion or exploration within a given systemic context. It is true that in the last decades the concept of art has undertaken deep transformation and it is not possible to ignore the shift in attention from object to processes to dynamic network systems. New art practices, even new curatorial models (Krysa 2008), have become “more

to a paradox. To invest in this sort of mechanistic critique would be equivalent to transform art criticism in another form of apparatus (the kind we have been criticising). It would mean to feed the apparatus with a pre-text for the analysis of works of art; programming a system with an analytical model able to judge statistically and automatically works of art. It would be the equivalent to stepping towards closure, giving up from one of our most valued chances of freedom – the power to experience what art is or what it could be. Even if in terms of information theory the logic behind such a model is attractive, it would not be applicable in practice unless fundamental changes were implemented, however, for several reasons that will be addressed below, problems will still persist.

To tackle the issue of making “quantifying art criticism” feasible, which would involve making the “objective and subjective meaning of ‘new’ coincide”, as proposed by Flusser³⁸, it would be necessary either to elevate the functional aspect of the apparatus to a subjective

widely distributed between multiple agents including technological networks and software” (Ibid.). The present study does not ignore that, but rather it points out that even those practices, engaged in the highest abstract level of software, human intuition, intention and attention cannot be excluded. The qualities of the human are ingrained in what constitutes the so called “operating system of art” (Ibid.). It is under that operating system that the entanglement between software, codes, machines and humans may become art, not the other way round. Art has changed its morphology from stable physical objects to immaterial distributed agents, but even the most generative form may only become aesthetically meaningful in the complexity of social relations in which the human being is still the main character.

38 Cf. section “Playing with information, from *homo faber* to *homo ludens*”

capacity – in other words, to create a sentient machine (AI agenda) – or to filter subjectivity from the human apparatus³⁹. There is also another reason to believe this shift is not possible in terms of a pure statistical move. If we return to Flusser’s basic criteria for his envisioned information-based art criticism, we must consider that habit in psychology corresponds to a pattern in behaviour. This is intrinsic to the mind of the observer, for what becomes habitual or redundant for one might be seen as original or improbable for others. If it is intrinsic to a possible information critique of art, it needs necessarily to include and involve the observer, as well as the artist, in some manner. It is not new. The openness of the work of art and the role of the observer in arts has already been the subject of discussion of many authors (Ascott 1966; 1967; Clark 1980; Eco 1989). However, the observer in Flusser’s theory of photography is not actively taking part in the construction of meaning, they are just a passive receiver, the addressee informed/programmed by the apparatus (see fig. 6). It is unidirectional, as in Claude Shannon’s (1948) general communication system, and the information is contained in the classical form of an art object, unified and stable, not open to the observer’s intervention.

Therefore, at this point the discussion has reached the limitations of Flusser’s model based on photography. In order to situate the useful

39 Both options are improbable situations (therefore informative) and somehow equivalents. The danger is not the rising of a sentient machine, but the high probability that we will be leaving more and more of our most essential decisions to a form of intelligence that is not completely ours. The first option is predicted to happen within a few decades (Kurzweil 2005).

notion of apparatus within the context of contemporaneous issues of art and technology, we need to extend the concept of “apparatus-operator complex” to the analysis of another structural set based on the elements: artist-artwork-observer. The challenge faced by the artist in such a configuration is still the same – the construction of meaning within the constrained context of an “automated, programmed and programming apparatus” (Flusser 1984, p. 59). However, this new kind of complex, which includes the active participation of the observer, opens the problem to new strategies and metaphors.

Flusser believed that the experimental photographers are the best operators of the apparatus system as they

(...) seem to know what is happening to them. They are conscious of the fact that image, apparatus, program and information constitute their basic problems. They are aware that they are trying to fetch those situations from out of the apparatus, and to put into the image something which was not inscribed in the apparatus program. They know that they are playing against the apparatus (Flusser 1984, p. 59).

Thus, Flusser might agree that the experimental artist, along with the observer, would be the best player of the apparatus game. Continuing on, Flusser suggests that the way to generate creative freedom in the apparatus should be to “outwit the stupidity of the apparatus”; “sur-reptitiously (...) inject human intentions into the apparatus program, (...) to force the apparatus to produce something impossible to see in advance, something improbable, something informative, (...) to hold the apparatus and its products in contempt, to deviate one’s

attentions from “subjects” in general and to concentrate on information” (Flusser 1984, p. 11). But what does it mean, in practice, to be experimental with the apparatus, especially considering, above all, the informational nature of the apparatus? How might meaning and information be interrelated within the creation of technologically- assisted art?

1.6. BEING EXPERIMENTAL : HACKING THE APPARATUS PROGRAMME

The meaning of being experimental with the apparatus involves consideration to several shifts that take place when the apparatus is thought of in the context of the artist-artwork-observer triad. In such a configuration the observer is no longer the addressee of the apparatus (as the one who contemplates the image produced by the camera-photographer) but becomes, along with the artist, its operator. The artist, in turn, not only plays with the apparatus but also becomes its creator and programmer, feeding inside its system new concepts and models that force the apparatus to behave in a meaningful way. Similar to an experimental photographer, he must break the rules inherent to the apparatus logic to penetrate its “black box”. If the apparatus is separated from natural phenomena by layers of conceptual thinking (images, texts, codes), one might think that bringing the world out there to contaminate its system is a truly experimental possibility. This is the real potential of hybrid systems, to offer a powerful tool for merging different realities. For this the artist must look for new models to be tested with the apparatus, so that improbable imaginary relations could emerge. The outcome of that investment shall not be expected to form informative images of

the world, but instead form relational experiences between man, nature and apparatus. The technological imaginary is not the territory, but might be considered as a dynamical map to orient one into the world again, now inhabited by man and technological systems. Taking on board the approach suggested by Flusser, this would correspond to synchronising, in a coherent way, the phenomenological and technological worlds in order to disclose new scenarios and a new imagination. In this context the apparatus should be seen as coherent dynamical structures of information and meaning. As such, Flusser's ontological approach to technology could be summarised as in the diagram presented here (see fig. 7, page 53).

Based on this summary, this study can propose the scheme represented in fig. 8 (page 53).

As has been discussed, the power of the apparatus is that it operates by programming and projecting information. This power is on the hands of who brings into the apparatus new codes and models. Flusser stated that "to ask who 'owns' an apparatus is to ask the wrong question. The proper question is not who owns a program, but who programs it and who exhausts the program of an apparatus" (Flusser 1984, p. 21). This is why we have called attention to the bringing of new codes and models into the apparatus. However, first it is necessary to define what is meant by bringing new codes.

Behind a computer program there is a pseudocode, based on which the program is designed. Behind the pseudocode there is imagination. The power of the apparatus, as well as its danger, lies in the fact that it implements, in an automatic manner, models of the world. Its behaviour will depend on which model we bring

into it. This points to the fact that the possibilities in a dialogue with the apparatus depend entirely on what kind of model the construction of the apparatus is based upon.

Scientific models are developed within scientific institutions according to a network of very well established validating system that are based on the falsifiability of observation or physical experiments. Outside this scope there are models that have been refused within the orthodox scientific domain or have not been validated yet, i.e., have not been transformed into efficient mathematical equations. On the other hand, the new codes we are referring to belong to the vast phenomenological world that, as of this moment, has no objective visibility but, nonetheless, may be accessed intuitively, or experienced under certain circumstances⁴⁰. Therefore, one of the ways we might understand the strategy proposed by Flusser, such as being experimental, would consist of incorporating these non-orthodox models into the apparatus. We might use the state of the art "apparatus" to give us some clue into this journey deep into the heart of the unknown, but we would need in first instance to be guided by our inner sight, our intuition. It is in this framework in which the hybridisation between natural organisms and machine, science and art, reason and spirit appears to make sense. These points are to be raised in more detail later, in the discussion of the practice aspects of this research, in which the confluence of natural and artificial organisms are set in the context of a hybrid system, an apparatus structured on the

40 We are here referring to certain phenomena considered as pseudoscientific due to the lack of orthodox methodology, or perhaps as they are considered religious experiences, which cannot be assessed totally in a scientific basis.

intersection of living and non-living behaviour⁴¹.

To summarise, playing against the apparatus as an experimental artist means to not be restrained by the apparatus's rules (the normative operational mode of the apparatus) and to instead play in an inventive manner; using the apparatus structure to reveal what might be concealed or not yet explored within its systemic form. This investigative attitude is exemplified by the work of Nam June Paik, a South Korean-born American artist. In *Magnet TV* (1965), a magnet is applied from outside to a TV set in order to alter the electromagnetic flow of electrons within the TV's cathode ray tube. The result is an endless variation of forms that were never intended by the original apparatus (the TV set), but were activated by the introduction of a new model (the magnet) to re-programme the system.

What is speculated by this study is that such an attitude executed by Paik's TV experiment, if applied to more open and complex apparatus, perhaps leads to more powerful experiences.

It is in that sense that the present discussion considers the role of the programmer of apparatuses. To be or not to be a programmer, a dilemma that has been attended to by several theorists of media art (Sommerer and Mignonneau 2003, p. 273; Machado 1997) is equivalent to formulating a wrong question. If algorithms form the "soul of Computer Science" (Science 2008), then programmers would take the role of "Gods". But in the realm of art, computer science might be seen as a subsystem that interacts among other systems, such as the living organic system. Within such a systemic framework a hierarchic view misses the point. Being a programmer and being an artist are functions

that may belong to the same individual, as it happens to be true in some cases, but they are strategically different functions. The function of the artist in the dialectical play with the apparatus is to intervene in the system to make it to produce creative and original information. On the other hand, the fundamental function of the programmer is to give conditions to the apparatus system to work efficiently. Both are creative ways of production but do not follow, necessarily, the same agenda⁴². Sometimes these two functions are found in the same individual or group. One clear example of this kind is the collective formed by the two internet artists Joan Heemskerk and Dirk Paesmans. Their collective, known by the label "Jodi" or "Jodi.org", have been exploring the World Wide Web, software art and computer game modification as the basis for their artistic practice.

One of "Jodi's" most radical pieces is the mimicking of computer glitches and viruses as aesthetic interventions. The political and ludic act of infecting a virus as an artistic activity (which can be easily deactivated by the user after the experience) breaks the magic of the apparatus, forcing it to lose controllability and reveals the power of its programmed system. It is as if, for a moment, the user of that system was allowed to see "through the looking-glass". Hacking the system, altering the apparatus behaviour as an aesthetical intervention, is an example in which the function of the artist and programmer runs together.

The examples provided by the work of "Jodi" and Paik indicate that the task of being experimental cannot be separated from context and

41 This subject will be fully unfolded through the practice intervention of this study.

42 This is one of the main barriers in collaborations between artists and engineers.

meaning. It is not about playing with information in a simplistic manner but to develop friction between information and meaning. Paik's intervention with *Magnet TV* would not make sense outside the context of counterculture and the art of the 1960s and 1970s, heavily influenced by Marshall McLuhan's aphorism that "the medium is the message". Paik, like many others of his generation, was criticising the passivity of viewers seated before these new furniture-like apparatus receiving unidirectional messages into their homes. Paik argued that "[o]ur job is a critique of pure television, like Kant" (Paik, cited in Baigorri 2006). But Paik's ultimate goal was not just to develop a critique of television. Unlike many of his contemporaries from the art movement Fluxus, whom were highly engaged in political and social issues (Wolf Wostel for instance), Paik saw the new medium as an opportunity to explore through inventive experimentalism and joy the hidden possibilities of the apparatus. He wanted "to transform it, transcend it, regenerate it and propose new forms of relating to media" (Baigorri 2006). The transcendence and transmutation of the medium was always an ingredient in the artistic alchemy (Duchamp 1957), but the ways to achieve such magic, now aided by contemporary technologies, involve new recipes. Without losing sight of the programmed system of the apparatus, the artist shall play with its rules in order to transcend the implicit limitation of its game. The reason to do that is because in the art of apparatus it is even more necessary to see beyond the causes and effects, avoiding getting trapped in the technocentric discourse. As Flusser reminded us, what makes chess a game is not the checkered board or the chess pieces, but the virtualities within the rules. It is there where information becomes meaningful.

1.7. CONSIDERATIONS AND DIRECTIONS

Part I of this book, thus far, has extensively examined Flusser's concept of apparatus and now it is possible to summarise how this model intersects with this study. Unlike several authors in the field of art and technology (Couchot 1993; Plaza and Tavares 1998; Kittler 1999; Hansen 2004), his discussion is not set in terms of the innovation and ruptures brought by a digital universe of numerical media. Flusser focuses on the technological imaginary resulting from a chain of symbolic (long term) transformations that culminated in the advent of the apparatus (which appears in the photographic camera as if in an embryonic state). The main reasoning behind working with the ideas presented by Flusser is that his philosophy was not a philosophy of technical images but a philosophy of technological systems he called apparatuses. Flusser's philosophical goal was to examine the logic behind the complexes he conceived as black boxes. Flusser maintained that to acknowledge the nature of the apparatus as formal, calculated, programmable and programming systems is essential to acquire freedom in contemporary society, especially when artistic practice involves the creation of technical objects. Similarly to Heidegger, Flusser suggested that technology is not a tool for the service of human imagination but is itself a result of a technological imaginary articulated by technique. This is the main point Flusser tried to make clear through the analysis of the apparatus in its most embryonic form, the photographic camera. He showed in his analysis that in cultural terms the notion of apparatus implies a shift in consciousness from work (tools) to information and proposed that the expression of creativity in the universe of apparatuses

implies playing experimentally with the codes and models that essentially constitute them. It is in this way that Flusser envisioned works of art emerging out of ordinary form to become relevant information.

It has been argued, however, that the pure probabilistic criterion of information that ignores meaning is not adequate as a model for the analysis and critique of works of art. Supported by Rudolf Arnheim, it has been shown that the concept of information and entropy when applied to works of art cannot ignore structure and meaning.

The next section investigates the influence of Claude Shannon's information theory on aesthetics and points to the weakness of models that have tried to develop and formalise a critical methodology of aesthetics based in processes that are "devoid of subjective interpretation" (Bense 1971, p. 57). Those theories, in general, were rooted on the unidirectional configuration of "transmitter-receiver-message", as found in Shannon's model, and looked for a purely numerical orientated simulation of "aesthetic states" (Ibid.). In summary, they were focused on how to optimise aesthetic information. The following paragraphs propose a reorientation of the role of information in aesthetics that is not devoid of meaning. On the contrary, this view takes the role of the artist as structuring open systems in which information is not the variable for aesthetic measure, but the result of the aesthetic experience of meaning.

2. WORKS OF ART AS VEHICLES OF AESTHETICAL INFORMATION

The theoretical model of communication developed by the American electronic engineer and mathematician Claude Shannon situates the formal basis of theories contemporary to the emergence of computer art in the beginning of the 1960s. Shannon was working at the time on the problem of how to optimise the amount of information carried by a communication system (in his case, telephone lines) in relation to noise and distortion.

Drawing upon probability calculus developed by Norbert Wiener, Shannon worked out a "mathematical theory of communication", which became popularised after its publication in a book co-authored with another mathematician and scientist, Warren Weaver. Central to the Shannon-Weaver model is that meaning was not central to the technical process of communication information, as they determined it is instead dependent on optimising the signal/noise ration quantified in the message (see fig. 9, page 61). Shannon defined the problem of communication as being

(...) that of reproducing at one point either exactly or approximately a message selected at another point. Frequently the messages have meaning; that is they refer to or are correlated according to some system with certain physical or conceptual entities. *These semantic aspects of communication are irrelevant to the engineering problem.* The significant aspect is that the actual message is one selected from a set of possible messages. The system must be designed to operate for each possible selection, not just the one which will actually

be chosen since this is unknown at the time of design (Shannon 1948, italics added).

This technical paradigm was adopted as the starting point for the development of a new aesthetic inspired in cybernetic and information theories. For Claudia Giannetti, theoretician and writer in media art, these theories

(...) saw information as the key concept to understanding aesthetic processes, and attempted by means of formalization to create an opposing stance to Kantian and Hegelian tendencies of aesthetic theory. The objective of a formal aesthetic system aimed to deepen not interpretations or value judgments but the system of the work itself, the organization of elements and signs. Every work of art, in fact every artistic expression, was now viewed as a message transmitted by a creative individual (an artist or group of artists), known as the transmitter, to another individual (or group), known as the receiver, over a channel (systems of visual, auditory, and other modes of perception)⁴³. (...) Viewed from this perspective, the basis of language is reduced to predictable, purpose-oriented, syntactic qualities. Theory in the environs of rational aesthetics therefore evaluates the art object as a system of signs that transports formalizable aesthetic information (Giannetti 2004a).

The genesis of these adaptations from the fields of logic and physics to aesthetics is linked to the work of the American mathematician George

David Birkhoff, who developed in his study *Aesthetic Measure* (Birkhoff 1933) a purely statistical method to derive a quantifiable analysis of a work of art. Such a method works in antithesis to the traditional aesthetics based on subjective knowledge. For Birkhoff, information was directly related to complexity; the greater the amount of information in a work of art, the more it increases its complexity, therefore, the higher is its aesthetic value. In the middle of 1950's the philosopher, physicist and mathematician Max Bense widened Birkhoff's theories to include into his formulas the concepts of redundancy and entropy, derived from the field of information theory. For Bense, works of art should be analysed without consideration for "their effects on observers nor their role in history, or their trading value" (Walther 2000). In Bense's view it was "not the represented object, but the sign that represents the object is beautiful" (Ibid.). Bense believed that the classical formalist concepts of aesthetics, such as proportion, symmetry and harmony, was not enough to account for work of arts, especially when dealing with modern art. Consequently, he systematised basic aesthetical principles in order to develop a theory which could account for a "programming of the beautiful" (Bense cited in Giannetti 2004a). For Claudia Giannetti, (2004a) Bense's theory of "information aesthetics"⁴⁴

(...) was based on the statistical analysis of art objects and *consigns the subject – the recipient – to the background* by substituting the usage of *adequate rules* in the aesthetic evaluation. (...) Bense distinguished four

43 On this respect, see the work of Abraham A. Moles, "A abordagem informacional" (Moles 1982).

44 Delivered in a lecture on "Modern Aesthetics" at the Stuttgart Technological University in 1957, and posteriorly at the *Aesthetica III*.

methods within the aesthetic synthesis: the semiotic, the metric, the statistical, and the topological. The semiotic method is based on the examination of the sign; the metric method, as a sculptural principle, uses parameters such as width, length, number, or ratio in order to define a global structure – the m[a]cro-aesthetic – that takes material form as the gestalt or form of the work; the statistical method generates local structures, or a kind of micro-aesthetic; and the topological method, based on relational principles, is directed at variations of a certain gestalt (*Ibid.*, italics added).

The weakness of these models, both in Birkhoff's and Bense's adaptations, was in part caused by the fact that it was developed from the premises of a unidirectional system of transmitter → message → receiver and ignoring the role of the observer in their theories. Despite Bense's efforts in creating a theoretical foundation for aesthetics with a basis in information, and his factual importance in the development of a new form of art based on information processes⁴⁵, his aim for the replacement of traditional aesthetic values based on subjective metaphysical understanding of art with a predominantly logical approach founded in statistical analysis seemingly replaced one problem by another; it substitutes human subjectivity with mathematical theorems. It

45 "Max Bense was the key figure of the Stuttgart School, thought of as an experimental testing ground for rational aesthetics. Influenced by cybernetics and computer art, Bense devoted himself to creating an information theoretical foundation for aesthetics, and to text produced with machines" (Media Art Net 2005).

objects to human subjectivity in two moves; firstly by upstaging the artist from the process of creation, for through the process he termed generative aesthetic, "a combination of all operations, rules and theorems (...) can be used deliberately to produce aesthetic states (both distributions and configurations) when applied to a set of material elements"⁴⁶ (Bense 1971, p. 57), and secondly, by not considering in its equations one of the most important variables in the art equation, the observer⁴⁷. In Bense's

46 Even under the argument that the artist is still involved on the process, somehow feeding or programming the variables of the algorithms that will give form to the final piece, he/she is deliberately upstaged by the line of codes and the automatist of the machine that does the work in a sort of "pseudo intuitive way" (Bense 1971, p. 60). It is clear, though, that the strategy of stepping back the artist in the support of a more objective machinic intervention is intentional. The work of one of Bense's students, Frieder Nake, is illustrative of this case. In *Random Polygon (13/9/65 Nr. 7)*, China ink on paper, 1965, 40 x 40 cm, "random processes determine the number of edges on a polygon, their lengths and directions" (Pold 2005). The problem is whether a random process by itself could generate something meaningful or, inverting the question, to what extent are "visualising algorithms and algorithmic processes" meaningful (*Ibid.*)? Does such a process generate relevant aesthetical information or just illustrates what the apparatus is able to do? The recurrent answer to this question is that this process was about "an art that was not directly traceable back to a creative artist expressing himself or his intentions" (*Ibid.*). However, this arises another point: is such an art traceable to the computer's intention, or better saying, purpose?

47 The observer became one of the main concerns of cyberneticists in what became known as "cybernetics of cybernetics", "meta" or the most often cited "second order cybernetics". This second phase of the development of cybernetic theories, strongly associated with the work of the

examinations, the recipient is consigned to the “background”. In his words, “works of art, it might also be said, are a special (that is to say established, not given) class of ‘carriers’ of the ‘aesthetic information’” (Ibid.). In other words, works of art are viewed as “vehicles of aesthetic information” (Walther 2000). But can “aesthetic information” exist isolated from subjectivity and meaning?

2.1. FROM MEANING TO INFORMATION, RETHINKING THE LOGIC

The meaning of a work of art and the observer are intrinsically linked as the meaning depends upon the manner in which the observer intentionally and subjectively approaches the content, even if not, in the case of interactive arts, on the way he/she interferes actively in the constructive process of the message as well. But how might artist and meaning be interrelated in the creative process? Could the observer be substituted in the process by random numbers? Is the improbable orderliness of a work of art merely an effect of “aesthetic measure” (Birkhoff 1933) or does it imply some high level of order intuited by the artist?

It may appear contradictory, based upon the argument thus far, but the work of John Cage, American composer and pioneer of electronic music, will serve as a useful illustration

anthropologists Gregory Bateson and Margaret Mead, the biologist Humberto Maturana, Gordon Pask and Heinz von Foerster, among others, was oriented towards overcoming the determinism of the engineer or the computer scientist in the system’s design, in order to consider within the process also the role of the observer in modelling the system (Heylighen 2001).

in answering these questions. Cage was notorious for the inclusion of chance in its compositions. His work, along with other artists from the Fluxus movement, is considered as a part of the roots of the cultural history of computer art or algorithmic art, since aspects of randomness, indeterminacy and instruction were already present throughout his artistic process prior to his use of computers. In Cage’s work, music compositions were generated from a set of rules or short instructions to be performed by a person or a machine. The similarities appointed between the analogue process of several Fluxus’ artists and computer art are supported by “the way the artist and the human sender take a step back in relation to the expression. The machine creates the expression – the artist like the lab-coated scientist, become[s] an experimenting operator” (Pold 2005). However, considering Cage’s work we will see that such a comparison fails in recognising some aspects of his process. Whilst in the case of algorithm art the intention and subjectivity of the artist are conveyed to a second plane for the purpose of a machinic performance, in works such as “Music of Changes”, by John Cage, the attributes of randomness and programmability are employed in the creative process to free the artwork (the music composition) from the closures of the artistic ego. It is not the artist intention, or even intuition, that is cut off from the process but its controlling mind and desires. Cage would say that:

(...) chance operations are not mysterious sources of “the right answers.” They are a means of locating a single one among a multiplicity of answers, and, at the same time, of freeing the ego from its taste and memory, its concern for profit and power,

of silencing the ego so that the rest of the world has a chance to enter into the ego's own experience. (Sunday 2009)

The goal in Cage's operation is to favour the emergence of the work in its own form and truth. As a result of this process the artist becomes perhaps even more connected to the resulting piece, as it may reflect an authentic and subtle orderliness to which the artist and the audience are connected as an integral part; an order that might be nonetheless inaccessible to the mind of a non-initiated observer⁴⁸.

This makes further sense if the resonances of Zen Buddhism and *I-Ching* on Cage's philosophy and music are considered. Zen Buddhism brought to Cage the awareness to simplicity, disorder, and chance, and the *I-Ching* would become the perfect tool to create his chance-controlled compositions. The *I-Ching* is a Chinese ancient system of cosmology and philosophy. It was used originally by both of the two branches of Chinese philosophy, Confucianism and Taoism, in order to interpret "symbolically all cosmic phenomena and their interrelatedness" (Manuel B. Dy 1998). The fundamental operating principle in the *I-Ching* is the natural process of change that is inherent to life. *I-Ching* means literally "the book of changes" (McCauley 2005, p. 59). The word *I* has three different meanings: "ease and simplicity, change and transformation, and invariability", it is "a reflection of the universe in miniature" (Ch'u Chai and Winberg Chai cited in Manuel B. Dy 1998). *I-Ching's* philosophy relies essentially on the primordial unity

48 This addresses the fact that many of Cage's pieces were not understood or accepted by his audience, or even the musicians that were supposed to perform it on the stage.

of the *Tao* and in the dynamic of the complementary opposites *Yin* and *Yang*. It is believed that: "It is through the interactions of these two opposing forces [*Yin* and *Yang*] that change occurs, all events come about, and all things come into being" (McCauley 2005, p. 59).

The chance events tossed by the three coins of *I-Ching* reflect a more subtle order found in the chaos of natural processes, which connects to the inner psychic state of the observer through chance. As stated by Carl Gustav Jung⁴⁹,

(...) it happens that when one throws the three coins, or counts through the forty-nine yarrow stalks, these chance details enter into the picture of the moment of observation and form a part of it – a part that is insignificant to us, yet most meaningful to the Chinese mind (Jung 1983).

We might say that the *I-Ching* addresses meaning and information in a way that is not accounted for in the Western tradition of knowledge, but in a mind acquainted with Eastern/Asian thinking, as it was in the case of Cage⁵⁰, it seems to make a subtle sense⁵¹. By

49 The Swiss psychiatrist Carl Gustav Jung wrote the forward for the German translation of the *I-Ching* by Richard Wilhelm.

50 Cage had studied Indian philosophy with Gita Sarabhai and of Zen Buddhism with Daisetz T. Suzuki at Columbia University in New York. Having asked Gita Sarabhai "what the purpose of music was in India (...) she replied that her teacher thought that the purpose of music was to quiet the mind, thus making it susceptible to divine influences. Cage was tremendously struck by this". (Solomon 1998)

51 Again, what might be seen as a collection of insignificant signals by a Western observer may refer to a coherent set of data – or information – for the Eastern cultural perspective, and therefore knowledge.

using the term meaning there is no reference to the mystical dimension that Western traditions tend to dispose of belief systems such as *I-Ching*, which was not John Cage's concern. Meaning, in the view presented here, is found in the convergence of chance events articulated by the *I-Ching* system which corroborates to bring insight into a new knowledge. To acknowledge this it is necessary to grasp the difference between Western and Eastern ways of approaching events (information) and meaning.

In the West, we tend to interpret events with a bias towards using a rational perspective. We see linear and consecutive events forming a casual chain to produce the event or moment under observation. (...) The Eastern mind, on the other hand, views the event as a holistic confluence of other events. The configuration may be influenced by chance, but the actual interpretation of the configuration is within the context of meaning. (...) In the West, we might ask how, by cause and effect, did we arrive at the given event under consideration. In the Eastern view, we might ask, given the configuration, which has come about by chance, what does this configuration mean? (McCauley 2005, p. 60)

A diagram is presented in this book to illustrate these two interpretations (see fig. 10, page 66).

The practice of the *I-Ching* opens access to an inner wisdom "contained in the unconscious mind or in the higher levels of consciousness" (Ibid., p. 61), free from the ego's constraints. This freedom was central to Cage's philosophy and his artistic concerns. It is in this sense that this book argues that meaning might be intrinsically integrated to information, as pointing

to a higher level of order and coherence that surpasses⁵² the physical system⁵³. This is the reason why neither the artist nor the observer should be deprived in any way from the systemic process that constitutes a work of art. They are, along with the artwork, subsystems interlocked by information and meaning. Randomness alone is not enough to produce aesthetic experience, and if art is about experience (Dewey 1979), the work of art might be seen as the ludic play of forces that gives form to a particular state of mind. The newness brought by information technology provides the possibility to play with those forces on-site, affecting and being affected by the artwork.

The dichotomy between information and meaning is the ground of many conflicts and misleadings in the domain of technologically assisted art. This logical separation, instead of conducting the creative process deeper into the realm of a new imagination and consciousness, sometimes obstructs the ludic hybridisation of the human mind and the prosthetic interfaces artists have created to inform the world. It is important, though, to reiterate the position of the present study; its concern is not whether it will be possible or not for a machine to create in its own right. Fifty years ago, Abraham A. Moles, another key figure in the development of information aesthetic theories, elaborated a series of "fundamental aesthetic attitudes" which, if assigned (codified) to a machine, would rise

52 Instead of "surpass", the word "transcend" could be used here, however, at this point the metaphysical connotation of this idea is not required.

53 Physical also considers the immaterial dimension of flow of electrons and data, which may constitute the system in an electromagnetic level. The higher level of order we are referring to manifests on the level of consciousness.

the performance of that machine to the level of artificial creativity: "The idea of the machine as creative in its own right is as revolutionary in its own way as the penetration of aleatory methods into scientific thought" (Moles 1971b).

Moles was one of the main visionaries of such a possibility and also one of the first to address some of the fundamental questions regarding this matter:

Will the artists, following the fate of book-keepers and factory workers, also be replaced by machines that make paintings, music and literature? We can safely predict that the artists will not be replaced but their function may be displaced. (...) The negative point about this is what one could describe as "cultural alienation". The individual, despite the proliferation of art objects [created by machines], will be even further removed from the spontaneous moment of original creation. He will be at a greater distance than ever before from the creative personality responsible for the mass-produced object (Ibid.).

The risk implicated in Moles' consideration might be related to those raised by Flusser, which claimed that feeding the apparatus with certain models already predicted in its nature (being able to programme and being programmable) just turn human beings into simple apparatus functionaries (Ströhl, 2007). As such, the possible "cultural alienation" anticipated by Moles should not be seen as a consequence of the taking over of the human creativity by machines, but the principal cause of the investment in the automatising of aesthetic functions in machines. The point to be made here is that the impulse to unleashing the power of possible

aesthetic sentient machines just conceals the teleological view of machines/computers as intelligent tools for artistic purposes. It is this view that this research finds contentious, and it is suggested by this investigation that the relation between technology and art requires a different basis. Technology, in art practice, should be used to investigate the nature of art rather than for the sake of technology or science; it should deepen our understanding of human intuition expressed through creativity. Technology can only help on this task as an ally to dig into the realm of human subjectivity, rather than an opposing force used to filter the human out from the system. This is the main reason for the critique of strategies, such as Bense's information aesthetics, in which the subjective mind of the artist and the observer are not taken into account. Even when the observer became a central concern in later phases of information aesthetics, it stressed even further the inadequacies of the approach. As Claudia Giannetti (Giannetti 2004a) has identified,

In the long term this concept [the nonmeasurable experience of the recipient] led not only to the confirmation of certain weaknesses in information aesthetics, but also to the insight that the application of a theory that explains aesthetic and artistic values solely on the basis of quantifiable and rational criteria comes up against its own methodological borders.

In an interview with the Austrian scientist and writer Hebert W. Franke, one of Bense's followers, he would admit:

In the meantime it became increasingly evident that art is an intellectual as opposed

to material (and thus materially explainable) process; it is a matter of what goes on in the brains of the artist and viewer, and in this respect primarily of perceptual, thought, and behavioral processes (Franke 2008).

It turned out that despite several efforts in developing a robust theory of information aesthetics their proponents were led, in consequence of their own intrinsic dogmatic logic, to face a paradox:

If one reduces aesthetic questions to a purely rational and numeric evaluation of the work (information as a quantifiable value), then one concedes a cognitive-theoretical value neither to the work itself nor to the aesthetic experience – and herein lies the paradox – and thus renders more difficult the process of truly open communication or, as may be the case, of an exchange of information (Giannetti 2004a).

In a broader context, this paradox does not limit itself to the issues of information aesthetics but reflects to a great extent the Western dichotomy between mind and body, which echoes on the reductionist agenda of reasoning complexity into measurable theorems. The present study recognises this paradox as a central issue in the creation and reception of works of art aided by information technology. As information becomes a fundamental parameter in the aesthetic process, eventually the problem reduces down to how one evaluates the character of information within the artist-artwork-observer complex.

If in a rationalistic approach information is treated as measurable values for the assessment and generation of works of art, in a systemic approach information might be

considered as an element within an organic repertory of forces acting in resonance to an observer that sees relations. In such a case, information, instead of a measurable unity for the work of art, might be considered as a “relational concept” (Brier 2008, p. 175) and here the definition of information is approximated to the ideas of the cyberneticist Gregory Bateson. Bateson defined information as “the difference that makes difference” (Bateson [1972] 1987, p. 386). Difference means that information is dependent on the context, the matrix of possibilities that constitutes the artwork. This matrix, set through a process of invention/intuition, is the base from which difference will emerge as a result of the interplay of mental forces of their main subjects: the artist and the observer.

Instead of reducing aesthetic questions to a purely rational and numeric evaluation of works of art, what is central to this study is to investigate the systemic role of information within the immaterial, invisible, dynamical field that intercommunicates natural (humans and other living systems) and artificial (machine) organisms. The fundamental question that arises from this view is not *how* to optimise aesthetic information but *what* the aesthetic experience of information and processes means, or even what in fact it could be? Our interest is in the consideration as to how information and meaning might be correlated in the context of the artist-artwork-observer complex. The working hypothesis presented here is that the dynamic between information and meaning may be seen as vector forces, which informs the process of creation of the artwork. The argument is that, precisely in the domain of art, information and meaning form an entangled field that can never be reduced to the artwork’s structure, but flow at a meta-level that is

unfolded in the experience of the observer and the artist. It may be reasonable at this point to state that in the art domain we witness the occurrence of a phenomenological inversion of the vectors meaning and information. It could be said that meaning gives rise to information, and not otherwise.

Deconstructing the information-aesthetic paradox into elementary parts will see the correlation with the complex artist-artwork-observer as follows:

- Aesthetic questions → artist
- Aesthetic experience → observer
- Information as quantifiable value → artwork
- Cognitive theoretical value → meaning

Now, if these elements are reorganised into an inter-relational diagram it is possible to visualise the different aspects of their relations (see fig. 11, page 66).

Seen as inter-relational communicating whole, of which the artwork behaves as a dynamic structure of active processes, the artist-artwork-observer complex should never be analysed as independent parts but in the functional context of an aesthetic organic system that behaves, evolves, lives and dies. In consequence of this view, the present study is led to the question of which methodology should be considered for the analysis of this kind of organism. A reductionist methodology, which frames this system as an aesthetic machine, or an integrative methodology, in which the dimension of the living organism unfolds beyond its apparent mechanistic structure? This is the subject of Part II of this book.

PART II: ART

TECHNICAL OBJECTS, AESTHETIC ORGANISMS AND FIELD BEHAVIOUR

3. ON TECHNOLOGICAL BEINGS

In this section the artist-artwork-observer complex shall be described in the context of a symbiotic relationship between natural and artificial organisms. In order to validate this claim it is necessary to define in which basis the artwork might be considered in biological terms. We need a model that is able to see the artwork (a technical object) not as instrumentation for the creation of an aesthetic experience, but as a technological entity in its own right. A conceptual model allowing for this already exists in the work of the French philosopher and psychologist Gilbert Simondon: for him, the technical object shall be understood as an individual. Far from being reduced to utilitarian function, technology, in Simondon's view, is a process of invention in which the technical object acquires individuation through a process he termed "concretization". Simondon differs from Heidegger in that he does not agree that the essence of technology is nothing technological: for Simondon, the nature of technology lies in its "technicity".

The following paragraphs will examine the mode of existence of technical objects in order to contextualise the process of invention of technologically assisted artwork. The main argument developed within the following sections of this book is that the invention of aesthetic organisms, whose embryonic form is structured in the artist-artwork-observer complex, is the instantiation of a coherent communication system.

3.1. GILBERT SIMONDON BRIEF BIOGRAPHY

Gilbert Simondon (1926-1989) is acknowledged in academia by his theory of individuation and

philosophy of technology. A former student of philosopher of science Georges Canguilhem, Martial Gu eroult, and phenomenologist Maurice Merleau-Ponty, Simondon studied at Ecole Normale Supérieure and the Sorbonne University in 1944, presenting in 1958 his main Ph.D. thesis, "L'individuation   la lumière des notions de Forme et d'Information" (Individuation in the light of the notions of Form and Information). This work was published in two parts, the first part entitled "L'individu et sa g en ese physico-biologique" (Individuation and its physical-biological genesis), in 1964, and the second part, "L'individuation psychique et collective" (Psychic and collective individuation), later on, in 1989 (Simondon 1964; 1989). Central to Simondon's thesis was the problem of individuation, which he localised in the passage from pre-individual to individual, a process resulting from what Simondon called "pre-individual fields". Contrary to orthodox approaches that focus on what constitutes individuality, the principle of individuation outlined by Simondon does not consider individual concreteness as the departing point, but thinks of individuation as a process concurrent with the formation of the individual. Gilles Deleuze (2004b, p. 86), whose philosophy was influenced by Simondon's ideas⁵⁴ to a great extent, reinforces that "the individual is not just a result of a process, but an *environment* of individuation"⁵⁵. Gilles Deleuze regarded Simondon's theory of individuation as being foundational of "a whole philosophy" (Deleuze 2004b). Deleuze commented that:

54 Deleuze's book *Difference and Repetition* (Deleuze 2004a) echoes concepts that are central in Simondon's theories.

55 Simondon applies the concept of individuation not only to living organisms but also to technical objects, as developed in his complementary thesis.

The new concepts established by Simondon seem to me extremely important; their wealth and originality are striking, when they're not outright inspiring. What Simondon elaborates here is a whole ontology, according to which Being is never One. As pre-individual, being is more than one — metastable, superposed, simultaneous with itself. As individuated, it is still multiple, because it is "multiphased," "a phase of becoming that will lead to new processes."

Simondon has been studied by authors such as Bruno Latour, Bernard Stiegler, Adrian Mackenzie and Mark Hansen, and the interest in his work has recently increased considerably.

In 1958 Simondon published a book based on what is known as *these complementaire*, a work in which he developed his theories on individuation further, with a focus on the technical object. This book was released under the title of *Du mode d'existence des objets techniques* (On the mode of existence of technological objects) ([1958] 1989). Immediately after it was published, Simondon's ideas on individuation, development and evolution of technology spread out and had a great effect on a broader audience.

Along with much of Simondon's work, *Du mode d'existence des objets techniques* has received no official English translation⁵⁶. Just a few excerpts and quotes are found in relevant publications such as *Technical Individualization* (Simondon 2007). An excerpt from *Du mode d'existence des objets techniques* is published in Joke Brouwer and Arjen Mulder's book *Interact or Die!*. Also, translations appeared in papers by

56 At the time of the publication of this book, translations of his work can be found in several languages, including Portuguese.

Henning Schmidgen (2005) and more recently Marc J. de Vries, the latter of which develops a comparative analysis between Simondon's philosophy of technical artefacts and the "Dual Nature of Technical Artifacts", a research program carried out at the Delft University of Technology in the Netherlands⁵⁷. To this list it also must be added a non-published translation (Simondon [1958] 1980) of the first two parts of Simondon's thesis *Du mode d'existence des objets techniques*. Translated by Ninian Mellamphy and prefaced by John Hart, who has also prefaced the French version, it was developed under the support of the Explorations Program of the Canada Council and is found deposited in the library of the University of Western Ontario⁵⁸.

3.2. THE TECHNICAL OBJECT AND ITS CONCRETISATION

The purpose of this study is to attempt to stimulate awareness of the significance of technical objects. Culture has become a system

57 Although the most relevant translations are provided in the main body of this text, there is also an English article entitled "The Genesis of the Individual", found in Jonathan Crary & Sanford Kwinter's book *Incorporations*. A paper by Adrian Mackenzie, in which he contextualises *Du mode d'existence des objets techniques* in accord to a social-constructivist view of technology, can also be added to the list of English translations. The interest in Simondon's ideas has notably increased of late, and non-official translations and discussions about his theories can be accessed on weblogs such as Fractalontology (2008a) or The Pinocchio Theory (2008c).

58 Quotes of *Du mode d'existence des objets techniques*, unless mentioned, will be translated with base on this English version of the text.

of defense designed to safeguard man from technics. This is the result of the assumption that technical objects contain no human reality. We should like to show that culture fails to take into account that in technical reality there is a human reality, and that, if it is fully to play its role, culture must come to terms with technical entities as part of its body of knowledge and values. Recognition of the modes of existence of technical objects must be the result of philosophic consideration; what philosophy has to achieve in this respect is analogous to what the abolition of slavery achieved in affirming the worth of the individual human being. The opposition established between the cultural and the technical and between man and machine is wrong and has no foundation. What underlies it is mere ignorance or resentment. It uses a mask of facile humanism to blind us to a reality that is full of human striving and rich in natural forces. This reality is the world of technical objects, the mediators between man and nature. (Simondon [1958] 1980, p. 9)

If Flusser examines the essence of technology from an anthropological and phenomenological perspective, in Simondon's project it is the ontological aspect that becomes most prominent. In this sense Simondon's philosophy helps to focus on the emergence of technical objects and their process of invention. In Simondon's view, "the technological object is not this or that thing, given here and now, but that of which there is a genesis" (Simondon [1958] 1980, p. 12). Simondon draws upon *Gestalt* psychology and information theory to put forward the concept of individuation, in which technical objects are set against the backdrop of a key process for technological development: concretization.

Concretisation might be understood as an integral process of convergence, in which

a given technical structure becomes coherent, meaning its internal parts work in synergy to form an interdependent whole. Mechanically speaking it is the equivalent to saying that the internal organs of a machine are integrated into a whole, the functions of diverse elements work coordinately as a global function. When this level of integration is achieved, the technical object becomes an individual; however, this does not mean that the technical object has achieved a final state of existence. Rather, individuation is an ongoing process of becoming that develops along with the individual's life until its death. In this sense the evolution of a technical object is similar to that of nature but occurs by different means and logic.

To support his claims Simondon developed a methodology in which the analysis of technical objects, based on his private collection of machine parts (telephones, electronic components, motors, etc.), served as evidence of the concretisation process. The engine of an aeroplane may serve as a useful example. If compared with the motor of a car (its predecessor) it could be said the aeroplane motor is in a higher level of concretisation, as it does not require a water cooling system. Thus, there is no requirement for any appendix or external element to aid the functioning of the engine in regards to its cooling. Importantly, what Simondon considers a process of concretization does not refer simply to a cosmetic redesign of a technical object. The concretization of a technical object is a result of structural and functional synergies – or, in Simondon's words, "a convergence of functions within a structural unity" (Simondon [1958] 1980, p. 15). As Henning Schmidgen (2005) comments, the interest of Simondon "lies in the energetic determinism that is manifested in and outside

technical objects". The case of the telephone may provide an interesting illustration of this point. Simondon attended to the fact that certain stages in the evolution of the telephone concretization were only echoed rather than fully instantiated. When the form of the typical telephone was altered so the cradle came nearer to the dial, it reflected an external reconfiguration of design without any significant change in the interior of the apparatus.

Following Simondon's line of reasoning it is possible to add to his argument that a real process of concretization occurred when the electromechanical parts of the early telephone models were replaced by electronic and digital components. Touch-tone models, for instance, reflected in the external design of the dial the internal transformation of its electronic structure; buttons must be pressed through an electronic keyboard, the telephone became more compact, lighter and further into the future, mobile. These examples are meant to show that there is a logical principle intrinsic to the evolution of technical objects. "The technical being evolves by convergence and by adaptation to itself; it is unified from within according to principle of internal resonance" (Simondon [1958] 1980, p. 13). This principle of logic is based on coherence; the balance of forces that converges technical objects from abstract schemes towards structured unities. It is this intrinsic dynamic of forces that gives the technical object a form of agency and at the same time defines its level of technicity.

The technical object exists, then, as a specific type that is arrived at the end of a convergent series. This series goes from the abstract mode to the concrete mode: it tends towards a state at which the

technical being becomes a system that is entirely *coherent* with itself and entirely unified (Simondon [1958] 1980, p. 16, italics added).

The acknowledgment of such a principle is fundamental for inventors, as that is in essence the mode by which technical objects can be truly created, improved, and experienced. It is at this point in which man and machine may converge in a symbiotic relationship. Machines require man in order to be constructed and man needs to listen to the machines internal coherence in order to make it work in harmony with him/her. It is in this sense that Simondon criticises automatism. For Simondon, the degree of perfection and technicity of machines does not lie in the increasing and improvement of their automatism, as “in order to make a machine automatic, it is necessary to sacrifice many for its functional possibilities and many of its possible uses” (Simondon [1958] 1980, p. 3). Further than this, however, the increasing automatism in machines conceals their “margin of indetermination” (Ibid., p. 4). According to Simondon, it is such a margin of indetermination that “allows for the machine’s sensitivity to outside information”. A purely automatic machine is a closed system; on the contrary, a machine with superior technicality is an open machine that incorporates man as the “permanent organizer and as living interpreter of the interrelationships of machines” (Ibid.). The metaphor Simondon evokes to illustrate this view is that of an orchestra and its conductor:

Far from being the supervisor of a squad of slaves, man is the permanent organizer of a society of technical objects which

need him as much as musicians in an orchestra need a conductor. The conductor can direct his musicians only because, like them, and with a similar intensity, he can interpret the piece of music performed; he determines the tempo of their performance, but as he does so his interpretative decisions are affected by the actual performance of the musicians; in fact, it is through him that the members of the orchestra affect each other’s interpretation; for each of them he is the real, inspiring form of the group’s existence as a group; he is the central focus of interpretation of all of them in relation to each other. This is how man functions as permanent inventor and coordinator of the machines around him (Ibid.).

This passage illustrates how Simondon’s view on machines is not deterministic, but integrative. He sees man among machines, neither controlling them or under their control, but found to be in a cooperative behaviour. Simondon claims this view as he views machines as the crystallisation of human actions into functional structures through a process of perpetual invention, with individuation taking place in machines in a cooperative process with man. It is at this point where the notion of information in Simondon’s theory of technical objects becomes prominent and complementary to the ideas of Flusser described in the previous section of this book. Information is not just what the technical object produces, but what gives it form. It is what *transforms* the “conductor” and the “musicians” of a coherent communication process into an integrated whole.

3.2.1. FROM ABSTRACT TO CONCRETE FORM

The technicity and individuation of a technical object is the result of a creative process, it does not proceed from pure application of specific scientific knowledge. A hypothetically perfect technical object should be identified with a “universal scientific knowledge” (Simondon [1958] 1980, p. 32); it should cope with diversity in the course of its technical life, forecasting probable situations in order to function accordingly. As this scientific (abstract) object is never completely known, the technical object “is never completely concrete either” (Ibid.). The process of concretization of a technical object corresponds to “narrowing of the gap separating science from technics” (Ibid.).

The abstract object is, however, far from constituting a natural system.

It is a translation into matter of an ensemble of scientific notions and principles that at the most basic level are unconnected one with the other and that are connected only by those their consequences that converge for the production of a looked-for result. The primitive technical object is not a physical natural system but a translation of an intellectual system. (Simondon [1958] 1980, p. 46).

In turn, the concrete technical object is quite the opposite.

It tends to internal coherence, and towards a closure of the system of causes and effects which operate in circular fashion within its boundaries. Further, it incorporates part of the natural world which intervenes

as a condition of its functioning and, thus, becomes part of the system of causes and effects (Ibid.).

By the process of technical concretization the technical object comes to resemble a natural object. But the technical object can at the most only resemble natural objects. Technical objects tend towards concretization, whereas natural living beings are concrete from their beginning. This is the fundamental distinction between technical objects and natural objects⁵⁹; even in the most concrete of technical objects there will remain an amount of abstraction. It may be possible to summarise that concretization is a process of becoming. The concrete technical object is found in between its abstract form, the scheme and the natural organism that is an absolute concrete being.

3.2.2. PROCESS OF INVENTION

The evolution of technical objects is a result of a constant exchange with the environment. Like a living organism, the technical object influences and is influenced by its environment (Simondon [1958] 1980, p. 61). This environment, at the same time natural and technical,

59 Humberto Maturana addresses this issue in a different manner, arguing that living systems, as natural entities, do not differ from robots because they are autopoietic systems whereas the robots are not. The real difference lies in the fact that living systems are historical systems, whereas robots are “ahistorical”. Both are, though, structure determined systems under dynamic operational coherences. The difference consists mainly in the way coherence is a result of invention in an artificial system whereas in a natural system it is inborn (Maturana 1997).

Simondon calls “associated milieu” (Ibid.). The associated milieu is by definition “the mediator of the relationship between manufactured technical elements and natural elements with which the technical being functions” (Ibid.). The invention of a technical object presupposes a previsionary, imaginatively creative thought, in order to foresee the circular causalities that will only effectively take place in the moment that the object is constituted. The actual object is conditioned by these forces; a field of potentialities which informs the object, already in its abstract level of existence. This exchange of forces that will give birth to the technical object in a given milieu is “acted out by systems of the creative imagination” (Ibid.).

In that aspect, Simondon states, the dynamics of thought are similar to that of technical objects as

Mental systems influence each other during invention in the same way as different dynamisms of technical object influence each other in material functioning. The unity of the associated milieu of a technical object has an analogue in the unity of a living thing (Ibid., p. 62).

Accordingly, Simondon suggested that

We can create technical beings because we have in ourselves an interplay of relations and a matter-form relation which is high analogous to the one we institute in the technical object (Ibid., p. 66).

The process of invention reflects the coherence of mental schemas in dealing with the issue of matter and form. However, Simondon argued that what determines the dynamic factor in the

mental operations in the process of invention is not form in itself but its exchanges with the “background” (Ibid., p. 63). Drawing on *Gestalt* psychology, Simondon argued that

[t]he background is the harbour for dynamisms, and it is what gives existence to the system of forms. Forms interact not with forms but with the background, which is the system of all forms or, better still, the common reservoir of the tendencies of all forms even before they had separate existence or constituted an explicit system (Ibid.).

What is at stake in Simondon’s argument is the interrelation between virtuality and actuality. The background means potentiality; the source of virtualities and the carrier of information from which the dynamics of form actualise new structures. It is a “pre-individual field, a ‘metastable’ domain composed of disparate virtualities” (Toscano 2007). Thus,

[i]nvention is a taking into account of the system of actuality by a system of virtualities; it is the creation of a new system from these two (Simondon [1958] 1980, p. 64).

In that sense we might say that the process of invention of technical objects is the establishing of resonance between coherent states of mental processes and that of the internal dynamics of the technical object being invented. The mental background, as a field of potentiality, plays a fundamental role in the process of invention as well as in the associated milieu in which the technical object comes to life. When a technical object is viewed as an artwork its associated milieu defines the level of physical coupling of that object with the observer; at the

same time the field of potentiality, inherited by the object through the process of invention, determines the quality of resonance in the observer's mind. This does not mean that the technical object determines the meaning of the artwork. Meaning is opened and remains so whilst the system is able to carry not a final form, but the dynamics between form and background, which had been intuited in the mind of its inventor. If the relationship is thought of in this manner then it could be said that the technical object is able to project a coherent field of potentialities for its observer. Technical object and observer become an integrated whole with the associated milieu, and may develop a symbiotic relation in the form of aesthetic organisms.

In order to allow a symbiotic relation to occur the technical object cannot be considered a tool, or simply an application of scientific theorems. What is at stake is not automatism, but the interplay of information and meaning between various interrelational fields; that of the artist's mind, that of the observer's mind and that of the artwork milieu.

At this point it is possible to note another intersection between the work of Simondon and Flusser; the processes of invention. The experimentalism and the function of play becomes the main strategy to unfold the potential synergy of a technical object. "Invention proceeds mainly by evolution of synergies through the process of concretization" (Simondon [1958] 1980, p. xx). The process of concretization, through which the technical object develops its individuation, is the locus of artistic operation. This seems to be the core issue through which the central mechanism of technical beings can be accessed.

4. THE AESTHETIC ORGANISM

In the conclusion of the first part of this book, supported by Flusser's concept of apparatus, it was suggested that the artist-artwork-observer complex is an inter-relational communicating whole whose structure should never be analysed as independent parts but in the functional context of an aesthetic organic system. This investigation is looking for a non reductionist model that allows for the analysis of this structure, which encompasses a coupling of natural and artificial forms. Simondon's general theory of technical systems offers a philosophy of technology in which technical beings are seen through the lens of "concretisation". Using this view, technical objects are not conceived as totalities but as process of individuation. This perspective offers enough room to think about technical objects beyond the reductionist view of cause/effect, which might be otherwise thought as mere instrumentation in the context of contemporary art practice. Opposing to this view it is suggested in the present study, based on Simondon's ideas, that technical objects as artworks are transducers of energy; more specifically they are resonators of coherent fields that interconnect the artist and the audience into an integrated dynamical whole. In order to work this argument out the following section will examine the creation of artworks, focusing on the transition from formalist to "behaviourist aesthetics" This discussion will start by reviewing the concept of form in light of Rudolf Arnheim's Gestalt theory.

4.1. FORM AS A DIAGRAM OF FORCES

What is an artistic form? In the article "The completeness of physical and artistic form" Rudolf

Arnheim (1994, p. 109) claims for an essential difference between the concept of form and shape. Shape is a property of any object, indistinct of it being “physical or mental, natural or artificial, complete or incomplete, accidental or planned” (Ibid.). In the strict sense of the concept, Arnheim asserts, “form is an abstraction” (Ibid.).

In the way forms are conceived in geometry they “are devoid of forces” (Ibid.), however, in the domain of human perception, when forms are correlated to experience, the moves and changes of form becomes a matter of great importance. Drawing on philosophy and modern physics, which identifies mass and energy as correlated concepts ($e=mc^2$), Arnheim argued that a new understanding of the concept of form could be delivered from a world view

which combines bodies and forces. In this more complex view, bodies in and by themselves remain as static as before, but now they are seen as inhabited by forces, forces that move them and let them act on other bodies. (...) This more unified notion abandons matter as a separate concept and leaves organized energy as the only and sufficient substrate of the universe. What looked like bodies is nothing but an agglomeration of forces (Ibid.).

Therefore, form is primarily a result of this dynamic of forces and the principle by which these forces are organised. What principles are these?

Arnheim drew on the work of one of the founders of *Gestalt* theory, the psychologist Wolfgang Kohler. Kohler developed the hypothesis that the organisation of form is ruled prevalently by a tendency towards equilibrium, an idea that he developed in his “Law of Dynamic

Direction” (Köhler 1966)⁶⁰ which referred to a general tendency of nature to move towards the simplest available structure and equilibrium. According to Arnheim, nature is governed by such a principle affecting all physical and physiological processes, including the functioning of the human mind. Arnheim asserted that the idea of form could be defined as the interactions of two universal forces acting upon macro structures such as those found in works of art. The first force is the tendency towards equilibrium and the second is what Arnheim came to call “structural theme”, or, using a term borrowed from the biology of metabolism: anabolic structure⁶¹. Arnheim summarises the

60 Kohler derived this law from the work of the physicists Pierre Curie and Ernst Mach, who had identified that the approach to equilibrium is “characterized by growing regularity, symmetry, and simplicity in the distribution of the material and the forces within the system” (cited in Arnheim 1994, p. 110).

61 Arnheim defines it as: “[T]he shape-building cosmic for the structure of atoms and molecules, the power to bind and to loose” (Arnheim 1974b; p. 31). It could be compared to what in Thermodynamics is referred to as “negative entropy”, although Arnheim refused to adopt this term for the reason that, as we have discussed in the section “Order and structure”, the entropy principle does not take into account structure. It is not concerned with what occurs in between energy states of a system, therefore it would be wrong to associate anabolic tendency with entropy. One of the critiques Arnheim received was that there is no scientific evidence that the concept of entropy can be literally applied to perception (Carty 1973). However, in this they it is possible to understand the value of Arnheim’s analogy as a metaphorical appropriation of the concept of entropy that helps the analysis of creative processes when this is conceived as manipulation of energy fields. As Arnheim stated in a passage of his essay, the unconcern for structure in

concept of form as “the interaction between equilibrium and structural theme” (Arnheim 1994, p. 111).

Arnheim stated that the structural theme could be observed most clearly in the growing of organic forms, such as the bodies of animals and plants. In his support he quoted D’Arcy Thompson, whom stated that

The form, then, of any portion of matter, whether it be living or dead, and the changes of form which are apparent in its movements and in its growth, may in all cases alike be described as due to the action of force. In short, the form of an object is a “diagram of forces” (Thompson 1961; p. 11).

The structural theme of forms reveals itself in nature; for instance, through the rhizomatic movement of a growing plant, visible in the symmetry of its branches and roots. In the arts the structural theme manifests in the striving of a dancer to bring the harmony of form and balance through choreographic movements. The structural theme and equilibrium are essentially related to organic life.

Nevertheless, the play of forces between equilibrium and the structural theme is not only subjected to the performance of motile objects. In “immobile media” (Arnheim 1994, p. 110), such as painting or sculpture, the structural theme is not perceived via the observation of

the theory of Thermodynamics does not “imply that no such structure actually exists at the molecular level” (Arnheim 1974b, p. 23). Therefore, it is understood that the term “negative entropy” or “negentropy”, as introduced by Erwin Schrödinger in his 1943 book *What is Life?* (Schrödinger 1967), can be correctly employed taking into account the dynamics of structure.

dynamic physical forces in action but through its manifestation in perception – for perception mirrors the physiological forces of the nervous system. Neither a tree in a painting nor a human body in a sculpture is driven by physical forces, but their visual images are experienced as configurations of forces (Arnheim 1974a, p. 437; 1994, p. 112).

Arnheim (1974b, p. 34) also reinforced that:

[O]nly *in the physical sense* is the work of art an object on which a human body operates from the outside. The actual functioning of a painting or piece of music is all mental, and the artist’s striving toward orderliness is guided by the perceptual pulls and pushes he observes within the work while shaping it. To this extent, the creative process can be described as self-regulatory.

Another aspect of the structural theme to be highlighted is that it is not a particular characteristic of shapes, mass and visual tensions of a given structure; it is also “embodied in *subject matter*, which adds its own [force] vectors to those offered by shape” (Arnheim 1994, p. 112, italics added). Arnheim provides the example of a Gothic Madonna of the early fifteen century, in this case, the maddona of Würzburg. The structural theme is not only a property of the “visual balancing of sizes, distances, directions, curvature, volumes” (Arnheim 1974b, p. 33) – as it can be observed in the confluence of the several large folds in the Virgin’s garment, the majestic vertical symmetry of her body deflected sideways, along with the sceptre in counterbalance to the position of the child in her arms – but extends itself far beyond the visual composition. The Madonna is also a reflection of the general context of the mother and

child relationship, and in addition the particular theological relation between the Virgin Mary and Christ. Further on in the present discussion, when dealing with the specific context of technologically assisted artwork, it will be argued that the subject matter, as a component of the structural theme, reflects on the artistic choice about the “model” an interactive system (apparatus) is built upon.

Arnheim’s theory displays that form can be defined as the interaction of two elements: the structural theme and equilibrium. Both these vectors are recognised as resulting from physical and immaterial forces acting upon the work of art as part of its ontological development. The artist’s striving towards orderliness resonates the “pulls and pushes” these forces exert upon his/her mind, the artwork being the resulting balance between such a perceptual field and the physical attributes of his/her creation. Arnheim has identified the process of art creation as being self-regulatory, but with a condition:

Only if the shaping of aesthetic objects is viewed as a part of the larger process, namely, the artist’s coping with the tasks of life by means of creating his works, can the whole of artistic activity be described as an instance of self-regulation (Arnheim 1974b, p. 34).

In other words, only when the invisible network of forces which model the form of the artwork in the process of creation – forces that are mirrored and perceived by the artist’s internal organic apparatus – are taken into account, not just the artwork itself as a final outcome, can the process of creation be considered as an “instance of self-regulation” (Ibid.). Like a living organism striving against death and towards

life, the artist and the artwork could be seen like a self-regulating system developing towards a structural balance.

These reasons seem enough to argue that a reviewed concept of form could be extended to the analysis of works of art when these are structured as information communication systems and lose their closure and immobility, so that they behave in interaction with an active observer. The next section will show how this concept of form could be applied to a morphogenetic approach of works of art and to a new theoretical framework for the analysis of the complex artist-artwork-observer in terms of a field relation. However, before this argument is developed it is important to define what is meant by talking about works of art as in the sentence “when they lose their closure and immobility to behave in interaction with an active observer”. This statement reflects the move from “immobile media”, as Arnheim had termed the traditional categories of art such as painting and sculpture, to the creation of technologically-assisted artworks, a form of art fundamentally concerned with the behaviour of things. This is the topic of the next section.

4.2. FROM “IMMOBILE OBJECTS” TO INTERACTIVE SYSTEMS

Emergentes, a recent exhibition at LABoral Centro de Arte y Creación Industrial in Spain, gazed into contemporary artistic productions that have in common the hybridisation between science, technology and arts, which since the last century has taken place in the cultural domain. Although *Emergentes* showcases works produced within or in connection to Latin America, the show is representative of a widespread

practice focusing on process-based art in which, with the aid of electronics, informatics, robotics and diverse technological apparatuses, the poetics of the works are developed around the active engagement of the audience with whom the processes are displayed. Seen from the outside, observer, artist and artwork become a functional system whose parts are linked by the evolving flux of actions.

Among several artworks, notable in this exhibition is the work of the artist Rafael Lozano-Hemmer. *Almacén de corazonadas*⁶² is an interactive installation in which visitors are invited to take part by having their heartbeats captured by the artwork interface. The whole piece consists of 88 incandescent light bulbs suspended in a rectangular matrix format in the exhibition space (see fig. 12, page 85). Each light bulb blinks at the rate of each individual visitor's heartbeat. A custom made interface senses the heartbeat of the visitor when he/she holds two metal tubes on the entrance of the installation. This information is sent to the last light bulb in the matrix, which immediately starts and keeps blinking in the same frequency of the visitor's heart. When a new visitor comes to take part in this process a new heartbeat is stored in the matrix of light bulbs, and so on. The symbolism of *Almacén de corazonadas* is manifold; it goes beyond metaphor as each single blinking light bulb represents in fact the heartbeat of a single individual visitor. The light pattern shown in the installation is full of life. The work is connective, not because the sensor interface provides the technical means to connect functionally the observer to the installation, but because the whole

artwork provides a strong sense of connection when it shows one's heartbeat among others behaving in harmony. The observer becomes an integral part of the work, not just momentarily, but enduring in the work's memory. The installation is full of life and joy⁶³, and it shows emergent behaviour similar to a living organism.

The work of Lozano-Hemmer falls into the artistic category that has become known as the interactive arts. In this art form the observer, in the past contemplative, is called to engage actively with the construction of the work of art. In this way the work of art can be considered as emergent from the interaction between the artwork (the structure) and its observer⁶⁴. The interaction here must be understood in the way reciprocal actions take place on the part of the artwork as well as of the observer. Thus, the work of art can be said to be emergent, in the closest sense the term "emergence" informs the field of complexity studies (Morin 2006), for it reflects more than the sum of its isolated parts. The artwork is a result of the coherent behaviour of several unities within the system – in the case of *Almacén de corazonadas*, the light bulbs, the interface, the program, the visitor as well as the artist whom in the first instance envisioned the project. When experiencing the artwork an observer does not see a single piece, but the flux of process as a "temporal medium" (Mariátegui 2007). As the curator of *Emergentes*, José-Carlos Mariátegui observes, "the process is made visible in the very complexity of its form".

62 *Corazonadas* means messages from the heart. *Almacén de corazonadas* could be translated as "Messages from the Heart Warehouse" (this author's translation).

63 These aspects were observed by the author when visiting the installation in Gijón and paying attention to the audience's reaction.

64 This differentiation between work of art and artwork will be addressed further in this section.

Although modern information technologies provide powerful means to emancipate the artwork from its past condition as an “immobile medium” to the status of interactive process-based works, this shift should not be seen as technologically contingent. The tendency of modern art in breaking with the formalistic aesthetic approach of the past and moving towards the systemic articulation of behaviour is observable already in the 1960s. During this period artists, philosophers, scientists and politicians demonstrated interest in the science of Cybernetics and General System Theory, grounded on the concept of organisms as open systems, communication networks and information theory, subjects theorised in the writings of, among others, Norbert Weiner, Gordon Pask, Ludwig von Bertalanffy and Claude Shannon.

It is outside the scope of this book to give a complete historical account of the precedents, circumstances, moves and theoretical framework involved on the transition from art objects to systems. This has already been the focus of much research by scholars and artists such as Roy Ascott (1966; 1967), Jack Burnham (1968a; 1968b), Niklas Luhmann ([1995] 2000), Simon Penny (1999) and Edward Shaken (1998; 2002), among others. What the present book highlights, for the purpose of this discussion, is how this move from creation of unified and stable art objects to process-based works informs an organic framework of the work of art as an open system. Such a characteristic, inherited from systemic and cybernetic thinking but still not fully explored, calls for a new theoretical framework for arts in terms of an evolving process of change and coherence and the understanding of the work of art as a dynamical flux of forces. To justify this claim, this research will

review some of the foundational ideas from the 1960s that mapped and generated the theoretical background related to the new paradigm interactive art. For this matter we shall analyse the ideas of Roy Ascott and Jack Burnham, two significant figures and forerunners in the scenario of telematic arts and system aesthetics, respectively. Also, to reinforce the perspective developed in this section, the present study will firstly address the work of the Brazilian artist Lygia Clark to show, parallel to cybernetics and systemic concerns, how the shift in modern art towards open systems, behaviour and organic perspective reflected a widespread move, not restricted to European cultural circles.

The work of Lygia Clark⁶⁵, an important figure of the Brazilian Neoconcretism⁶⁶, is particularly relevant to the present discussion due to the fundamental organic character of her artworks (Clark 1980, p. 17), which reflects her search for an “effective” connection between the participant and the artwork. Clark considered that in her creations the artwork should be considered as a type of “mould” to be filled with the “breath” of the participant in order that “thought could get alive by action” (Ibid. p. 31). The act of taking part in the artwork makes subject and object become one. The intrinsic relation between artwork

65 In 2005, the work of Lygia Clark took part in *Open Systems: Rethinking Art c. 1970*, held at the Tate Modern gallery in London under the curatorial regency of Donna de Salvo. The exhibition showed a collection of 1970s works which could be labelled under the theoretical framework of system. Among the artist's that could be found in the exhibition were Mel Bochner, Gilbert & George, Dan Graham, Donald Judd, Sol LeWitt, Richard Long, as well as two Brazilian artists, Cildo Meireles and Hélio Oiticica.

66 Referent to Neoconcrete art movement in Brazil.

and participant was the core of many relevant artistic practices on the 1960's and is in the roots of the contemporary forms of technologically assisted interaction.

Despite the influences of a modernist constructivist approach in Clark's previous works, she was much of the time an artist moved by her own strong intuitive impulse, and knew that the mere optical solutions were not enough to resolve her main artistic concern. This concern could be summarised by the following: how to launch the observer inside the dynamical space of the artwork, so that the observer becomes a participative-subject, able to act constitutively on the creation of the artwork (Clark 1980). Her major standpoint was that the work of art does not lie in the object itself but on the experience of the participant as an aesthetic value. *Bichos* (Animal, Beasts) for instance, one of Clark's works created in the 1960s, is a series of geometric structures made of metal plates of different sizes and formats joined together by means of hinges.

These modular creatures need to be manipulated by the viewer in order to unfold its numerous structural possibilities.

[*Bichos*] is a living organism, an artwork essentially active. A total integration, existential, established between him and us. (...) This relationship between artwork and spectator – in the past virtual – becomes effective (Clark 1980, p. 17).

Despite the simplicity of its material and the absence of any sophisticated technology, *Bichos*, as along with many other of Clark's propositions⁶⁷ allows the viewer to get involved in a

67 This is the way Lygia used to call her works.

very elaborate fashion. Her work shows that it is not the complexity of the system that determines the experience of the participant, but it is how the sensible interweave of the object and the subject may engender a distinct phenomenological space. The exquisite relational texture that Clark manipulates through her work, at the time with the aid of very low technology, is analysed on the paragraph of the Brazilian-born artist and writer Simone Osthoff (1997):

The material simplicity of Clark's propositions confronts viewers, however, with very complex issues about art, perception and body/mind relations. (...) Stressing both the present moment and the flux of time, the work is constantly refined by each participant. Clark's apparently simple creations are, in fact, demanding proposition that ask viewers to infuse the work with their lives and energy. Clark was never concerned with self-expression in art, but instead with the possibility of self-discovery, experimentation, invention and transformation.

The participative work of Clark embodies the ideas of the Neoconcrete movement in Brazil. The movement's mentor, the Brazilian poet and art critic Ferreira Gullar, put the Neoconcrete Manifest into words in 1959. The Neoconcrete manifest shows clearly that not only was there to be a paradigmatic move in modern Brazilian Art but also that there was a new attitude against reductionism in art. Neoconcretism incited artists to see beyond the objective reality and approach the art object as a "quasi-corpus", a "non-object", so that it could unfold phenomenologically, disclosing the relational space of the aesthetic experience. What follows below is a lengthy excerpt from the manifest:

We [the neoconcretes] do not conceive of a work of art as a "machine" or as an "object," but as a "quasi-corpus" (quasi-body), that is to say, something which amounts to more than the sum of its constituent elements; something which analysis may break down into various elements but which can only be understood phenomenologically. We believe that a work of art represents more than the material from which it is made and not because of any extra-terrestrial quality it might have: it represents more because it transcends mechanical relationships (sought for by the Gestalt) to become something tacitly significant (Merleau-Ponty), something new and unique. If we needed a simile for a work of art, we would not find one, therefore, either in the machine or in any objectively perceived object, but in living beings, as Langer and V. Weidlé have said. However, such a comparison would still not be able adequately to express the specific reality of the aesthetic organism.

That is because a work of art does not just occupy a particular place in objective space, but transcends it to become something new that the objective notions of time, space, form, structure, colour, etc. are not sufficient in themselves to explain. The difficulty of using precise terminology to express a world that is not so easily described by such notions did not stop art critics from indiscriminately using words which betray the complexity of works of art. Science and technology had a big influence here, to the extent that today, roles are inverted and certain artists, confused by this terminology, try to use objective notions as a creative method in their art.

Inevitably, artists such as these only get as far as illustrating ideas a priori, because

their starting-point already closely proscribes the result. The concrete rationalist artist denies the creativity of intuition and thinks of himself as an objective body in objective space. Artist and spectator are only required to be stimulated or to react: the artist speaks to the eye as an instrument and not to the eye as a human organ capable of interaction with the world; the artist speaks to the eye-machine and not to the eye-body.

It is because a work of art transcends mechanical space that, in it, the notions of cause and effect lose any validity. The notions of time, space, form, colour are so integrated by the very fact that they did not exist beforehand, as notions, as art, that it is impossible to say art could be broken down into its constituent parts (Gullar 1959).

The Neoconcrete ideas are important in the domain of technologically assisted arts as they form the conceptual roots of an art movement that is focused on the flux of time, process-based, the participative intervention of the observer, body-mind relations and is transactional. This new tendency in modern art, popularised as interactive arts, was foreseen both theoretically and in art practice by Roy Ascott, one of the main figures of the 1960s, who contributed to demarcate the intersection between arts, science and technology⁶⁸.

Roy Ascott has been a leading outspoken voice in the domain of art, acting prominently

68 The contribution of Gordon Pask (Pask [1968] 1971; Pickering 2000, p. 184) to the roots of what became known as interactive arts cannot be ignored; nevertheless, for the matter of specific issues dealt in this research (such as field theory and biophotonics) we are going to focus on the work of one of his pupils, Roy Ascott.

in the intersection of art with information and communication technologies termed telematics. Since then he has foreseen and mapped new paths through the intricate network of silicon and carbon we have been building under the auspice of modern information technology. Already in the 1960s, Ascott envisioned changes in modern art, which he addressed under the label "behavioural tendency". Inspired by the cybernetic vision, Ascott was aware of the evolving tendency of artworks towards non-static, responsive behaviour, which necessarily would involve the observer as an active participant into the artist-artwork system. Computer-based art, in the light of Ascott's artistic and theoretical perspective, could be seen as an appropriate media for the execution of such an art spirit, the means by which multi-directional communication between the artwork and the world could be put into effect in several levels. It is important to notice that Ascott's observations were made in a period in which computer art was still in its inception; the majority of works of art that had been technologically assisted were the result of the use of computers as a medium for the creation of images that were digitally programmed (Noll 1971, p. 143). In fact, Ascott's foresight seemingly reached far beyond the idea of computers as purely a new medium for arts, making his position stand in a quite different front in the arts and technology discourse, one that is not technocentric but is "technoetic"⁶⁹. Art from a technoetic perspective should be understood "as consisting in dynamic 'networks of minds', exploiting the connectivity of interactive, telematic media, whose nodal points may have both

69 A combination of the Greek words *Techné* + *noetic*, Ascott coined in reference to one of his main concerns: mind and consciousness. C.f. (Ascott 1998; [1966-7] 2003b; 2006b)

human and artificial attributes, set in unfolding fields of consciousness" (Ascott 1998). Ascott's aim was to provide arts and aesthetics with a new framework, based on a cybernetic model, for the values modern art was about to embrace. These values were ingrained in "the ideas of transaction, interplay, net, web, reversibility, association, psychism, multiple meaning, and connectivity" (Ascott 1966; 1967; Ascott [1966-1967] 2003b, p. 183).

In "Behaviourist art and the cybernetic vision" (Ascott 1966; 1967; Ascott [1966-1967] 2003a, p. 183), Roy Ascott articulated a theoretical framework in which the "behavioural tendency in modern art" (Ibid.) could be fully developed. His first step was to show that this new tendency in modern art, in contrast with its formalistic aspects – still "centred upon the structuring, or 'composition', of facts, of concepts of the essence of things, encapsulated in a factually correct visual field"⁷⁰ (Ascott 1966; 1967; Ascott

70 Here we see a distinct limit between Roy Ascott and Rudolf Arnheim concerning their approach to formalist modernist aesthetic. Whereas Arnheim sees the striving of the artist towards structure and equilibrium as part of a whole self-regulated process that goes beyond the physical limits of the artwork, Ascott sees such a focus on form and the transmission of a defined message to a passive receptor as a limitation inherent from the art of the past. On the contrary, Ascott foresaw a new tendency in modern art – realised effectively in the "postmodern" art (see Ascott's article "Towards a Field Theory for Postmodernist Art" (Ascott 1980) – that reflected a move towards artworks free from past formalist concerns and open to new forms of reception and participation. However, the purpose of the present discussion is to argue that Arnheim and Ascott can be viewed not as opposite views over modernist aesthetic, but rather complementary and coherent to the formation of a new aesthetic model (Ascott 1966; 1967; Ascott [1966-7] 2003b, p. 110).

[1966-7] 2003b, p. 110) – was concerned with the behaviour of things in the world; with events, rather than fixed objects. What apparently was at stake in Ascott's mind was a fully functional model based on the integrative relationship of the artist, artwork and observer in which information is exchanged as part of a dynamic communicative process. In such a model, he stated, "[t]he artist, the artifact, and the spectator are all involved in a more behavioural context". The goal of such a configuration was

(...) to draw the spectator into active participation in the act of creation; to extend him, via the artifact, the opportunity to become involved in creative behaviour on all levels of experience – physical, emotional, and conceptual. A feedback loop is established, so that the evolution of the artwork/experience is governed by the intimate involvement of the spectator. As the process is open-ended, the spectator now engages in decision-making play. (Ascott, 1966; 1967; 2003, p. 110)

The technical and theoretical elements of the science of cybernetics were, in Ascott's view, of similar importance for modern art as optics and geometry were for the Renaissance. Inspired by this model Ascott conceived the idea of a "Behaviourist Art" which will be quoted in length:

Behaviourist art constitutes (...) a retro-active process of human involvement, in which the artifact functions as both matrix and catalyst. As matrix, it is the substance between two sets of behaviours; it exists neither for itself nor by itself. As a catalyst, it triggers changes in the spectator's total behaviour. Its structure must be adaptive, implicitly or physically, to accommodate

the spectator's responses, in order that the creative evolution of form and idea may take place. The basic principle is feedback. The artifact/observer system furnishes its own controlling energy: a function of an output variable (observer's response) is to act as an input variable, which introduces more variety into the system and leads to more variety in the output (observer's experience). This rich interplay derives from what is a self-organising system in which there are two controlling factors: one, the spectator is a self-organising subsystem; the other, the artwork is not usually at present homeostatic (Ascott 1966; 1967; Ascott [1966-7] 2003b, p. 128).

Consequently,

[t]here is no prior reason why the artifact should not be a self-organising system, an organism, as it were, which derives its initial programme or code from the artist's creative activity and then evolves its specific artistic identity and function in response to the environments it encounters (Ibid.).

The tendency towards "Behaviourist Art" and the organic principle implicated in his framework should not be considered as an isolated aesthetic aspect of modern art but, as Ascott had already recognised, it was "potentially part of a larger unity, an integral culture, embracing modern science and technology" (Ibid.).

Similar awareness to these changes is also found in the texts of the American writer on art and technology Jack Burnham, whom saw the new modern moment as a process of transition from an "object-oriented to a system-oriented culture" (1968b). In his influential essay

“System Esthetics” (Ibid.) Burnham foresaw a new cultural order in which “change emanates, not from things, but from the way things are done”, a new paradigm in which relations, more than things itself, became the new value. Oriented by a systemic thinking, he stated:

A systems viewpoint is focused on the creation of stable, on-going relationships between organic and non-organic systems, be these neighborhoods, industrial complexes, farms, transportation systems, information centers, recreation centers, or any of the other matrices of human activity. All living situations must be treated in the context of a systems hierarchy of values.

He continues,

(...) [t]he specific function of modern didactic art has been to show that art does not reside in material entities, but in relations between people and between people and the components of their environment (Ibid.).

To deal with these changes Burnham proposed an understanding of art far beyond the iconic art object. From a systemic point of view, the artwork should be considered as a sub-system within a broader structure interconnecting several layers of material and immaterial unities. In fact, for Burnham it is the conceptual focus rather than material limits that defines a system. He was influenced by one of the founders of “General System Theory”, the biologist Karl Ludwig von Bertalanffy (1980), whose concept of system derived from “an organismic outlook of the ‘world as a great organization’” (Bertalanffy 1980, p. xxi). From this Burnham observed art as an “adaptive mechanism”, a

system of complex interactive elements “comprised of material, energy, and information in various degrees of organization” (Burnham 1968b). According to the author, the role of the artist under such new circumstances must be levelled to a degree of

a perspectivist considering goals, boundaries, structure, input, output, and related activity inside and outside the system. Where the object almost always has a fixed shape and boundaries, the consistency of a system may be altered in time and space, its behavior determined both by external conditions and its mechanisms of control (Ibid.).

Burnham commented in his book *Beyond Modern Sculpture* (Burnham 1968a, pp. 369-70) that the new modern changes in art respond to a

refocusing of aesthetic awareness (...) on matter-energy information exchanges and away from the invention of solid artefacts. These new systems prompt us not to look at the skin of objects, but at those meaningful relations within and between their visible boundaries.

What is important to observe from a systemic perspective, based on the writings of Ascott and Burnham, is that the manner in which the artwork was considered radically changed from what it is to what it does. The focus shifted from things to relations between things. Ultimately, even if under the influence of techno-scientific thinking, the idea of art as open systems reflected a much broader concern and proposition; it called for a new consciousness focused on the cosmos as exchanges of information and energy, instead of simple matter.

[T]he cultural obsession with the art object is slowly disappearing and being replaced by what might be called 'systems consciousness'. Actually, this shifts from the direct shaping of matter to a concern for organizing quantities of energy and information (Burnham 1968a).

The art universe as a micro-cosmos modelled this new attitude towards life in terms of exchanges between the artist, the artwork and the observer.

4.3. METASTABILITY AND FIELD BEHAVIOUR

This research will now return to the previous discussion of Arnheim's concept of form and look into how his idea intersects with the post-modern model of art based on the systemic organisation of processes and behaviours. We will argue that the link between form and behaviour is grounded in Arnheim's definition of form⁷¹ as the result of interactions between structural theme and equilibrium. To justify this argument, the present research is required to answer the following question: where and how do these two ideas take place in such a moment in which the value of the art is not placed on the visual structure of the object but, rather, in the immaterial network of information it conveys as a complete system? The answer suggested by the present study is that "the structural theme must be conceived dynamically, as a *pattern of forces, not an arrangement of static shapes*" (Arnheim 1974b, p. 33, italics added). Form could be described as a matrix

71 Cf. the section "Form as a diagram of forces".

of forces existing somewhere in between the artwork and the perceptual field of the observer. These "complex theme of forces" (Ibid.) were made visible in the past through the structural balance of shapes, sizes, volumes, distances or textures, plus the subject matter, which brings form to a painting or sculpture, for instance⁷². In the current configuration of the artwork as a system these forces are not absent at all; they essentially constitute the patterns that interconnect the observer to the experiment, but proceed from a different set of relations. To explain this clearly we need to reconsider form against the shift in artistic creation from closed to open systems.

The artwork as a closed system means that it has achieved its optimum state – the equilibrium of its organising forces – and it is found at "standstill". From an entropic point of view⁷³ we could say of the artwork that "the maximum of entropy attainable for the given system of constraints had been reached" (Ibid., p. 33). In artistic terms it means that the artist has organised the structural theme in order to achieve a balance between noise and redundancy so that the maximum amount of information is conveyed through the artwork. Arnheim recognises this phenomenon as a process of self-regulation.

In an open system, as in the case of technologically assisted interactive artworks, several changes take place. Firstly, the processes that were in the past found to be at a "standstill" become metastable, and, in this manner, can be considered a truly self-organising system, as has already been recognised by Roy Ascott. This is so because the behaviourist

72 Cf. structural theme in the section "Form as a diagram of forces".

73 Cf. discussion in the section "Order and structure".

model envisioned by Ascott furnishes the artwork with a certain capacity, the kind that would provide it with the autonomy to “trigger”, to “catalyse”, being “adaptive”. The metastability of the artwork as a delicate equilibrium is the potential condition for transformation. It is this metastable state which supplies the artwork with a degree of vitality in an organic sense.

Instead of the stagnation created by a state of maximum entropy, the open system of the organism constituted a steady stream of absorbed and expended energy. (Arnheim 1974b)⁷⁴

It is the capability of the artwork to transform itself in time and to respond accordingly to changes in its milieu that brings to the observer’s attention a new phenomenon, that of a two-way dialogue with the system⁷⁵ and the openness to interfere with its structural composition. As has been discussed, for Burnham the “new tendency esthetic” (Burnham 1968b, p. 313) of modern art was to “try to make communication between the work of art and the observer a sustained two-way experience” (Ibid.). This communication was enabled by providing in the artwork attributes that were, according to Ascott (1966; 1967; 1980), absent in the formalist modern art; namely, the quality

of being “connective, inclusive, transactional, associative, referential, interactive”. This particular approach to assembling new aesthetic experiences gradually transformed the making of art into situations in which “the general context of the art experience is set by the artist” but “its evolution in any specific sense is unpredictable and depend on the total involvement of the spectator” (Ascott 1966; 1967, p. 111).

It is important to note that the move away from the formalist aesthetic should not be seen as a move away from form. It becomes a misleading interpretation when the concept of form is not fully taken into account and the focus is only on the physical structural unity of the art object. Rather, the move away from

pattern of their future activity. There is a message, indeed one way but it goes from machinery of the music box to the figures, and stops there. The figures themselves have not a trace of any communication with the outer world, except this one-way stage of communication with the music box. They are blind, deaf, and dumb, and cannot vary their activity in the least from the conventionalized pattern” (Wiener 1950, p. 9). Jack Burnham, using the same quote, claimed that the problem of one way communication represented in fact “an inherent defect” in sculpture, automata and even kinetic art (Burnham 1968a, p. 312). On the other hand it must be said that this communicative quality of interactive arts, motivated by the aim of creating intelligent feedback systems, appears, paradoxically, also as a problematic symptom when the seeking for higher sophisticated systems concentrates more creative efforts on the functional capacity of the apparatus rather than on the poetics of the system. The poetics, as understood by this research, involves the awareness of subtle, non-material connections between the observer and the artwork. These connections, as we have been discussing, are readable on the interstitial space between the structural theme of the artwork and the perceptual field of the observer.

74 Cf. Walter Cannon (1963).

75 This new feature of the artwork was a direct answer to Wiener cybernetic concern, as stated in the following paragraph: “To indicate the role of the message in man, let us compare human activity with activity of a very different sort; namely, the activity of the little figures which dance on top of a music box. These figures dance in accordance with a pattern, but it is a pattern which is set in advance, and which the past activity of the figures has practically nothing to do with the

formalistic aesthetic reflects the denial of all inertia and opacity inherent to immutable truths, which is mirrored in the factual stability and density of the art object. In a worldview that has changed from the concept of stable solid bodies to uncertain states of energy, artists have consequently shifted their attention to new creative horizons that led them to embrace new ways to fulfil the needs of a new imaginary. If it is viewed historically, the old immobile medium, due to its intrinsic characteristics, could not succeed in accomplishing all creative possibilities the new modern mind envisioned. At most, the new imaginary enriched by a modern technological world of wireless transmissions, X-Rays, paradoxes of modern physics and the occult mystical trends of the early twentieth century, could just be alluded to through representation, fixed in the paintings, sculptures and objects of the modern art.

Many modernist artists responded to the invisible energies – physics and/or mystics – giving them their own account. On the essay “Marcel Duchamp’s *The King and Queen Surrounded by Swift Nudes* (1912) and the *Invisible World of Electrons*”, Linda Henderson (Henderson 1997) observed how modern science and technology influenced Duchamp’s exploration of motion and the invisible. By late 1912, Kupka, a Czech abstract painter, used to conceive his painting as “vehicles for telepathic, vibratory transfer of thought” (Henderson 2002, p. 128) whilst the poet Filippo Tommaso Marinetti “declared the futurists to be the inventors ‘of wireless imagination’” (Henderson 2002, p. 129). Wassily Kandinsky’s treatise “*On the Spiritual in Art*” had the theosophical theories of Madam Blavastky as one of its primary sources (Lucie-Smith 2007). As Henderson recalls, one of the main goals of Kandinsky, also

an enthusiastic reader of Rudolf Steiner, Annie Wood Besant, Charles Webster Leadbeater and occult scientists such as William Crookes, Camille Flammarion, Hippolyte Baraduc, and Albert de Rochas, was “to create works of art that would produce a *Klang* or sympathetic vibration in the soul of a viewer”, provoking “a new level of spiritual consciousness” (Henderson 2002, pp. 143-145, italics in the original).

A most evident example of this new modern awareness is the work of Umberto Boccioni, a prominent member of the Futurist movement. In a lecture in 1911 Boccioni declared that “what needs to be painted is not the visible but what has heretofore been held to be invisible, that is, what the clairvoyant painter sees” (Henderson 2002, p. 128). In Boccioni’s vision, futurist painters would possess the power of seeing the invisible, the vibrating ethereal medium, similar to the X-rays and the abilities of the clairvoyance. Such an approach manifested in their work through what Boccioni termed “pictorial dynamism”; “the plastic expression of reality conceived as motion” (Clough 1969, p. 80). “Dynamism is the simultaneous action of the particular and characteristic motion of the object (absolute motion), together with the transformations experienced by the object as result of its displacements in a moving or motionless milieu (relative motion)” (Clough 1969, p. 85). The futurists conceived the concept of “dynamism” in terms of energy, mixing the idea of “Knowledge” as “an inward or ‘centripetal’ tendency of the object which draws the parts together to constitute a whole”, with the concept of “Apparition” as “the manifestation of the diffusive or ‘centrifugal’ tendency which causes the object to resolve itself into emanations whose nature is determined by the energy of surrounding objects” (Clough 1969, p. 84).

Through the lens of “dynamism”, reality was considered as “the unending succession of its manifestations” and its pictorial representation as “the unique form of spatial continuity” (Ibid., p. 87). “Dynamism” is a concept derived from the physics of the nineteenth century but, as states the art critic Giorgio Castelfranco, passed through the philosophical “diaphragm” of Henri Bergson (Ibid., p. 213). The Futurists completely displaced their artistic vision from the object to the transcendental world; “beyond all unity of time and place, and beyond the distinction of things”, revealed to their mind through the process of “physical transcendentalism” as pure colour and pure form (Ibid., p. 89). The futurists termed this dynamically created emotion “plastic consciousness” (Ibid.).

All these given examples demarcate a transitional phase in modern art that could be recognised in what Ascott classified as “the behavioural analogue”, representing “the analogical restructuring of a behavioural situation” (Ascott [1966-7] 2003b, p. 116). Here, this research has attempted to demonstrate that, intrinsic to attention to behaviour, there is also attention to the interstitial time and space in which actions take place. It is that space in-between, long considered empty by Western culture, which the new modern technologies have amplified. What is at stake in our contemporary culture is the increasing attention drawn to the invisible and immaterial dimension of our relations, now manifested through the “elliptical zones” or “interval zones” (Domingues 1999, 2002, p. 31) that link body and technology synesthetically. This newfound awareness reflects the decline of old dichotomies such as subject/object, body/mind, observer/observed and space/time. Contemporary focus has been placed on the interpersonal space of our interactions, nowadays conceived

as hybrid, “formed by the blurring of borders between physical and digital spaces” (Silva 2004), or in the form of an “aural society” (Susani 2005), bonded by the flow of information, relationships and communication. Similar to the effect old technologies exerted on the modern perception, the new hybrid space, empowered by state of the art telematic technologies, has shaped a new imaginary and led our attention towards the invisible relational space.

Following these tendencies, the attempt at establishing a connection between form and behaviour being developed in the present study is not an attempt to return to past formalist values, constrained by the purely visual representation of figurative or abstract structures. The argument here is that beyond the formal structure ingrained in the stationary object of art there existed a matrix of forces that gave shape to it. This matrix of forces interconnected the visible structures of the artwork to the physiological organic nervous system of its creator and observer (Arnheim 1974a, p. 437; 1994, p. 112). This diagram of forces might be conceived in light of the ideas of the French phenomenological philosopher Maurice Merleau-Ponty. In the book *The Structure of Behavior* (Merleau-Ponty 1963, p. 168) Merleau-Ponty describes how the relation between the footballer and the football field appears to him.

For the player in action the football field is not an ‘object’, that is, the ideal term which can give rise to a multiplicity of perspectival views and remain equivalent under its apparent transformations. It is pervaded with lines of force (the ‘yard lines’; those which demarcate the penalty area) and articulated in sectors (for example, the ‘openings’ between the adversaries) which call for a

certain mode of action and which initiate and guide the action as if the player were unaware of it. The field itself is not given to him, but present as the immanent term of his practical intentions; the player becomes one with it and feels the direction of the goal, for example, just as immediately as the vertical and horizontal planes of his own body.

Like the football field the artwork appears to both the artist and the observer as a diagram of forces, a field of transformations against which the player/artist/observer “becomes one with”. The aim of this research is to demonstrate that this field phenomenon, common and inherent to all creative impulse, independently of the medium or technique involved or the subject addressed, becomes prominent in the work of art based on the systemic organisation of processes and behaviours as a fundamental characteristic of the creative process. This is what Clark was indicating when she observed that the “relationship between artwork and spectator – in the past virtual – becomes affective” (Clark 1980, p. 17). The invisible matrix of forces, which in the traditional arts could only be perceived mentally, finds in the new process-based art a physical resonance. The interaction with the artwork’s structure and behaviour triggers in the observer a potential affective connection. Form, as a “diagram of forces” (Arnheim 1994), reflects the dynamic of the structural theme and equilibrium that in the “modern formalistic approach” were only active during the processes of its creation (artist) or, subsequently, in the mind of the observer. This is why Arnheim had identified the process of art creation as being self-regulatory, only if the “shaping of aesthetic objects is viewed as a part of the larger process, namely, the artist’s

coping with the tasks of life” (Arnheim 1974b, p. 34). The art of systems and behaviours fulfil such a condition opening the artistic process to the external observer, which along with the artist acts as a cocreator. Moreover, as several authors have already observed (Duchamp 1957; Ascott 1966; 1967; Clark 1980; Plaza 1990), the work of art does not exist in plenitude outside of this cocreative process.

Art comes into being and exists within this dialogic network, both in the domain of interpersonal interactions as well as that between the latter and a context or medium. Art, then, can neither imply a “particular” type of object or of autonomous meaning, nor represent an observer-independent experiential form (Giannetti 2004b).

The interdependent condition of the complex artist-artwork-observer system provides it with the status of a field phenomenon and figures as one of its most essential characteristics. This new condition mirrors a similar shift that occurred in modern physics which presented a new way of seeing reality. As Katherine Hayles (1984, pp. 9-10) puts it:

In marked contrast to the atomistic Newtonian idea of reality, in which physical objects are discrete and events are capable of occurring independently of one another and the observer, a field view of reality pictures objects, events, and observer as belonging inextricably to the same field; the disposition of each, in this view, is influenced – sometimes dramatically, sometimes subtly, but in every instance – by the disposition of the others.

In 1978 Roy Ascott proposed a “field theory for postmodernist art”, drawing attention to the character of transactional works of art in which a field of “psychic interplay” between the artist and the observer takes place. Ascott suggested that:

Art does not reside in the artwork alone, nor in the activity of the artist alone, but is understood as a field of psychic probability, highly entropic, in which the viewer is actively involved, not in an act of closure in the sense of completing a discrete message from the artist (a passive process) but by interrogating and interacting with the system “artwork” to generate meaning (Ascott 1980, p. 179).

John Dewey placed emphasis on the distinction between the artwork (art product) and *work* of art, making the field concept of art even more clear. “The first is physical and potential; the latter is active and experienced” (Dewey 1979, p. 162). Dewey continues:

[The work of art] is what the product does, its working (...). When the structure of the object is such that its force interacts happily (but not easily) with the energies that issue from the experience itself; when their mutual affinities and antagonisms work together to bring about a substance that develops cumulatively and surely (but not too steadily) towards a fulfilling of impulses and tensions, then indeed there is a work of art.

It could be said that the artwork is a set of configurations, a system, the plate of a hologram; the work of art is the experience of its interlinking parts. The artwork is a piece of information, and on the other hand, evoking Gregory Bateson’s words, the work of art is “an

aggregate of interacting parts or components” (Bateson [1980] 2002, p. 86), a body of ideas, part of a mental system that includes the artist and the observer that is triggered by difference. The work of art, it is argued in this book, is the realisation of a coherent, integrative system that might be accessed as a field phenomenon. This phenomenological space that resonates dialogically between the observer, the behaviourist artwork and the artist, will be termed an “integrative field” or, in short, iField.

At this stage it is necessary to bring to attention that the introduction of the field concept is not an attempt to reduce entities to relations, an “ambition in the physics of field” which did not succeed, as Andrew Pickering (2003) has observed. The aim here is to highlight that the field aspect of the work of art is of as much importance as its counterpart, the physical unity⁷⁶ (the artwork). Together they form an entangled whole that cannot be experienced separately. More importantly, the field concept opens an unprecedented dimension where the artwork, embodied in a technological apparatus, is set up with models that require a non-reductionist system of analysis⁷⁷.

The following section will examine how, in practice, the dialogue between the structural theme and equilibrium can be seen as a diagram of forces for interactive process-based art, contributing to the ontogenesis of what was earlier defined as the aesthetic organism.

76 A physical unity is a structure encompassing its material and immaterial parts. Flow of data, light and sound are considered immaterial but no less physical unities. As we have discussed in Simondon, it should be understood as the technical object and its associated milieu.

77 This will be discussed later in this book, when dealing with integrative theories of biophotonics and the practical aspect of this research.

4.4. THE BEHAVIOURIST ARTWORK AS A HYPERORGANISM

In summary, thus far we have examined art and the creative process in the light of the principles of information and entropy. The artwork is a result, like a living organism, of a striving towards a state of equilibrium and fights against death. Such a state, which was fixed in the structure of the past formalist aesthetic, is found as an active dynamic in the postmodern behaviourist aesthetic. The artwork is organised in a metastable equilibrium, ready to resonate with the observer's presence. The work of art emerges from the entangled field that interconnects the artist, the observer and the artwork in the process of creation. The notion of field is key for the contemporary aesthetic of process-based artworks. It reflects the idea of "form" as a diagram of forces, the dynamics of which were, in the past formalist discourse, limited to the moment of creation by the artist or confined to the perception of the observer. In the postmodern context we shall see form against the new configuration of the artwork in terms of information processing systems. The creative activity, in turn, becomes regulated by a gestalt of behaviours – in reflection of the shift from behaviour of forms to "forms of behaviour", as observed by Ascott ([1967] 2003, p. 157).

With a basis on Arnheim's definition of form as the interactions between structural theme and equilibrium⁷⁸, this research will explain how these concepts come into effect according to an integrative field perspective. To proceed with this analysis it is necessary to narrow the scope of the present study to define more specifically

the subject of this research. The discussion thus far has specified the transition from "immobile media" to artworks based on the dynamical behaviour of processes, however, this requires a little more precision. For process-based art or systems, this research does not refer to image-centred practices, such as those found in computer graphics, net art, video or animation, often related to the field of "new-media" (Manovich 2004). Neither is the discussion here focusing specifically on electronic/computer music, although these modalities could be somehow systemically integrated to the artwork's body. The focus of this argument is on practices in which a technical object (in the sense of Simondon's term), such a robot, a gadget or a system, performs or exhibits some sort of behaviour. In other words, we are concerned with transactional physical systems "undergoing transformations in time" (Benthall 1972, p. 39) that interacts cybernetically between them or with human participants; it is about artworks that share a place with human beings in our physical environment.

Early computer art was notable by a substantial interest in how the computer may be deployed as a creative medium. Early interventions included practicing "computer generated images" that were the result of attempts to recreate paintings of formalist aesthetics with the graphical capabilities of the new medium⁷⁹. An important question during this period was: could a computer be used to make art? It was not until much later during the 1990s that time-based electronic media such as High-end Virtual Reality technologies and VRML⁸⁰ brought a

78 See discussion in the section "Form as Diagram of Forces".

79 On this respect see precursors works of A. Michael Noll, Frieder Nake and Georg Nees for instance.

80 Virtual Reality Modeling Language

layer of interactivity and virtual space to screen-based media. As Simon Penny (1999) observes,

the new media have not necessarily produced new aesthetics. Or perhaps such aesthetics are just invisible to minds used to understanding conventional practice. Take for instance the work of Jeffrey Shaw. Like many of his contemporaries, Shaw moved into digital media from a background in the avant garde of the sixties. (...) Shaw is the quintessential "cyber-formalist". His works are almost algebraically thorough in their explorations of the modalities of virtual media.

And he adds,

Many of the experiments in digital media are formal explorations in which the manipulation of media components [is] the work. In a manner analogous to minimal sculpture, the modalities of the technology become (Burnham 1968a, p. 14) not a vehicle but a substance to be modelled, manipulated and [juxtaposed] with the viewer in various ways. And if the technological combination is the work, then its ability to carry narrative "content" is a secondary issue and somewhat superfluous.

Even with the layer of interactivity, empowered by the use of information technology upon screen-based media, the experience of the observer, the so-called "vuser" (Seaman 2002) or "interactor" (Davies 2003), much of the time remained confined to a virtual three-dimensional space, often set as a simulation of the apparent reality. In cases such as these, the past formalist model of art appears to have just shifted from one surface to another.

The focus of the examination and practice discussed within this book is not placed on the screen but converges towards the "substance to be modelled", as identified in Penny's quote. This substance will be treated by the present study, not as a new medium, but as a technical object in the configuration of the aesthetic organism. This will be termed a hyperorganism – a structure that combines a virtual dimension of reality, provided by the agency of information technologies, with the embodiment of an object. The hyperorganism could be thought as part of a lineage from the technical object conceived by Simondon, as within its process of individuation it encompasses a new dimension provided by telematic resources and networks. It must be considered not an end in itself, but a node, a locus of liaison. Despite the fact that this hyperorganism has a physical presence, it is not to be conceived as a unity, a totality, but a condition, a state of being that is defined by its relational character in network with other beings, artificial and natural, in the world⁸¹. This hyperorganism results from a third wave of the evolving intersection of art and technology, characterised by a move away from the screen towards the physical space. This move could be seen as a shift away from simulation to emulation, as suggested by Shawn Brixey and James Coupe (Brixey 2007 cited in Kudla 2008).

The paradigm shift that emulation art suggests is the inevitable result of hybrid art research praxis at the intersection of scientific discovery, informatics and aesthetics, as we seek to understand the universe as

81 Cf. the concept of "individuation" of technical objects in Gilbert Simondon, section "On technological beings".

an operating system in which we perpetually engage on both a microcosmic and macrocosmic level.

The use of open source platforms, either in the form of hardware or software⁸², as well as the availability of information throughout an interconnected global network, have nourished these new technological organisms. Websites such as Make Magazine⁸³ or Instructables⁸⁴ result from a new culture in which codes, schemes, and processes of invention are made available on the internet and exchanged so that new hyperorganisms emerge from that interconnectivity. Technology has aided the development and sharing of technology. As technology proliferates new relations are produced between people, things and their environment.

4.5. THE HYPERORGANISM GESTALT

Having delimited our focus we shall return to our discussion regarding how the concept of structural theme and equilibrium might be linked to the conception of behaviourist artwork. The following discussion will be focused on the artwork as a hyperorganism set against five interrelated aspects of its formation: (1) structure and functionality, (2) subject matter, (3) environment, (4) conceptual model and (5) equilibrium. The diagram provided here (see fig. 13, page 106) illustrates these relations.

82 For example Arduino, "an open-source physical computing platform based on a simple i/o (input/output) board, and a development environment for writing Arduino software" "

83 Cf. <http://makezine.com/>

84 Cf. <http://www.instructables.com/>

This book presents the argument that structural theme and equilibrium, seen as part of the diagram of forces that brings perception to form (Arnheim 1974b, 1974a, 1994), can be viewed, in the context of a behaviourist aesthetics (Ascott [1967] 2003, p. 157), as dynamic vectors of an integrative field. Originally observed in the body of animals and plants (Thompson 1961, p. 11), the structural theme is also present in behaviourist art, however, with the fundamental difference, in the art context it is the result of a process of invention. Such a characteristic makes it an evolving process highly interlaced with human agency. These ideas will be discussed in the following sub-sections of this book and will be supported by an analysis of a selection of artworks and insights developed during the practice aspect of this research. These artworks, which include a piece developed by the author of this book, were invented by contemporary young artists whose works might be inserted into the category defined as "hyperorganisms". Rather than analysing the works of renowned artists of art and technology scenarios, it has been decided to analyse, as much as possible, artists near the beginning of their careers with a potentially fresh perspective on the current creative possibilities at the intersection of art, science and technology. In spite of their relative youth, all of the artists present a creative and experimental approach that is consistent with the issues the present study is attempting to deal with. Also, most of the analysis that will follow is based on statements of these young artists.

4.5.1. STRUCTURE AND FUNCTIONALITY

The technologically assisted art object, or the hyperorganism, is not just an organisation of shapes, but it is a combination of functions. It is thought to perform, to process information and to behave, in certain aspects, similarly to a living organism. Its structure is made of electromechanical parts, organised coherently to cope with certain tasks during its time of existence. Coherence is an important attribute for the life of a living organism and even more so for an artificial one⁸⁵. However, unlike natural living organisms, the life of the hyperorganism is intermittent. It is only brought to life when its artificial system is “on”, when there is energy circulating in its electro-mechanic parts and there is a flow of data in its circuitry. Like any other device, the hyperorganism dies when it is “off” and is reactivated when it is “on”. Nevertheless it provides very particular attributes. The art hyperorganism has memory, a memory that does not reside in its body, but manifests somewhere in the integrative field that links it to the artist and to the observer. To be more precise, the life of the art hyperorganism begins in the very moment its scheme is imagined. The body of the hyperorganism keeps a straight relation to its functions, although it is not totally determined by them. As it will be seen, the subject matter, a subcomponent of the structural theme, has great effect over the way the hyperorganism behaves, thus directly informing its construction. As it is created to behave in some imagined manner, the function

of its parts is considered by the artist beforehand, however, its meaning is not determined at this stage. Meaning, as has been reiterated throughout this study, is emergent from and within the integrative field and is also dependent on the particular perspective of the observer. The hyperorganism is not to be thought of as a tool or an instrument. The purpose of the hyperorganism’s functions is not to produce work, but to inform and absorb information. Its main function as an art object is to exist. This way, the structure of the hyperorganism is totally interrelated to its behaviour and its mode of existence.

For instance, since 1999 the artist Ralf Schreiber has been developing several small experimental artworks that involve kinetic objects, installations and sound. One example of his works, *Living Particles*, comprises a series of basic electronic analogue circuits that take the form of miniature robots (see figs. 14, 15, page 109). These modules have a peculiar characteristic of being solar powered, which allows them to behave autonomously producing movements and variable sound patterns. Light sensors acting upon their internal oscillators trigger these sounds. The bodies of these little creatures are the result of a collage of electronic components, a mixture of form and function in which the structure and the appearance of the object is conditioned to the functionality of the components and their intrinsic shapes. As Schreiber explains:

Their aesthetic is determined by the functional electronic components. My interest lies not so much in the individual output of [t]his miniature robots but in their interaction with each other. The focus is on the space, formed by the linked modules and

85 As being a result of human invention, the functional coherence of technical objects is a factor that must be considered in advance, as has been discussed in the review of Simondon earlier in this part of the book.

on the developed sculptural and acoustic fields (Schreiber 2009b).

Schreiber's creations are playful objects. They are to be considered as a collective of artificial organisms whose behaviour, sounds and erratic movements determine its milieu. To an external observer they might appear to be talking to each other in function of their variable sound pattern, which is achieved by their "internal astable switching status"⁸⁶ (Schreiber 2009b). Also, the presence of the observer disrupts the contingent balance of the creatures altering the behaviour of the whole system. As has been discussed, the work of art is in a constant metastable equilibrium, always open to the observer's intervention. This way the observer becomes, to use Schreiber's words, part of the "sculptural and acoustic field", a phenomenon that results from "the interactions between equilibrium [now dependent of the observer's interaction] and the structural theme" (Arnheim 1994, p. 111). Therefore, it could be argued that the overall form of "Living Particles" is perceived in the interconnecting field that resonates in the artwork at one extremity and the observer's body at another.

4.5.2. THE SUBJECT MATTER

The perception of the structural theme is not restricted to the performance of the artwork; in other words, it is not only a result of its shape and behaviour, but is a property that encompasses its subject matter. As Arnheim has argued, the

86 Astable state refers to an electric circuit that oscillates spontaneously between unstable states.

subject matter of a work of art "is neither arbitrary nor unimportant. It is exactly correlated with the formal pattern to supply a concrete embodiment of an abstract theme. (...) Neither the formal pattern nor the subject matter is the final content of the work of art. Both are instruments of artistic form. They serve to give body to an invisible universal" (Arnheim 1974a, pp. 460-461). But how does the interrelation between subject matter and the "invisible universal" manifest in the behavioural object of art?

In the past formalist aesthetic the subject matter was expressed as a topic, which the content the artwork addressed through its symbolic forms, be those expression registers of figurative or abstract nature. In the behaviourist artwork, it is suggested, the subject matter should not be considered only in symbolic terms but as a phenomenon manifested in the artwork's bodyhood⁸⁷. Behavioural art deals with events in which the art object acts in the world⁸⁸; in other words, an event in which, as Guy Brett had already observed in the work of kinetic artists, "the phenomenon of the visual is immersed in the phenomenon of energy" (Brett et al. 2000, p. 9). Through considering the artwork as a system, having as its core a technical object capable of behaviour, it is no longer representing symbolically things and ideas in the world but rather it is presenting itself in the world as having an

87 Bodyhood is been used here in resonance to the way this concept appears in Maturana. He claims that "all that occurs in or to a living system is operationally subordinated to the conservation of the manner of living that defines and realizes it in the domain in which it operates as a whole or totality. Or in other words, the *bodyhood* which is where the autopoiesis of the living system in fact occurs (Maturana 1997).

88 Even if in a totally immaterial manner, or manifested as "no-things", as Flusser used to call information (Flusser [1993] 1999, p. 86)

identity, or as Gilbert Simondon ([1958] 1989) claims, the artwork is an “individual”. As has been argued in this research, the identity of the artwork as a technical object is intrinsic to technologically assisted art and resonates along with the subject matter directly in the aesthetic experience. The subject matter of a behaviourist artwork should not be perceived simply as a topic or theme for the artwork, but as a model expressed through the functionality of the hyperorganism. The significance of speculative models of nature for the artist, even before the rise of information technology, was explored as a curatorial theme in the exhibition *Force Fields: Phase of the Kinetics*, curated by Guy Brett⁸⁹. On the exhibition catalogue he stated:

[A]rtists, no less than scientists, make ‘models of the universe’. Their models are arrived at intuitively but are no less valid, no less a form of knowledge. A thread of ‘cosmic speculation’ can be followed in the work of many artists between the loose dates of 1920 and 1980 that this exhibition covers. It is a thread of fascinating intricacy, precisely because the structures that artists have arrived at combine an investigation of reality with an investigation of the aesthetic. It is as if speculation on the structure of the universe, for these artists, is inseparable from a transformation of the formal structures of art, and vice versa, that the formal transformation of art is itself a proposition on the structure of the universe (Brett et al. 2000; p. 10).

The point attempting to be made here by the research is that in process-based artworks, the dialogue between structure and subject matter resonates directly with their discursive models and general behaviour. In this sense, the environment, as subject matter, becomes of true significance to the behaviourist artwork, as it defines the context in which the artwork performs its discourse and where the dialogue with the artist and the observer takes place. Of equal importance is the model the artwork is based upon. The experimentalism with the apparatus, as we have seen in Flusser, becomes a prominent approach apparent through the subject matter. The speculative incorporation of new models in the program of the apparatus may allow for the exploration of unexpected creative forms of behaviour. To contextualise this idea we will examine two examples in which the environment and a new conceptual model for an autonomous robotic agent, in the context of the subject matter, acts as structural diagram of forces upon the artwork.

4.5.2.1. THE ENVIRONMENT

Parasitas urbanos (Urban Parasites), an art project from Gilberto Esparza, comprises a series of “artificial life forms”, as he calls his small robots, which are meant to inhabit the urban scenario. Part of his project is concerned with the creation of what could be called an ecology of technical organisms whose purpose is to be inserted into urban contexts and become intergrated with the landscape through their presence and sound. Esparza describes his project as such:

“Urban Parasites” proposes to create a species of robot insects built out of technological and industrial waste materials. Like all

89 Organized by the Museu d’Art Contemporani de Barcelona (MACBA) (April 19 – June 18, 2000), in association with Hayward Gallery, London (July 13 – September 17, 2000).

parasites, they will depend on an energy source, in this case the streetlamps of the hyper-populated city of Mexico D. F. These bugs will have motorized legs to allow them to move around and get away from approaching pedestrians. (...) These parasites can be defined as beings that subvert the urban context, but that also depend on such environment for survival (Esparza 2009).

These ideas were materialised in the form of works whose descriptions always refer to their supposed families or classes, such as *helmintos*, *alambrópodos*, *mecatrópodo* or *autótrofos*. *Maraná*, for instance, is a parasite that belongs to a family of *helmintos* (helminths). Its body is made of acrylic parts and electronics, and it depends on light sources to create movement and emit sounds. In this book we present an image (see fig. 16, page 113) of the *Maraná* in detail and behaving on site.

Diablito, (see fig. 17, page 113) a species from the family he calls *mecatrópo*, inhabits the electric lines of the city, feeding itself with the energy that runs in the cables.

Autótrofos inorgánicos (see fig. 18, page 114) are light powered systems that transduce light into sound. When placed in the natural environment they interact with the variations in daylight and shadows in the surrounding terrain and that of passersby.

All three of Esparza's works discussed above have the way they are presented in the public space as a commonality. They are not meant to inhabit the confinement of the typical white cube art gallery but rather to coexist with local people in the urban environment. The subject matter of nature, city and urban space are not approached by Esparza only on a symbolic level but as site specific, where his elaborated creatures exist as

part of the social milieu. From this perspective, the artwork becomes intrinsically associated to the environment in the manner that an affective dynamic is formed between the creatures and the observer. This dynamic is founded in a paradox. As has been commented, Esparza's works are intended to be integrated into the landscape. Perhaps it may be better to term this as a reintegration, as these small robotic beings share with Ralf Schreiber's creations a common characteristic; they resulted from a readaptation of technological residue (see fig. 19, page 114), the remains of technological objects that were at one time already part of the urban context.

When the functions and structures of these technical objects are recombined into new functions their provisory history changes and new micronarratives emerge. They become aliens, strange beings unfamiliar to the environment they once belonged to. That tension between old/new, familiar/novel, natural/artificial is an important factor for the aesthetic experience of these artworks. They generate curiosity from the observer through a pleasurable discomfort of the unknown, as these are objects that do not belong to the habitual social context. Coming out of habit, a considerable criterion for the aesthetics of the information age⁹⁰, they become highly improbable and informative.

4.5.2.2. CONCEPTUAL MODEL

Another factor that should be considered part of the subject matter is the model upon which the dialogue between aesthetic and technology

⁹⁰ Cf. discussion on Flusser, in the section "Playing with information, from *homo faber* to *homo ludens*"

is built. This factor will be discussed through the example of the artwork *Alexitimia: An Autonomous Robotic Agent*, by Paula Gaetano Adi (see fig. 20, page 117).

The name *Alexitimia* (Alexithymia in English) derives from the ancient Greek terms of “a = prefix meaning lack; lexis = word; thymos = feelings or emotions” (Adi 2008). According to Adi, this term, coined by psychotherapist Peter Sifneos (Sifneos 1973), refers to “a deficit in emotional cognition” (Adi 2008). As she explains, it is

a clinical concept that describes the behavior of someone who is mostly unaware of his feelings, or does not know what they signify, and hence, is not able to talk about his emotions or his emotional preferences.

For instance, if someone who is suffering is unable to express verbally his/her feelings, they may start sweating in order to “manifest the desire to communicate” (Regine 2007). This clinical concept was taken by Adi and embodied in a robot that sweats when a participant caresses its surface. The construction of *Alexitimia*'s body was a process of invention involving the programmability of an apparatus, with levels of codes and hardware, coordinated with the traditional problem solving of sculpture making. Through this process a mixture of soft and flexible materials such as clay, latex, plastic tubes, water, piezoelectric film sensors and microcontrollers was combined in order to give an organic appearance and behaviour to the overall structure. For Adi, the process of creation of robotic artworks, unlike other forms of art making, “get from sculpture characteristics and problems related to the form and the materiality” (Adi 2005).

The significance of *Alexitimia* is manifold. Firstly, taking the alexithimic symptom as the subject matter for the construction of a robot subverts the relationship of form and function in which robots are normally constructed⁹¹. *Alexitimia* is not a robot aimed to fulfil an objective goal or utility. Secondly, on top of the relationship between form and function comes an affective attribute; a symptom – the alexithimic identity – that is manifested artificially through the artwork's bodyhood. As a result of this, the way interactions with *Alexitimia* occur goes beyond a purely mechanic level to a meta-level in which a conceptual layer entwines with the machine to form an artificial somatic self. It is this layer that allows the observer to develop an affective connection with the artwork; it is between the artificially constructed body of the robot and the observer's body that a dialogue takes place, a “corporal dialogue” (Ibid.) in which mind and body and the natural and artificial are unified.

It is important to note that the aesthetic quality of *Alexitimia* is neither simply a result of its interactive capacity or a result of the apparatus emulating sweating. Rather, it emerges from the combination of its structural and behaviourist qualities and the model they subscribe. In the light of the concept of apparatus (Flusser 1984) we see that the *Alexitimia* project responds to the experimentalism that is suggested as a criteria to achieve creative freedom. Adi developed her autonomous robotic agent “feeding inside its system new concepts, new models, forcing the apparatus to behave

91 One of the maxims of modernism was “form ever follows function” coined by the American architect, Louis Sullivan (Sullivan 1896).

in a meaningful way"⁹²; it is this experimentalism that marks the difference between art and purely functionality. This will now be examined more closely.

Contrasting with Adi's project is the development of SAM, a "Sweating Agile Thermal Manikin", developed by the British physicist and physiologist Mark Richards. SAM is a life size mannequin provided with 125 "sweat nozzles" that gives the manikin the capacity for "accurately simulating the human body in terms of heat loss, perspiration and movement" (EMPA 2009). It is an autonomous robotic system with a sophisticated design developed to accomplish a specific goal-oriented task – "to allow the heat losses to be more accurately measured" (Ibid.). It behaves and interacts with the user in order to perform precise and purposeful actions. SAM is absent of any aesthetic value in this context, proving that behaviour and interaction are not enough for the artistic creation.

Alexitimia, in contrast, does not subscribe an agenda driven by the search of new methods of simulating human intelligence and behaviour. Instead, it builds an aesthetic discourse upon the dialogue with those premises within artificial intelligence that considers "human beings and their computational reproductions [as if they were] only an information processing system" (Adi 2008, p. 7). This aesthetic discourse emerges from the intersection between the robot's "alexithimic personality" (the model, subject matter) and its behaviour (structure and functions). As Adi (Ibid.) states:

92 Cf. section "Being experimental: hacking the apparatus programme" in Part I of this book.

The elimination (or concealment) of the bounds between the personality and the behavior of this alexithimic robot is considered, in this work, as an aesthetic form that outlines the rupture of a dualistic hard/soft structure (or mind/body configuration).

The aesthetic discourse is built upon language and emotion, becoming apparent through a process that involves transubstantiation through transduction. Language and emotion here shall be interpreted in light of Humberto Maturana's approach. Maturana stated that languaging is what defines "our manner of existence as human beings" (Maturana 1997).

Language is a manner of living together in a flow of consensual coordination of coordinations of consensual behaviors, and it is as such a domain of coordinations of coordinations of doings.

Maturana also said that before language, in-nate emotion was the parameter that coordinated ours ancestor's behaviours.

Previous to the recursive coordinations of consensual behaviors of language, our ancestors as all non-languaging animals do, coordinated their behaviors through their consensual and innate emotioning. That which we connote as we claim that we distinguish an emotion in other human beings, in non-languaging animals, or in ourselves, is the domain of relational behaviors in which we think that we are, or that that other being is (Ibid.).

Maturana terms this consensual interlace of language and emotions "conversation" (Ibid.).

The reason for drawing upon Maturana's observation in this research is that the work of art does not exist outside of the scope of such a conversation between the observer and the artwork. It is the capacity to address meaning in a given context that allows the observer to experience the transubstantiation of information into an aesthetic field.

The term transubstantiation comes from a lecture given by Marcel Duchamp at the Convention of the American Federation of Arts (Duchamp 1957). Duchamp stated that the artwork is a catalyst of an "aesthetic osmosis", a process that is activated between the artist and the spectator through which an "art coefficient" is transferred. As he explained:

(...) "art coefficient" is like an arithmetical relation between the unexpressed but intended and the unintentionally expressed. (...) "art coefficient" is a personal expression of art à l'état brut, that is, still in a raw state, which must be 'refined' as pure sugar from molasses by the spectator (...). The creative act takes another aspect when the spectator experiences the phenomenon of transmutation: through the change from inert matter into a work of art, an actual transubstantiation has taken place, and the role of the spectator is to determine the weight of the work on the aesthetic scale (Duchamp 1957).

The creative act was conceived by Duchamp as "the difference between the intention and its realization" (Judovitz 1998, p. 111). The aesthetic dimension occurs in the interstitial zone between the artist's intention and the observer's response. Although this is a valid point, it is possible to question whether the simple assignment of an "artistic" function to an artificial

system furnishes it with an aesthetic quality. For example, would the simple shift of SAM from its native industrial domain to the exhibition space – similar to Duchamp's act with the urinal he signed R. Mutt – still unfold an aesthetic value?

Alexitimia appears to suggest that it does not proceed from a simple transubstantiation of "inert matter" into a work of art. As a behaviourist artwork the transubstantiation depends on transductions⁹³ occurring in the artwork's structure. During this research such behaviourist artwork has been termed a "hyperorganism". As such, it is able to perform transformations of energy in time, a feature that identifies its specific behaviour and bodyhood. The aesthetic value attributed to *Alexitimia* comes from the intrinsic play of forces generated by its behaviour (its capacity to emulate sweating), its personality (alexithimic concept) and the observer's intention to address meaning. It is an interlace of structure, subject matter and a dialogical conversation that manifests in an integrative field. SAM does not depend on such an arrangement to work successfully. Its primary relation to its user is of cause and effect, there is no need of any sort of transubstantiation to take place. In turn, *Alexitimia* only fulfils its "aesthetic function" if its behaviour and personality persuades the observer to engage in a conversation.

93 Transduction in this context means the transformation that occurs between two different forms of energy. The transductive process is crucial for the hyperorganism's homeostasis and for its capacity to behave according to its conceptual model. It is a concept developed by Simondon that refers to the process of individuation in technical objects. It was investigated further by Adrian Mackenzie in his book *Transductions*.

4.5.3. EQUILIBRIUM

The final of the five topics being examined in this section is equilibrium. This sub-section will examine how equilibrium acts as a vector of force that informs what we have conceptualised as the integrative field. In Arnheim's Gestalt approach, equilibrium is conceived as being the final state of "accomplished order and maximum relative entropy" (Arnheim 1974b). It means that the artwork is in a state of equilibrium, has achieved its structural balance and is found at standstill, presenting the maximum informative aspect. Taking on board this perspective against the framework of the behaviourist art, it is necessary to reconsider that the artwork is not at standstill but in a metastable state; the interactions between the structural theme and equilibrium are not only a privilege of a closed process of invention (unidirectional model) but they are also opened to outside intervention from the observer. Under such a condition the artwork's metastable state is disrupted by the observer's presence and the balance of the system is altered and a provisional equilibrium is achieved. In this "maximum relative entropy" a higher informative state is accomplished by the presence of the observer as a result of a conversation that involves meaning and information.

As an illustration of these ideas a work developed by the author of this book will be presented. This artwork received the homonymous title *Equilibrium*. *Equilibrium* is part of a series of projects that were comprised of drawings, videos and robotic pieces organised under the conceptual umbrella named *Leaves System*. *Leaves System* explores poetically the hybridisation of natural and artificial systems and was motivated by the search for new models of biological

agency that could be drawn into the apparatus system. The goal was to allow for new effective/affective modes of conversation with the observer of the work of art. The core of *Leaves System* lies in the use of plants (hence "Leaves") as natural organisms working symbiotically with an artificial counterpart. These projects and their conceptual background will be reported in detail within the section of this book entitled "Practice Work". However, for the present discussion only the *Equilibrium* related work will be addressed.

Equilibrium is a hyperorganism in which a plant and an artificial system share a mutual relationship. This hybrid system is composed of two small motors, solar cells, microchips, light sensors and a plant. The whole system is arranged in a balancing form that is able to spin around its axis in a manner evoking a compass. The artificial system occupies one side of the balance and is set to perform photovore (light seeking) behaviour by controlling two propellers that force the whole system to rotate either clockwise or counter-clockwise⁹⁴. A small plant is located on the other side of

94 This system was inspired on the ideas of Valentino Braitenberg, an Italian-Austrian neuroscientist and cyberneticist, well known by the book *Vehicles: Experiments in Synthetic Psychology*. In this book Braitenberg describes a series of conceptual experiments in which vehicles (known as Braitenberg Vehicles) comprising of simple internal structure present unpredictable and complex behaviour. The book's main argument is that the behaviour of artificial mechanisms, whose operation principle is not known, might be interpreted as aggression, love, foresight and even optimism. The basis of *Equilibrium's* mechanism is an analogue circuit that falls into the category known as BEAM robotics, an acronym for Biology, Electronics, Aesthetics and Mechanics, coined by the robotic expert Mark Tilden (Tilden 2000; Hrynkiw and Tilden 2002).

the balance so that when the balance rotates on its axis the plant is posited towards the light. In turn, along with the plant two solar cells absorb light and provide energy to the artificial system.

Equilibrium manifests autonomous behaviour. It belongs to a class of artificial hybrids emerging from contemporary art practices that are concerned with the mutual relationship between natural and human-made organisms. The motivation to develop *Equilibrium* began with a questioning of whether a natural living being and a machine could be integrated in a form of symbiotic system, so that the structure of the system could be beneficial to both the natural and artificial organisms. Plants, as a subject and symbiotic element, have a very important role in this piece. As an organism of the natural domain, it must be considered as a subsystem, bringing into the whole artwork its own network of meaning and beliefs⁹⁵. It is not just a plant, but a plant assembled with artificial parts to behave in unison as a hyperorganism.

Equilibrium was created to inhabit the natural environment under the sun, as well as to share with observers an exhibition space supported by artificial lights⁹⁶. Under such a condition, observers become linked within a subtle chain that interconnects plant, human and machine. When interposing themselves between the system and the artificial lights of

the environment, he/she leads the creature to search for a new source of energy. In intervening in this manner, accidentally or with intent, the observer is made aware of the systems behaviour and needs. The observer engages in a meaningful conversation with the hyperorganism, until, curiously, they realise that the creature's "well-being" depends on their non-interaction.

Equilibrium emerges from this multileveled conversation between the observer and the hyperorganism. It poses new questions on the issue of interaction, as the relationship with the observer is not strictly based on rules of cause and effect. More than a purely interactive response to human behaviour these organisms ask for dialogues, requiring a sort of investigation into their nature as individuals (technical and natural) in order to unfold the network of meaning to which they belong. If nature is a concept, never achieved objectively, but only subjectively, and if art is one of the most powerful tools to modulate subjectivity and ultimately our consciousness, the hybrid of plants and artificial systems may bring new insights about the world we live in and its ongoing metamorphosis. And if art may be thought of as a sort of game, we must start considering also new types of players. New species made of natural and technological parts.

Equilibrium maintains a metastable state which keeps it alive as a hyperorganism. When such a state is disturbed by the shadow of another being it regulates itself into an alternative state of equilibrium. This is the moment in which *Equilibrium* achieves its most meaningful state, when meaning and information are entangled in the observer's mind (see fig. 21, page 123).

95 This refers to the understanding of plants according to various epistemological categories: cultural, social, religious or scientific. Each one of these categories addresses the meaning of plants according to their own system of validation. This issue will be addressed further in the "Leaves System – Practical Work" section.

96 *Equilibrium* was exhibited at the Art Centre Gallery, Plymouth, United Kingdom, in the event Artists from Brazil, in 2008.

4.6. TOWARDS AN ORGANIC THEORY OF ART

In the field of technologically assisted art, the idea of artworks as living organisms is not new. Such concepts can be seen in the work of William Latham “genetically alive forms” (Rush 1999), Christa Sommerer and Laurent Mignonneau’s (1999) idea of “process oriented artworks” as “living systems”, or in Peter Weibel, to whom the digital image approximates a living organism due to three characteristic elements: virtuality, variability and viability (Weibel 1997, p. 178). In Weibel’s words,

If we define a living organism as a system characterized by its propensity to react relatively independently to any number of inputs, then it follows that a dynamic virtual system of multi-sensorial variables will approximate a living organism and its behavioural patterns (Ibid.).

These views have their roots in the idea that life, as a result of material organisation, can be simulated by artificial means, primarily through computation. This idea, supported by concepts from evolutionary theory, molecular biology and theories of complex systems can be traced to the often cited work of Christopher Langton, whom is acknowledged as one of the instigators of the field of artificial life (AL) (Langton 1989). According to Langton’s perspective, “living organisms are nothing more than complex biochemical machines” (Ibid.), whose organisation emerges from dynamic, non-linear interactions of a “large population of relatively simple machines” (Johnston 2008). For Langton, life does not need to acknowledge any sort

of “vitalistic”⁹⁷ principle, therefore biological phenomena can be synthesised and extended through the use of “computers and other ‘artificial’ media” (Langton 2000). By definition,

[a]rtificial Life is the study of man-made systems that exhibit behaviors characteristic of natural living systems. It complements the traditional biological sciences concerned with the analysis of living organisms by attempting to synthesize life-like behaviors within computers and other artificial media. By extending the empirical foundation upon which biology is based beyond the carbon-chain life that has evolved on Earth, Artificial Life can contribute to theoretical biology by locating life-as-we-know-it within the larger picture of life-as-it-could-be. (...) Only when we are able to view life-as-we-know-it in the larger context of life-as-it-could-be will we really understand the nature of the beast. Artificial Life (...) is a relatively new field employing a synthetic approach to the study of life-as-it-could-be. It views life as a property of the organization of matter, rather than a property of the matter which is so organised (Langton 1989, pp. 1-2).

The research discussed in this book, however, focuses on a different aspect of biological phenomena. It is suggested here that if a piece research really wants to tackle creatively “life-as-it-could-be”, firstly there must be consideration for life-as-it-is-still-unknown. AL

97 Vitalistic in the sense of Vitalism, the doctrine that saw properties of organic life as a result of a distinctive “spirit” or vital fluid that infuses life to them (Bechtel and Richardson 1998).

is grounded on the process of synthesis in a similar manner to how it is applied in synthetic chemistry – the capacity to “put together new chemical compounds not found in nature” (Langton 2000). More precisely, AL aims to move towards “synthetic biology” (Ibid.) to fulfil “the attempt to recreate biological phenomena in alternative media” (Ibid.). In fact, the AL discipline holds in its title a paradox, as its main concern is not life but emergent behaviour. “What matters is what they [synthetic living things] do, not whether they are alive.”

The investigation of behaviour in post-modern aesthetics appears to have been a necessary transition in order to lead to the concepts of structural dynamics that can be witnessed now in contemporary interactive art. But in arts, behaviour in itself is not enough, as well as homeostasis is not enough (Arnheim 1974b).

For a more adequate view of human nature it is necessary to take into account the goals of life, the striving toward growth and stimulation, the lures of curiosity and adventure, the joy of exercising body and mind, and the desire for accomplishment and knowledge (Ibid.).

An account of these issues is not founded upon the synthetic rearrangement of molecular structures and emergent behaviour as found in AL. The idea of the aesthetic organism that is proposed in this book is not intended to mimic organic behaviour, but rather to be in essence a living coherent structure of its own, taken from a perspective that understands that art is, in reflection, a property of life. In the argument developed here, information technology offers the artist the conditions to explore life, not in its appearance, but as a model for creative

expression. As Johann Wolfgang von Goethe asserted, the artist should aim for “... not only something light and superficially effective, but, as the rival of nature, something spiritually organic (...) to a content and a form by which it appears both natural and beyond nature” (Goethe 1980 cited in Whitelaw 2001).

The notion of “life-as-it-could-be” could be a source of inspiration for arts, but in following this path it is impossible to avoid the often addressed question: what is life? How might the organic inspire artists? Also, how might art and technology nourish new metaphors in resonance to what is still unknown about life? These questions could lead to straight answers, but the subject calls for a more subtle analysis. The ideas of Jack Burnham may provide a useful insight in this area.

In *Beyond Modern Sculpture* (Burnham 1968a) Burnham dedicated an entire chapter to the influence that the philosophy of “vitalism”⁹⁸ had on modern sculpture. This was prominently seen in the work of Rodin, to whom “When a good sculptor models a torso, he not only represents the muscles, but the life (...) which animates them – more than life, the force that fashioned them” (Rodin cited in Burnham 1968a, p. 55) or in the work of Henri Moore, whom stated that “a work must first have a vitality of its own. I do not mean a reflection of the vitality of life, of movement, physical action, frisking, dancing figures and so on, but that work can have in it a pent-up energy, an intense life

98 Vitalist theory held that living organism are in essence different from non-living entities due the existence of a distinctive “spirit” or vital fluid that infuses life to them (Bechtel and Richardson 1998). Although the roots of Vitalism can be traced back to Aristotle and the concept of *entelecheia* (the vital force that guides the organism

of its own, independently of the object it may represent" (Rodin cited in Burnham 1968a, p. 55). Supported by the work of Henry Bergson and historians such as Herbert Read and Henri Focillon, Burnham attended to the poetics of "vitalism" as a philosophical and scientific idea in modern sculpture. Curiously, Burnham's thesis, and the reason to bring the aesthetic of "vitalism" into light, was to show at that time that

formalist and vitalist sculpture represent two preparatory tendencies which symbolically anticipate the re-creation of life through nonbiological means, that is, through technology. In this instance classical machine parts such as gears, pins, cams, and bearings plates (reduced to their basic geometric equivalents) are equated in the

towards self-fulfilment (Sachs 2009), the concept of *vitalism* was developed in opposition to the mechanist account of biological system formulated by René Descartes and his successors. The concept of *entelecheia* appears notably in the work of the eminent embryologist Hans Driesch (1867–1941), and also in the work of the French philosopher Henri Bergson (1874–1948). Bergson developed the concept of *élan vital* in his book *Creative Evolution* as essentially a common impulse that drives and explains the creation of all living species. On the other hand, mechanistic theories of organic matter postulated that life can be fully accounted in terms of "analyzable physical functions and combinations of matter" (Burnham 1968a). The origins of such a concept goes back to René Descartes and his assertion that "animals, and the human body, are 'automata', mechanical devices differing from artificial devices only in their degree of complexity" (Bechtel and Richardson 1998). *Vitalism* grew up in reaction against a mechanical conception of life (Needham 1935), however, the consideration of a vital spirit or mystical fluid as explanation of life stands as an obstacle averse to the very scientific dogma, the spirit of enquiry.

subconscious of industrial society with the life force itself. (...) In part, formal sculpture became the reconstruction of life through the simulation of machine forms (...) (Burnham 1968a, p. 9).

Also, Burnham continues,

Today the intellectual sights of vitalism are aimed at another target: the realm of computer technology, which encompasses artificial intelligence and computer creativity. It remains to be seen if this new "offense to the human spirit" will be crushed – or will become another triumph for the mechanists. Slowly the criterion of vitalistic life has changed from physiological to neural perspectives (Burnham 1968a, p. 65).

At the end of his book he concluded:

Taking the path outlined up to now, it would be logical to speculate on the quasi-biological nature of future art. Such a possibility depends upon a radical realignment of the human psyche with the increasing sophistication and autonomy of our technical systems. *It also implies a gradual phasing out, or programmed obsolescence, of all natural organic life, substituting far more efficient types of life forms for our "inferior" and imperfect ones.* Would this be art as we have come to know it, or would it be the culmination of what futurologists term the Faustian urge, the grand illusion of a society convinced of its own scientific omnipotence? (Burnham 1968a, p. 376, italics added)

What appears to be a paradox in Burnham's argument is how the doctrine of "vitalism",

combined with an account for life understood as what cannot be grasped in mechanistic terms, indicates the anticipation (even symbolically) of the re-creation of life through nonbiological means. When the vital impulse (driven by the artist) and the inert matter come together as a sculpture, it is the power of life that is amplified via the metaphors of art. When life is "re-created" through inorganic technological media by a process of synthesis, there is no requirement for metaphor or any process of "substantiation" (Duchamp 1957) to take place. A "vitalist" aesthetic would thus be reduced to "mechanist" aesthetic.

Earlier in this book the idea of an aesthetic organism was introduced, a concept that emerges from the embryonic confluence of the observer, the artist and the artwork, here understood as an hyperorganism⁹⁹. This model unites two fundamental concepts: field and coherence. It takes into account the role of information and entropy in forms of communication, such as arts, not from the perspective of inorganic matter but from the point of view of living organic systems. The present study has searched for a theoretical model that may support the analysis of such an aesthetic structure. Such a model should take into account the importance of coherence in the understanding of living systems. Moreover, the theoretical biological model should be scientifically robust without being reductionist. A model that could be considered integrative has been searched for, in the sense that it pays attention to the relevance of the various structural parts without losing sight of the dynamics of the whole. This suggests what might be necessary is a balance

between intuition and rationality, introspection and projection. In essence, this model should take into account the view of living organisms and arts as a field phenomenon. Such a conceptual and practical model is available at a point of convergence between physics and biology, specifically in the field of integrative biophysics and the research of biophotonics. The next stage of the study will survey the main theoretical and practical issues relative to the field of biophotonics. The following section will conclude with an analysis of the aesthetic organism in light of its main theoretical issues; the coherence and integrative field of living organic matter.

99 Cf. section "The behaviourist artwork as a hyperorganism".

5. THE BIOPHOTONIC MODEL

The conceptual link between arts and biophotons can be traced to Roy Ascott's paper "Biophotonic Flux: bridging virtual and vegetal realities" (Ascott 2003b). In view of the multifaceted artistic possibilities that are nurtured by contemporary scientific and technological discoveries, Ascott speculated of an aesthetic bridge between the quantum communication system of cells and molecules and the macro information network we have built across the earth.

Telematics and Mixed Reality technology, now central to artistic practice, can become the instruments of ontological and epistemological inquiry. In this respect, the new frontier field of biophotonic research may prove to be crucial in our understanding of the human organism's systems of communication, and provide a conceptual link to the telematic networks we are weaving over the face of the earth (Ibid.).

Ascott's attention to biophotonics was driven by Jeremy Narby's observation of correlation between his research on the origins of shamanic visions and the contemporary biophysical investigation of quantum coherence in living organisms. Both lines of enquiry held in common the speculative argument of the DNA as a source of light. To be more precise, in biophotonics the deoxyribonucleic acid is the main candidate as the primary source of a bionetwork of electromagnetic radiation, which supposedly serves as main communication channel of the organism. The biophysicist Fritz-Albert Popp christened the main component of this dynamic communication field, "biophoton".

Roy Ascott's conceptual approach to this field traced notable parallels between telematic communication and the biophoton phenomenon.

The importance of biophotonic research for the artist is yet to be established but I am disposed to believe that the parallelism between the body's internal communication network of light and the external environment of telematic communication offers considerable room for conceptual creativity. The orchestration of light in a pervasive harmony is equally the potential for wholeness of mixed reality technologies, whereby the artist and scientist might join in the extension of the human biofields into new domains of experience. It is here, in the illumination of biologically effective fields, that art will become more visibly proximate to healing. It is clear to me that research in biophysics, not least in the area of biophotonics, and that of electro magnetic fields, will play a significant part in the evolution of moist media, the substrate of 21st century art, embracing crossovers between telematics, neuroscience, biology, quantum physics, and nano-engineering in the work of artists, designers, performers and architects (Ibid.).

The present study has developed two specific approaches regarding biophotonic research. The first approach investigates biophotons as a functional model for the creation of aesthetic organisms. Material, methods, theories and biological impact were analysed in detail and reported on in the following sections of this book. Despite the fact that the theory of biophotonics has been available in an extensive list of journals and books, the majority of the material available does not approach biophotonic research from

an artistic point of view, nor draws conclusions of aesthetic nature. The aim of this section, from a practical point of view, is to map the main theoretical questions of the subject, offering an extensive bibliography and review within the field allowing for future investigation.

The second approach addresses biophotonic research as a conceptual model for the analysis of aesthetic organisms. The hypothesis of the present study is that the aesthetic dimension of the artist, artwork and observer triad, as discussed previously in this book, can only be fully unfolded if the interactional forces of that triad in terms of an integrative field phenomenon, which has been termed in this book as iField, are taken into consideration. Biophotonic research offers a picture of living organisms in terms of an integrative field model in which parts and whole resonate in unison of communication. The mechanism behind this process is coherence.

If the global information network reflects in some way our internal organic apparatus, it confirms that technology could be considered a type of mirror of ourselves (Rokeby 1995, p. 133). Therefore, it is suggested by the present study that coherence is the image in the mirror that reflects the resonant couplings within and between living systems and the resonant couplings within and between aesthetic organisms.

The following section will survey some of the main aspects of biophoton research, focusing on its bio-informational character and the coupling of organic systems via a coherent field of radiation. This survey is based on the review of the main literature in the field of research; personal experience gathered by the author upon attending the Summer School of 2006 at the International Institute Of Biophysics (IIB); a short-term scientific exchange

at the same institute in which the author followed the Brazilian electric engineer Cristiano de Mello Gallep's experimental procedure with spontaneous light emission of wheat seedlings sprouts; visualisation of delayed luminescence of plants with the aid of CCD¹⁰⁰ image system at the IIB; visiting the Department of Optical Sciences and Medicine College of Optical Sciences, University of Arizona to exchange with Gary E. Schwartz and his research group, which runs experiments in biophotons and healers; and finally interviews with the writer Marco Bischof and the researcher Melinda H. Connor.

It is important to reiterate that the present discussion regarding biophoton phenomenon proceeds from an artistic point of view and insight taken from first-person experience. This research conjoins in its methodology a practical/discursive analysis of an integrative field model of living organisms, viewed from two particular perspectives: art and science. The goal is not to apply a scientific model to art, but to show points of intersection between the disciplines through creative approaches towards life. As a conclusion, it will be demonstrated how the integrative view of living organisms as bio-information systems might work as a conceptual model for the creation and analysis of aesthetic organisms.

5.1. UNDERSTANDING PHOTON BASIC PRINCIPLES

The understanding of the biophoton phenomenon requires one to grasp the meaning of photons and the alternative perspective of physical reality that is introduced by quantum mechanics. The word photon derives from the

100 Abbreviation for charge-coupled devices.

Greek word *phōs*, meaning light. In quantum physics it is the term used to designate a quantum of electromagnetic radiation. It remounts back to Max Planck's hypothesis (Planck 1901) that "the radiant energy could exist only in discrete quanta" (Nave 2006). Planck's concept replaced the previously dominant perspective of light phenomenon that was based on Newtonian laws of nature, formulated on the book "The Mathematical Principles of Natural Philosophy" (Newton et al. [1687] 1729)¹⁰¹. Newton had postulated that the brightness of a body increases *uninterruptedly* and proportionally to the frequency of its electromagnetic radiation.

According to what became known as the "Planck hypothesis", "all electromagnetic radiation is quantized and occurs in finite 'bundles' of energy which we call photons" (Nave 2006). This introduced the "quantum" concept to radiation. In 1905, an article written by Albert Einstein titled "On a Heuristic Viewpoint Concerning the Production and Transformation of Light", which won him the Nobel Prize in Physics in 1921, gave a mathematical explanation for the phenomenon known as "photoelectric effect"¹⁰² (see fig. 22, page 135) in which he substantiates the notion of light as streams of particles, also establishing the wave-particle duality, a paradox by which photons exhibit both wave-like and particle-like properties.

Photons are a mind-boggling phenomena, which even the trained physicist Albert-Fritz

101 Original in Latin: *Philosophiæ Naturalis Principia Mathematica*.

102 The photoelectric effect was observed in an experiment that showed that the amount of energy produced by certain materials when absorbing light does not depend on the intensity of the radiation but its frequency, opposing the, at the time accepted, wave theory of light (Nave 2006).

Popp finds difficult to define it in a simple sentence, although he provides a useful core definition for the discussion in this study.

The most reasonable (and at the same time easily understandable) imagination of a photon may be obtained by looking at it as a process rather than as a particle (Popp 1994).

5.2. WHAT ARE BIOPHOTONS?

It is popularised among physicists that electromagnetic radiation (the heat transfer) of a body, resulting from the movements of atoms and molecules, depends primarily on its temperature – as described by Planck's law (Planck 1901). It is also known that living organisms do not reach the temperature required to emit visible light, such as an incandescent light bulb does, that could be seen by the naked eye. However, it appears to be the case that all living biological systems, including human beings, continuously and spontaneously emit light at a very low intensity, although this is so weak that it cannot be perceived without the use of appropriated instrumentation. This cellular glow, also known as "biophoton emission" (Popp 1988), should not be confused with bioluminescence (also known as "cold light"), which is a natural phenomenon observable in some vertebrates and invertebrates, as well as microorganisms and terrestrial animals. In these latter cases, light appears as a result of luciferin-luciferase chemical reactions and can be easily seen by the human eye (Popp 1994) (see fig. 23, page 135).

Biophotons must be set apart from general bioluminescence. They are ultra weak light

ranging from 10^{-16} to 10^{-18} W/cm² (Cifra 2006). Biophotons manifest within the spectral frequency ranging between 200-800 nanometers, which means they begin within the infrared portion of the light spectrum extending through the whole visible range into the ultra violet section (Popp 1979). Contrary to bioluminescence activity, "biophoton emission is permanent" (Popp 1994).

One of the leading researchers of biophotonics is Masaki Kobayashi, physicist at the Tohoku Institute of Technology in Sendai, and he defined the biophoton as

a spontaneous photon emission, without any external photo-excitation, through chemical excitation of the internal biochemical processes underlying cellular metabolism. Biophoton emission, originates in the chemical excitation of molecules undergoing oxidative metabolism. It is distinct from thermal radiation arising from body temperature. (...) Biophoton phenomenon has been surveyed from cellular or subcellular levels up to individual organism level, following the development of the highly sensitive photon detection techniques (Kobayashi 2009).

Despite the low intensity of such a light emission, biophotons present a very peculiar attribute. There is a general consensus among several scientific groups (Popp 1981; Bajpai 1998; Inaba 2000; Kobayashi and Inaba 2000; Gallego et al. 2005; Creath and Schwartz 2005a; Belousov and Voeikov 2006) that this ultra-weak radiation field plays an important role in the regulatory system of living organisms by which it is emitted. The work of Fritz-Albert Popp claims to provide evidence

that biophoton emission must be associated with biological and physiological functions, showing that (1) biophotons are highly sensitive to environmental changes, (2) they behave in resonance with physiological processes in which they act as its regulator, and (3) they are of non-thermal character and have a high degree of coherence (Popp et al. 1984; Mei 1994; Devaraj et al. 1997). Correlations between life activities and biophotonic emission strongly suggest the possibility that this phenomenon might be the basis of a biocommunication network of light, highly coherent, which situates biophotonic phenomena as a potential new way to understand life (Bischof 2005), in which coherence takes a vital role. According to Marco Bischof, (author of *Biophotonen: Das Licht, das unseren Zellen steuert*¹⁰³ – an extensive publication on the subject of biophotons) “this radiation is very, very weak, but it is not like an ordinary light, because it is coherent. Like laser light. (...) But the interesting thing is that this light is much more coherent than any laser that is possible to make” (Nóbrega 2006b).

The research in biophoton emission has set itself some fundamental questions to be investigated: “The origin of the biophoton field, the rather high stability of its emission intensity, the spectral distribution, its degree of coherence, and, of course, its biological significance” (Popp 1994).

103 Summary of contents in English at <http://www.marcobischof.com> and extensive introduction to the subject of biophotons and integrative biophysics on the book *Integrative Biophysics: Biophotonics* (Bischof 2003).

5.3. BIOPHOTON, HISTORICAL BACKGROUND

Although the research of the biological implication of photon emission from living organisms has been studied for more than eighty years, this research topic reflects a subject inadequately studied within mainstream biology (Wijk 2001, p. 183). Throughout the trajectory of the research on biophotons, three main phases have demarcated its lines of enquiry. The first stage was characterised by Gurwitsch’s approach, in which biological organisms were used as detectors for mitogenetic radiation. The second stage was characterised by the use of sensitive photomultiplier tubes, which worked as detectors of radiation from organisms and cells. This phase placed more attention on the speculated “chemical and enzymatic origin of radiation” and less consideration to the bio-informational character of the photon emissions (Ibid., p. 184). The third phase, the phase that this research gives careful consideration to, focuses on the informational aspects of photon emission from living organisms (Ibid.). This third phase, strongly influenced by Gurwitsch’s approach, aims to see beyond the reactions and biochemical causalities that have been given as explanation for this phenomenon, considering instead the relevance of the informational aspect of the photon emissions that are involved. This newer perspective in this subject area suggests “the existence of a coherent electromagnetic field within cell populations and has led to the introduction of the term bio-photons [or biophotons]. Bio-photons are characterised by their quantum character and are supposed to escape from a coherent field” (Ibid.).

In the 1920’s Alexander Gurwitsch (1874-1954), a Russian biologist, introduced the

concept of “morphogenetic field” to biology suggesting the existence of a coherent activity of embryonic cells regulated by optical interference (Belousov and Popp 1995). Gurwitsch was led to this hypothesis after his observation of an ultra-weak photon emission from living systems. Gurwitsch’s research was motivated by the search for an answer to a fundamental question of the life sciences: “how tissues transform and transfer information about the size and shape of different organs” (Popp 2003a). His experiment was performed using approximately 130 pairs of onion roots¹⁰⁴, (Gurwitsch 1923a cited in Wijk 2001), set up as “detector” and “inductor” according to the figure provided here (see fig. 24, page 139).

This configuration allowed Gurwitsch to observe that cells dividing in the tip of inducer root influenced the cell division in the detector root (the detector), and, more significantly, that the mitotic activity on the “detector” root stopped being stimulated by the “inducer” if a sheet of window glass was placed between them. When the window glass was removed and substituted by quartz glass (which allows the passage of UV light at 260nm), the mitotic division rate returned to increase considerably (Ibid.). As this phenomenon could not be explained neither chemically nor mechanically¹⁰⁵, Gurwitsch’s

conclusion was that cell division was being triggered by a “mitotic activity of single photons of about 260nm” (Ibid.), a photonic flux which he gave the name “mitogenetic radiation”¹⁰⁶.

Alexander Gurwitsch could be considered as ahead of his time, however, as during the time of his research there was not the necessary technological apparatus to support the physical experiments necessary to develop his theories.

It was only after the Second World War, with the aid of newly developed photomultipliers (PMT)¹⁰⁷, that the observation of very weak photon emissions in the spectral range from 400-700nm was possible (Mei 1994). The first ultra-weak photon radiation observed with the aid of photomultipliers was reported in the 1950s and involved experiments with green plants (such as species of algae) (Strehler and Arnold 1951). Russian scientists carried on experimenting on plants and animal species from 1960s onward, with Konev and associated research fellows being the first to employ UV-sensitive PMT tubes to detect UV photon emission from living organisms (Wijk 2001), authenticating the classical mitogenetic work through the use of the state of the art PMT.

exogenous impulse by the cell surface may be considered as a resonance event” (Wijk 2001, p. 185).

104 Onion roots were chosen due to their radial symmetrical arrangement, which suited the architecture of the experiment.

105 As a starting point, the effect of chemical substance was considered as the possible cause of the increasing mitotic rate; however, the spatiotemporal character of the relation between “cell division frequency and cell surface area” led to a different conclusion. What was observed during the mitotic process was a “permanently changing spatial mosaic. It is the mosaic-like configuration which plays a decisive role, the perception of an

106 In spite of the fact that Gurwitsch received the credits of the discovery of mitogenetic radiation, many other reports of similar phenomenon were seen before or parallel to him. One of the cases was Scheminzyk’s (1916) experiment with cultures of yeasts and bacteria in which photographic plates were used to detect radiation from fermenting yeasts (Wijk 2001, p. 185).

107 Photomultipliers are extremely sensitive devices able to detect photon emission or very weak light in the ultraviolet, visible and near infrared range. In these detectors the signal produced by the incoming light is multiplied by as much as 10⁸.

With the aid of this new technology, Fritz-Albert Popp was successful in providing evidence of the informational character of ultra-weak photon emission from living tissues, being the first to call the phenomenon "biophoton" in 1976 (Popp 1976).

5.4. CRITICISM OF "MITOGENETIC RADIATION" AND BIOPHOTONS

The main criticism of biophotonic research is focused on the speculation of the bio-informational character of the phenomenon. This is traced back to the initial phase of the research on photon emissions from living organisms, the "mitogenetic rays" age. The great period of mitogenetic rays research lasted for about two decades (Wijk 2001, p. 185) with the news about Gurwitsch's discovery spreading rapidly throughout the European scientific community, and subsequently his hypothesis was developed further in complementary studies. However, some experiments were unable to detect any mitogenetic rays phenomena (Bateman 1935; Hollaender and Schoeffel 1931; Richards and Taylor 1932). As a consequence, papers that disproved Gurwitsch's theory (Hollaender and Claus 1937; Gray and Quellet 1933; Lorenz 1934) triggered the increasing discredit of research into the idea of mitogenetic rays. As a counter argument, Rahn, whom had summarised the work of Gurwitsch in English in 1936 (Rahn 1936), pointed to some experimental errors that appeared within some of the negative reports. Among of these errors was the use of young yeast cultures as a base for the testing of mitogenetic rays effect. Gurwitsch and others had observed on multiple occasions that the young stage of yeast cells

"are not sensitive to external photons" (Wijk 2001, p. 185; Oschman 2006). Despite Rahn's attempts and continued research in parts of Europe and Russia, the overall interest in Gurwitsch ideas began to decrease in Western European nations and the USA. On top of experimental problems there was also a difficulty in that most of the publications on this subject were written in Russian. This resulted in many publications and valuable data that were of limited accessibility to the scientific community of non-Russian speakers and readers (Bajpai 2006). The destruction of two major research centres in Russia and Germany during Second World War, along with the Lysenkoism in Russia (Fisher 1948), which suppressed rational scientific inquiry and led to the repression and persecution of Soviet scientists, should be taken into account when considering the slow uptake of Gurwitsch's ideas. At the time of this research, almost eighty years after the Gurwitsch's experiment, Russian Scientists have claimed the replication of the "impossible" mitogenetic radiation experiment (Tennenbaum 2001; Belousov 2009).

The problem regarding the authenticity of photon emission from living organisms must be divided into two specific issues (Wijk 2001). The first one refers to the question of whether or not such a phenomenon of photon emission really takes place in living organic matter. The answer for this question, based in an exhaustive number of reviews and experiments (Mei 1994; Belousov 2006a; Connor et al. 2006; Ho and Popp 1989; Kobayashi 2009; Popp 2006a; Wijk 2006a) appears to be yes. The second issue places the question regarding the bio-informational character of the photon emission. Does this ultra-weak radiation express any informational character, or is it just random noise?

In an interview with the Brazilian electric engineer Cristiano Gallep (of the Applied Photonics Lab. – LaFA/CESET – State University of Campinas, Brazil) it was discussed that the measurements of biophotons in seedlings displayed that the intensity of photon-counts is not only far away from what may be considered noise, but also that this intensity presented biorhythms. In a recent paper, Gallep and Santos stated:

After the fast decrease during the first hour due to light release initially stored in water and seeds, it is noted a further very slow decrease for the first 24-hour period, and thereafter the presence of 24-hours and 12-hours cycles, showing the presence of biorhythm in the light emission even with seedlings in a completely dark environment (Gallep and Santos 2007).

In the 1970's, claims that photon radiation from living organisms resulted from excitation energy from chemical processes – and that such a bioluminescence “had no biological significance whatsoever” – were postulated by the American biochemist H. H. Seliger and the Russian biophysicist A. I. Zhuravlev (cited in Popp 2003b; Bischof 2005). According to their perspective, “‘weak bioluminescence’ originates from ‘imperfections’ in metabolic activity” (Popp 2003b), which leads to the more acceptable view that “highly reactive compounds such as radicals and oxidation reactants are the most likely candidates for photon sources” (Ibid.).

In turn, Fritz-Albert Popp and an increasingly large group of researchers have an alternative view. They do not deny the possibility that biochemical reactions are somehow involved in the ultra-weak photon emission phenomenon, but their investigation is set in

a different manner. They ask: how the well-known existence of 10^5 chemical reactions per cell/per second can take place without the coordination and presence of some sort of electronic excitation? To answer questions like these, they look at single photons emission in the visible range and their possible displaying of spatial and temporal correlations to biological functions, such as cell growth (Ibid.). One of the models that has constantly been presented by Fritz-Albert Popp in his presentations and publications refers to the migration of biomolecules during mitosis. They attribute the coordination of this process, for instance, to the presence of cavity resonator waves, which could provide the stability and guiding forces for the mitotic process. Those waves exist in the hollow space of a given structure. Calculating a hypothetical cavity resonator with transverse magnetic and electric modes and their wavelength in the optical range between 300 and 700 nm, equivalent to the size of a cell, and then comparing it with the image of a real cell mitotic process, they observed a remarkable similarity (see fig. 25, page 143).

As consequence of those considerations and the following correlations found between some “optical properties of biomolecules” (...) “and their biological efficacy” (Ibid.), Popp and his group have hypothesised (1994):

- that the original source [of biophotons] is the chromatin (DNA) of the cell which itself serves at the same time as the stabiliser of this field,
- that the spectral distribution reflects the maximum entropy of an “ideal open system”
- that the degree of coherence corresponds in the average to a fully coherent field, and
- that the biological significance has to be assigned, as Alexandre Gurwitsch was the first to

suppose, to the function of a rather basic “morphogenetic” field.

The table presented in this book (see fig. 26) summarises the mains aspects of biophotonic phenomenon.

Seliger and Zhuravlev, on one side, and Fritz-Albert Popp, on the other, have defined two distinct schools of interpretation of ultra-weak cell radiation. The majority of scientists working in this field subscribe to the understanding of Seliger and Zhuravlev, and approach the phenomenon based on the “physical and chemical principles of the luminescence of biological molecules and attribute the light emission to certain chemical reactions such as radical reactions and oxidation” (Bischof 2005). For this school of thought, light emitted from organisms is considered a mere waste product of metabolism. Despite such a view, their measurement methods lead to the development of instrumentation able to detect “oxidative damage in organic material” (Ibid.).

Contrastingly, Popp and his group have invested in the search for the biological significance of these photon emissions, which they see as meaningfully entangled to life. One of the most remarkable facts about biophotons,

which demonstrate their contrast with general chemical luminescence, is that the level of biophoton emission significantly increases moments before the death of cells and stops totally when the organism dies. In a healthy organic system, biophoton emission decrease considerably (Oschman 2000; Wijk 2001; Bischof 2005). Biophotonic flux also increases during the mitotic process, or when some sort of injury disturbs a given organic system; as such, this weak radiation also responds actively to all kinds of internal and external disturbances that the whole organism is exposed. For instance, fig. 27 (page 144) displays a biophoton image (on the left) of a wounded soybean (photographic image on the right) in which the cotyledon (an embryonic leaf) was mechanically injured with a cross-shape by a knife. In the left picture the place with the highest emission of photons corresponds with the place of the injury, as seen in the photographic image.

This behaviour is attributed to the high degree of order of light found within biophotonic phenonema, which means that biophotons originate from a coherent field with the capacity to produce constructive and destructive interference patterns, essential to their bio-communicational process (Popp 2003a;

	Universal for all living systems
Emission	Continuous photon current rests only after death
Intensity	A few up to some hundred photons/(s.cm ²) $\approx 10^{-17}$ W
Spectral range	At least from 200-800 nm
Spectrum	Continuous, modes are coupled $f(\nu) \cong \text{constant}$
Photocount statistics	Poissonian, sub- and super-Poissonian
Sources (s)	Not yet known with certainty
Polarization	Unknown
Correlations	To <i>all</i> biological processes

Fig. 26 / Properties of biophotons. / (Popp, 2006a)

Popp 2003b). Putting this a little more simply, it could be said that biophotons work as a biological laser light.

The focus on the biocommunicative character of photons emitted from living organisms differentiates the common research approach, which subscribes to Seliger and Zhuravlev's perspective, and the integrative approach adopted by the International Institute of Biophysics (IIB) led by Fritz-Albert Popp. The integrative approach is the main reason that this study is investigating the biophotonic model, with the aim of developing a corresponding interpretation for the aesthetics of hyperorganisms. It is understood by the argument presented here, along with other artists and thinkers (such as John Dewey (1979), that art and life are intrinsically linked and that the living organism, understood in all its capacities to express coherence, is a source of mystery and inspiration. Paraphrasing John Dewey, in nature "[c]hanges interlock and sustain one another. Wherever there is coherence there is endurance" (Ibid.). To deepen our understanding of how behaviourist art and hyperorganisms have emerged from these practices one needs to pay attention to the meaning of coherence in life. Coherence is not just the quality that makes an organism (natural or artificial) function adequately (Maturana 1997), but it is also what gives it the capacity to express itself meaningfully. A theoretical model destined to understand living systems, but that does not consider the mechanisms and implications of coherence, seems to be incomplete.

The promise of integrative biophysics, as his approach has been named by Fritz-Albert Popp, is to support a deep biological understanding of life based on concepts of physics, redefined by theories and experiments in quantum-mechanics. The goal of these researchers is not to

impose fundamental physical concepts to life; not to replace biological knowledge with laws of dead matter. Contrary to molecular biology, researchers of integrative biophysics are not focused on bioengineering life. Their epistemological and philosophical foundations lead them to believe that "the study of life can yield insights into basic physical laws more fundamental than those obtained from the investigation of non living matter" (Bischof 2003). From such a perspective they may be able to show "just how intimately we are connected with one another and with nature. How all nature is one resonating and intercommunicating whole" (Ho and Popp 1989).

5.5. ELEMENTS OF BIOPHOTON THEORY

The following sections will survey the main features of the biophoton phenomenon and its biological impact. A focus will be placed on coherence within the biocommunication of living systems.

5.5.1. COHERENCE: A KEY CONCEPT

The Ufaina Indians in the Colombian Amazon believe in a vital force called *fufaka* which is present in all living things. The source of this vital force is the sun. From the sun, it reaches earth and is constantly recycled among plants, animals and human beings. Each group of beings requires a minimum of the vital force in order to live, and is seen to be borrowing the energy from the total energy stock. (...) What is of importance to the Ufaina is that the vital force continues to be recycled from one species to another in such a way that not too much

accumulates in any one of them, since this could deprive another of its vital force, and upset the natural balance (von Hildebrand 1988b cited in Ho and Popp, 1989).

This cosmologic view of nature in the Ufaina tribe does not come from a scientific standpoint but from a lived experience within nature. However, this wisdom is consistent with scientific evidence that nature is a “dynamically balanced whole linked by energy flow, (...) one resonating and intercommunicating whole” (Ho and Popp 1989). As in nature, living organisms are complex networks of actions being processed as a self-organising whole. Scientifically speaking, the aliveness of an organism is dependent on its capacity to:

(...) be extremely sensitive to specific cues in the environment, to transduce and amplify minute signals into definite actions. Being alive is to achieve the long range coordination of astronomical numbers of submicroscopic, molecular reactions over macroscopic distances; is to be able to summon energy at will and to engage in extremely rapid and efficient energy transduction (Ho 1993, p. 10).

This highly coordinated process of transductive actions through space and time reduces down to a very important attribute of the living organism: coherence. In *The Rainbow and The Worm*, Mae-Wan Ho provides a useful analogy to an understanding of what coherence means.

An intuitive way to think about it [coherence] is in terms of a symphony orchestra or a grand ballet. Or better yet, a jazz band where every individual is doing his or her

own thing, but is yet in tune or in step with the whole (Ho 1993, p. 151).

The simple action of seeing, starting with photons falling on the retina, triggers a series of molecular reactions typically known as “*molecular cascade*” (Ho 1993, p. 6) in order to amplify the energy contained in a single photon and initiate the electric impulse of the nerve. This process is in part well understood, but how such a collective operation is efficiently coordinated lacks deeper explanation¹⁰⁸. Theories about coherence in biological systems aim to provide some insight on this matter.

Many scientific groups consider the phenomenon of low-level photon emission (LLPE) as chemiluminescence, a result of biochemical reactions with the participation of reactive oxygen species (ROS)¹⁰⁹. For this reason, remembers Vladimir Voleikov (biophysicist from M. V.

108 One of the questions still unsolved in visual cascade reactions is addressed by Mae-Wan Ho in the following passage: “(...) the component steps [of the molecular cascade] have time constants that are too large to account for the rapidity of visual perception in the nervous system, which is of the order of 10^{-2} s. Thus, it takes 10^{-2} s just to activate one molecule of phosphodiesterase after photon absorption. Furthermore, much of the amplification is actually in the initial step, where the single photon-excited rhodopsin passes on the excitation to at least 500 molecules of transducin within one millisecond. How that is achieved is still a mystery (...)” (Ho 1993, p. 7).

109 Reactive oxygen species (ROS) were usually recognised as toxic by-products of aerobic metabolism. However, recently research into plant physiology has found indications that ROS may “play an important signalling role in plants controlling processes such as growth, development, response to biotic and abiotic environmental stimuli, and programmed cell death” (Bailey-Serres and Mittler 2006).

Lomonosov Moscow State University), “(...) as processes with ROS participation are still regarded by the majority of bio-medical scientists as auxiliary to ‘normal’ biochemistry, LLPE which accompany these processes is looked upon as irrelevant to the performing vital functions” (Voeikov 2006). However, another view of LLPE phenomenon, rooted on Gurwitsch’s seminal work on this field, has increasingly grabbed scientific attention. According to this view:

LLPE from living matter is based on the notion that it originates from a delocalized coherent electromagnetic field that is tightly coupled to metabolic processes. In this context LLPE is termed as ‘biophotonic emission’ and coherence theory ‘assigns to the presumably phase locked and mode coupled photons from DNA a permanent regulatory activity within cells and also between cells’ (Voeikov 2006).

The agency behind the regulatory capacity of this coherent ultra-weak electromagnetic radiation of living systems is attributed to the laser-like quality of this light, i.e., a high degree of order with an extremely stable intensity (Popp et al. 1984; Belousov and Popp 1995; Wolkowski 1995; Devaraj et al. 1997; Bajpai 1999; Bischof 2005). Experimental evidences suggest that biophotons are supposed to operate as a biological laser, able to generate a network of information within the organism with regulatory effects.

5.5.1.1. COHERENCE BASIC PRINCIPLES

In physics, coherence refers to the capacity of electromagnetic waves to produce interference

patterns. It means that if two light waves are brought together they will produce regions of destructive and constructive interferences, such as those in the figure provided here (fig. 28, page 149).

The property of light to produce interference patterns was introduced for the first time to science in 1803 by Thomas Young. Through performing what became known as the “Double Slit” Experiment (see fig. 29, page 149), it was revealed that light behaves both like particles, as observed in Newtonian physics, but also like wave.

The ability to create interference patterns depends specifically on the phase relationship of the light source (Nave 2006). This phase stability is actually what is known by coherence; “the more coherent the light, the sharper the interference pattern” (Ho and Popp 1989). Another important aspect of coherence is that in such a state the parts of a system may behave “statistically independently of one another while maintaining a coherent pattern as a whole” (Ibid.). For instance, in a laser beam, different parts (photons) are related to each other in phase (Nave 2006). “In other words, coherence does not imply uniformity, or that every individual part or molecule of the system is necessarily doing the same thing all the time” (Ho and Popp 1989).

5.5.1.2. COHERENCE IN BIOLOGICAL SYSTEMS

It is scientifically known that the molecules of most physical matter at ordinary temperatures present a high degree of random motions, or highly uncoordinated behaviour. It is also well known that at a temperature close to absolute

zero all the molecules of a given matter acquire a capacity of superconductivity and superfluidity, meaning that "all the molecules of the system move as one, and conduct electricity with zero resistance (by a coordinated arrangement of all the electrons)" (Ho and Popp 1989). However, it was postulated by Herbert Fröhlich (1968) that something like a "condensation into a collective mode of activity" would be able to occur in living systems, at the point that living systems, in effect, would have the capacity to act like a "superconductor" at physiological temperature (Ho and Popp 1989).

Biological systems are expected to have a branch of longitudinal electric modes in a frequency region between 10^{11} and 10^{12} sec⁻¹. (...) if energy is supplied above a certain mean rate to such a branch, then a steady state will be reached in which a single mode of this branch is very strongly excited. The supplied energy is thus not completely thermalized but stored in a highly ordered fashion. This order expresses itself in long-range phase correlations; the phenomenon has considerable similarity with the low-temperature condensation of a Bose gas. General consequences and proposals of experiments are discussed in section 3 (Fröhlich 1968).

What Fröhlich suggested is that part of the metabolic energy is not lost as heat but is in fact stored in the form of electromechanical vibrations in the body as collective modes, which he called "coherent excitations" (Ho and Popp 1989).

The presence of coherence in a biological system reflects several of its fundamental attributes, which could be summarised as follows:

(...) high efficiency of energy transfer and transformation which often approaches 100%; the ability of communication at all levels within cells, between cells and between organisms capable of resonating to the same frequencies; the possibility for sensitive, multiple recognition systems utilizing coherent electromagnetic signals of different specific frequencies, such as for example, the organization of metabolic activities within the cell, the operation of the immune network and a host of other biological functions involving specific recognition between hormones or ligands and their receptors; and finally, the stable persistence of the working system arising from the inherent stability of coherent states (Ho and Popp 1989).

It was Fritz-Albert Popp who provided the first evidence that coherent excitations take place in biological systems (Popp 1981; Popp 1986a). In great part this evidence is correlated to the nonlinear behaviour of this light. For instance, one of the most claimed pieces of evidence for coherence in biophoton phenomenon is the effect of delayed luminescence, which will be the subject of the next sub-section.

5.5.2. DELAYED LUMINESCENCE

Delayed luminescence was first observed by Strehler & Arnold (1951) as an afterglow in green plants that had been exposed to light illumination. The origin and purpose of this phenomenon is not known (Bajpai 1999). After a brief exposure to a weak source of light, every biological system, without exception, has been observed to re-emit light. This re-emitted light, or, in other words, the stimulated light, relaxes

slowly and continuously down to “spontaneous” biophoton emission – not following an exponential curve, but an hyperbolic one, as displayed in the figure provided here (see fig. 30, page 152) (Popp 2003b; Ho 1993).

The reason for this to happen is that photons are stored in a coherent way in the organism. An intuitive way to understand this behaviour is given by Mae-Wan Ho and Popp as follows:

In a system consisting of non-interacting molecules emitting at random, the energy of the emitted photons are lost completely to the outside or converted into heat, which is the ultimate non-coherent energy. If the molecules are emitting coherently, however, the energy of the emitted photons are not completely lost to the outside. Instead, part of it is coherently reabsorbed by the system. The consequence is that the decay is very much delayed, and follows characteristically a hyperbolic curve with a long tail. (...) A coherent system stabilizes its frequencies during decay whereas a noncoherent system always suffers a shift in frequencies. That, and the capability to reabsorb emitted energy account for the stability of coherent states (Ho and Popp 1989).

The fact that living systems are able to emit photons as a single unity characterises the new framework introduced by the biophotonic research and reveals the quantum nature of the phenomenon. As such,

[p]hotons emitted by a single unit will not be thermally distributed and will be in a pure quantum state. Photons emitted in a pure quantum state have a coherent nature and are generically called coherent photons

(Loudon 1975; p. 43). Coherent photons exhibit non-classical effects. Phase, amplitude, and intensity of the classical radiation field associated with coherent photons do not fluctuate. Coherent photons, therefore, exhibit interference effects as well (Bajpai 1999).

It is the attribute of being coherent, added to their quantum nature, that gives biophoton emissions the potential to transform and transfer information and to respond to biological phenomena, such as intracellular and intercellular communication, cell growth and differentiation and interactions among biological systems (Popp 2003b). In the interview quoted below, Popp stresses the difference informed by the quantum nature of biophoton coherence.

Classically it [coherence] means simply that you have the possibility of interference, but quantum theoretically it means furthermore that one minimizes the uncertainty product. This means not that coherent state is the ideal ordered, crystalline-like or wave-like state. For instance, a coherent state is not a monochromatic wave. It is at the same time a particle. A coherent state constitutes with some probability a particle, and with some probability it becomes a wave. It is just a rather stable unit in between these two regions. So it is squeezed between some kind of order and harmony and some kind of disorder and localization. A result of it is, for instance, that during the hyperbolic decay the coherent photons never lose their binding to their source. This is like a yo-yo game. In extracting the photon from its source this photon remains permanently coupled to its source. Source and photon remain one unit (Popp 1994).

Such a “squeezed state” is another important factor of biophoton. It has led scientists to speculate that such a state allows the organism to perform continuous “non-demolition measurements”¹¹⁰ on a given photon field (Bajpai 1999). This behaviour gives to biophoton emission the characteristic of a holistic model. Such a model postulates the existence of a field structure in and around a biological system. Such a field would correspond to the immaterial structure responsible for the transferring of information and instructions. To cope with such a task, it must be coherent, in order to guarantee the cooperative functioning of many individual parts that are distributed in a living organism (Bajpai 1999). Despite the fact that such a holistic field has not been identified so far, “the ubiquitous presence of biophotons does suggest a possibility of identifying them as the quanta of a holistic field” (Ibid.). The holistic, integrative nature of biophoton emission is what qualifies it as a potential model for the immaterial dimension of aesthetic organisms. This model will be addressed at the end of this section.

5.5.3. DNA AS SOURCE OF LIGHT

Biophoton theory suggests that light is stored in DNA (Popp et al. 1984), more precisely at the cell’s nuclei. This was observed when the ultra-weak photoemission stopped appearing after removal of the cell nuclei. According to Fritz-Albert Popp, DNA works as an “exciplex/excimer laser system”. It collects photons

¹¹⁰ Non-demolition measurements are the capacity of measuring a quantum system, preserving the integrity of the system and the value of the observable (Namiki et al. 1997; p. 98).

and emits them as coherent light. Technically speaking, coherent states of light originate in the DNA as a product of interactions between electromagnetic waves and mechanical base oscillations between photons and phonons in the DNA molecular skeleton (Mei 1994). In simple words, it could be said that the DNA works as a tuning fork vibrating in resonance with a field of electromagnetic waves in a cooperative and synergetic phenomenon.

5.6. MATERIAL, METHODS AND TECHNIQUES

The following sections will focus on the instrumentation employed in biophotonic research. These sections will give an account of the two main methods of analysing biophoton emissions and their respective instruments, with special attention paid to the imaging technique. The objective of the following survey is to serve as a guiding platform for artists with an interest in this field, as well as demonstrating the variety of research activity in this subject area.

5.6.1. PHOTOMULTIPLIERS (PMTs)

Although in recent years several new devices have appeared allowing for biophoton measurement, photomultipliers (PMTs) remain the dominant instrumentation used for photodetection (Swain 2006), in part due to their great sensibility and low noise. PMTs consist of an evacuated glass tube with a transparent window that is filled with a photocathode, multiple dynode stages and anode, which are organised in order to multiply, as much as 100 million times, the electric impulse of an incident

photon. The corresponding signal, collected at the anode, is of enough intensity to be detected by standard electronic equipment and transformed into a measurable pulse (see fig. 31, page 156).

In order to reduce the dark current noise that is caused by thermionic emission the photomultiplier must be cooled, which is done with the aid of housings in which a cooling liquid is used to lower the temperature of the PMT.

5.6.2. CCD IMAGING SYSTEM

Although PMTs are the standard instrument used for photon counting, another technique makes use of highly sensitive, low-noise, cooled charge coupled devices (CCDs), normally used in astrophysics, to analyse the spatial distribution of biophoton emission. Its technology has been used consistently to image ultra-weak photoemissions from living organic matter, such as yeast culture, plants, cells, tissues, and human bodily fluids and breath (Devaraj et al. 1997; Kobayashi 2005). The use of this technique, pioneered by the Japanese school of biophoton research, has revealed correlations between patterns of biophoton emission intensity and the corresponding activity of cellular energy metabolism. For instance, the figure provided here (fig. 32, page 158) (produced by Masaki Kobayashi, physicist at the Tohoku Institute of Technology in Sendai, Japan) display root-tip excisions of a soybean under germination and the spatiotemporal correspondence of those stimuli on the plant, which are visible in the image as the yellower (lighter) areas. In this image, the excision was made in the point labelled (a), however, after a period of time there was an increase of photon emission at site (c). According to Kobayashi, “[i]t is suspected to

be the reflection of activation of cellular metabolism to repair the wounded tissue and to protect the living body” (Kobayashi 2009).

Roeland Van Wijk, specialist in biophysical chemistry and molecular biology, has been exploring whole-body imaging technology for the visualisation of photon emission patterns from the human body. Van Wijk’s research, along with his collaborators, has observed that these ultra-weak emissions, referred to as “human biophoton emission”, present a common anatomic percentage distribution pattern over the whole body (whose etiology is still unknown). The imaging technique employed, developed by Tohoku Institute of Technology, consists in the use of cryogenically cooled CCDs, placed at a distance of 40-100 cm from the body, continuously recording for 30 minutes (see figs. 33, 34, 35, pages 158 and 159). Twenty healthy male adults aged between 20 and 65 years took part in this experiment. Twelve anatomic spots were selected for image recording. Subsequently, photon emission of these same locations was also measured using a moveable PMT device (developed by the International Institute of Biophysics). The quantitative data from the PMT was analysed in comparison with CCD images.

Roeland Van Wijk reiterates that

Neither the “pattern” of emission nor the differences between subjects reflect delayed luminescence after exposure to light prior to recording. Such is excluded by sufficient adaptation to dark room conditions prior to measurements (Wijk and Wijk 2005; Wijk and Wijk 2004). The emission pattern is also not explained by reflection of light from “high-emission” anatomical regions of the body, because emission intensity is too low (Wijk et al. 2006).

Another research group utilising a CCD imaging technique, although concerned with a different aspect of biophoton emission, is the Human Energy Systems Lab at the University of Arizona. This laboratory is coordinated by the prominent psi-phenomena¹¹¹ researcher Gary Schwartz¹¹². During the present research, a scientific exchange was organised along with interviews with some of the researchers and collaborators involved on Schwartz's projects. Typically, these projects utilise a Roesper Scientific Biophoton Imaging System, configured as shown in image (see fig. 36, page 161): the CCD device is set on top of a light-tight chamber in which living organisms are placed inside for imaging.

Katherine Creath, from the Department of Optical Sciences and Medicine College of Optical Sciences at the University of Arizona, has been working on CCD images of leaves over the past 6 years. After studying thousands of images recorded through the CCD process, Creath began to observe "halo-like" patterns surrounding the parts of the plant (Creath and Schwartz 2005b) (see fig. 37, page 161). When the leaves are in close proximity to one another the pattern between the plants appears stronger than usual. This phenomenon has been observed in other organisms also, such as string beans, which were put inside the CCD/light-tight chamber system for a one-hour exposure.

Creath's study observed that the "pattern of light emitted by the plants extend beyond them,

creating 'aura-like' structures similar to those reported by energy healers and sensitives" (Creath and Schwartz 2005b) and suggests that some sort of "resonance", if not "communication", between the string beans may be taking place.

Correlations between biophoton emission and the activity of healers have been another area of study for the Arizona research group. Melinda H. Connor, from the Program in Integrative Medicine at University of Arizona, has been utilising a Roesper Scientific Biophoton Imaging System to help determine the baseline characteristics of healing in Reiki¹¹³ practitioners. Experiments conducted in 2004, run by Kathy Creath and Gary E. Schwartz, demonstrated correlations between geranium leaves and energy healing in which a decrease in biophoton emission was noticed. In a similar experiment, run by Melinda H. Connor, geranium leaves are used as "sensors" for healing energy. This experiment was performed asking twenty energy practitioners to "intentionally" project their healing energy onto the geranium leaves, so that biophoton emission on those leaves could increase (Glow) or decrease (Healing). One leaf was set as control. Each process (healing and glowing) took ten minutes of healing activity. After this process the leaves that had

111 Field of paranormal phenomena.

112 In his research, Schwartz reports on a series of experiments done with spirit mediums, strongly suggesting that consciousness might be able to exist after physical death. The author of this book contacted him when attending the conference *Toward a Science of Consciousness*, in April 2006.

113 Reiki is an energy healing system developed in Japan by Mikao Usui during the 1920s and is practiced worldwide. As often happens with many alternative medicine knowledge, so far there is no scientific evidence for the claims. Nevertheless, the basic mechanism of Reiki is attributed to the resonance of ch'i energy fields. The ch'i is known in many belief systems, especially in Asian culture, as the energy flow of the life process. It is a fundamental component in martial arts, prominently in some Aikido schools in which all philosophy and practice is based on the acknowledgement of this energy.

been targeted by the practitioners and the control leaf were kept for 1.5 hours in the CCD/light-tight chamber system for image capturing and post-experiment measurements. The results, observed through visual and data analysis of the images, demonstrated evidence of changes in biophoton emission that corresponded to the healers' activities. These observations correspond with biophoton theory and practice that has shown that healthy organisms present less photon emissions than those that are non-healthy, as they are able to store photons. The theory behind this phenomenon is going to be discussed later in this section of this book.

In 2007, the same research group joined the author of *The Field* (McTaggart 2001), the journalist Lynne McTaggart, in a long-distance double blinded biophoton experiment titled "The Intention Experiment". For this experiment two geranium leaves with similar biophoton emission qualities were selected and placed in front of a webcam located in the Laboratory for Advances in Consciousness and Health at the University of Arizona in Tucson. The video image of the leaves was broadcast to 400 delegates¹¹⁴ congregated in London who selected one of the leaves to intentionally make them "glow". The leaf not chosen was set as control. The scientific team in Arizona, coordinated by Melinda H. Connor, were not made aware of which leaf was chosen. After 10 minutes of meditation the Arizona group placed both leaves in the CCD imaging system for two hours of light capture. The CCD image showed a strong biophoton emission in the geranium leaf selected by the audience in London. According to Gary Schwartz, the results of this

114 In this case the delegates were not healers but normal participants.

pilot experiment could be considered statistically significant and were being prepared for publication¹¹⁵.

5.6.3. SCIENTIFIC EXCHANGE AT THE INTERNATIONAL INSTITUTE OF BIOPHYSICS - IIB

From July 23th to 28th 2007 the author accompanied and performed experiments at the facilities of IIB/Neuss. Part of the experimental procedures was led by Brazilian electric engineer Cristiano Gallep (from Applied Photonics Lab - LaFA/CESET - State University of Campinas, Brazil) and concerned obtaining data for spontaneous light emission in wheat seedlings sprouts (Gallep 2007), to be compared with concurrent data collection for similar standard seeds in Brazil. The objective was to observe correlations between these two processes, in Germany and Brazil, under the effect of different climates. Similar photon counting measurements were pioneered in the 1950's by Colli and collaborators (1955), which observed correlations between photon emission in the visible range and the seed sample's physiological conditions.

5.6.3.1. METHODS AND MATERIALS

For the experiment in Germany two different types of wheat seed were used. One was commercially available in Brazil (MaisVita, id.

115 The ideas which stimulated this and a series of other experiments on this matter, involving several scientific groups around the world, can be found in the homonymous book *The Intention Experiment* (McTaggart 2007).

FDL-E7C3, good until 09/03/08, called "Tb") and the other was a biodynamically cultivated German seed (AINatura, id. 000 7866 DE, good until 13/06/08, called "Ta"). Three samples of 10 randomly selected seeds were placed in a closed quartz cuvette, with 1ml of distilled water for germination. Two samples (one Brazilian and one German) were put inside the dark chamber with two PMTs (one for each group seed) for photon counting, whilst another sample was left outside as control for observation of germination performance (see fig. 38, page 164). Photon counting started after 5 minutes in the dark and was kept counting for the next three days.

Photo-counting during this experiment was performed after each 10 second interval. The Brazilian experiment followed a similar set up (apart from the analysis of the German seeds, which was not performed) and sensitivity of the PMT. More specific technical details of this experiment can be found in Gallep's full report (2007).

5.6.3.2. RESULTS AND COMMENTS

For the purpose of clarity the discussion in this section will focus on the results plotted on chart (see fig. 39, page 166). The test was repeated seven times, presenting similar results. The chart displays the results of the fourth test (T4), as it clearly illustrates the correlations between biophoton emission and the physiological development of wheat seeds. Two features are prominent on this chart. The first one refers to the register of delayed luminescence (DL). When the sample seeds are placed inside the dark chamber they start releasing light stored in their system. In these experiments

this process lasted typically the first 24 hours, and as such a long delayed luminescence hyperbolic curve is visible on the chart. After DL is released, the spontaneous photon emission starts to appear. This photon emission starts to increase after 24 hours from the germination of the seeds. After 60 hours another rise in photon counting is observed, now corresponding to the development of leaves and roots (paralleling the reference seeds outside the chamber). This phenomenon was observed with some variance in each of the three samples tested. This variance appears more prominently in the biodynamic seeds – possibly due to its organic qualities, systemically balanced without the interference of artificial chemical resources.

The chart available here (see fig. 39, page 166) presents the total number of counts, median of the distribution and the variance between the Brazilian and German experiments. The blue and red lines (chA e chB) correspond respectively to the German and Brazilian seeds tested in Germany. The green line (Brazilian test) corresponds to the Brazilian seeds tested in Brazil.

5.6.3.3. PRACTICAL INVESTIGATION OF DELAYED LUMINESCENCE AND BIOCOMMUNICATION

The second group experiment reflects a more empirical and visual character and was performed by this author. The experiment focused on the visualisation of delayed luminescence from plants and photon emission from the *Gonyaulax Polyedra*, a bioluminescent marine *dinoflagellate*. The aim was to test the use of a CCD camera for visualising photon emissions from plants and dinoflagellates for potential

aesthetic creations, whilst also to provide the author with a first-person experience of this phenomenon. Delayed luminescence occurs in living organisms, such as the leaves of a plant, following external light excitation. After being exposed to light for a few seconds photons are absorbed, stored and reemitted. Despite the fact that the delayed luminescence observed in this experiment is not from spontaneous photon emission of the living organism, which must be observed with a higher sensitivity CCD camera than was available at the time, it corresponds to biophotonic behaviour to which it presents correlation. It is also worth highlighting that the phenomenon of delayed luminescence "is not restricted to green plants or photosynthetic systems alone but has been observed in many biological systems from bacteria to human tissues" (Bajpai 1999; Popp 1988).

The figure 40 (page 168) presents a series of tests using small plant parts collected outside the laboratory. These small portions were exposed to light for a brief period and placed inside the dark chamber for imaging. The green colourisation in the lower images is a result of the monitor that was connected to the CCD system. The system used for this experiment was a Proxitron CCD camera coupled with a multi-plate amplifier, which increases the photon signal to a visible level on the screen.

The figure 41 (page 168) is from another experiment. This time the fruit of an acorn tree was placed inside the chamber and suspended by two matches. A light emitting diode was turned on inside the camera for a few seconds to irradiate the fruits. Observe that the matches do not appear on the monitor image, only a black shadow. This is a result of luminosity being observed only from the living organic matter; the matches, as dead

matter, do not emit light under the conditions of these experiments.

The final experiment was focused on the *Gonyaulax Polyedra*. The objective was to test if synchronicity between two groups of *Gonyaulax* could be observed through the CCD camera system. It is known that the biocommunication phenomenon occurs in families of lampyridae, more popularly known as fireflies (Lloyd 1965). As of the completion of this study, it is not clear what mechanisms there are that allow this communication to take place, nor how they recognise each other; however, "a careful analysis of the synchrony showed that it cannot be explained in terms of mutual excitation with light" (Wijk 2001). Similar phenomenon occurs with some species of *dinoflagellate*, such as *Gonyaulax Polyedra*. Popp and his research group, whilst researching biocommunication in biological systems, have observed evidence that biophoton emissions are correlated to the bioluminescent attributes of these organisms¹¹⁶.

Inspired by these ideas, an experiment was set up in which two groups of *Gonyaulax Polyedra* were placed in the dark chamber of the CCD in order to observe any sort of synchronicity between the organisms (see fig. 42, page 170). A small piece of cardboard was used as a shutter between the two groups to allow the control of visual and non visual contact. A noteworthy property of these organisms is their sensible reaction to vibration, to which they respond with immediate bursts of light.

Due to restrictions on the size of the cuvette available for the experiment and the use of a single camera system, and also in spite of an

¹¹⁶ This will be explained in greater detail in the section "How biophoton interacts with art – aesthetic implications".

apparent synchronicity of flickering when the shutter between the two groups was removed, it cannot be said that the experiment was successful in demonstrating any level of biocommunication between those groups. However, it suggests that the use of CCD cameras and the phenomenon of bioluminescence may provide potential for the exploration of an indirect approach to the biophoton phenomenon through relatively low-cost equipment. Due to the relative high intensity of the bioluminescent activity in *Gonyaulax Polyedra*, whose flickering can be seen by the human eye in a dark room, it was noted by the author that low lux¹¹⁷, low cost webcams, widely used in amateur astronomy, can be employed for monitoring the activities of bioluminescent organisms.

5.7. BIOLOGICAL IMPLICATIONS

If the coherence of biophotons is taken into account, this series of biological phenomena may be seen from the perspective of an integrative field model. The fact that coherent fields give rise to destructive and constructive interference patterns becomes a crucial mechanism for a possible understanding of biocommunication based on coherent field couplings. Fritz Popp has provided practical evidence for such ideas through experiments with a water flea, the *Daphnia magna* Strauss (Popp 2003b). Before continuing, it may be useful to further understand what is meant by destructive and constructive interference.

When two waves interfere, depending on the phase relationship of their source, the

117 Cameras with sensibility in the range of 0.0003 lux.

waves amplitude will either amplify mutually, creating “constructive interference”, also known as “super-radiance” or, on the contrary, they will subtract, leading to “destructive interference” or “sub-radiance”(Popp 2003b) (see fig. 43, page 170).

According to American physicist Robert H. Dicke (Dicke 1954), “spontaneous reemission of absorbed light is impossible as soon as the intermolecular distance is significantly smaller than the wavelength”. Essentially, what Dicke observed was that the interactions between photons and molecules (absorption and re-emission of photons) in a given coherent field breaks into two different regimes of super-radiance and sub-radiance (Wijk 2001).

Super-radiance corresponds to constructive interference of light waves cumulating up to coherent light flashes which are then emitted in relatively short time intervals. Sub-radiance is defined as the destructive interference of the light waves within the system of absorbing molecules. The result is “delayed luminescence” of coherent light waves which relax according to hyperbolic functions (Ibid.).

In practice this means that “the biophoton intensity of living matter cannot increase *linearly* with the number of units, but has to follow the effective amplitudes of the interference patterns of the biophoton field between living systems” (Popp 2003b). There exists an intrinsic non-linear relationship between the coherent radiation rate of a biological system and its concentration. In other words, it is possible to say, as an example, that if the number of molecules or cells in a given coherent system is increased, the rate of biophoton emission will not rise as might be

expected. The interference pattern between living organisms displays a tendency for destructive interference (sub-radiance), which results in a lower emission of photons. The opposite only occurs when the organism loses its coherence and the capacity for destructive interference. In this latter case the increase of cell density leads to a higher rate of photon emission; “delayed luminescence turns from the hyperbolic-like relaxation of normal cells to the exponential one of tumor cells” (Popp 2003b). This phenomenon states the potential application of biophoton as a functional tool for the analysis of cancer, which was the initial motivation that led Fritz-Albert Popp into this area of research.

Popp examined these theories in practice. In an experiment, a group of 250 *Daphnia magna* Strauss (see fig. 44, page 172) of the same biological characteristics (female only, of the same genetics and about the same size and developmental stage) was added, one by one, to a quartz cuvette for photon counting with biophoton measuring equipment.

Popp observed that photon counting corresponded to the theory. The results of this experiment are displayed in a diagram (see fig. 45, page 172).

The first chart shows a linear increase in photon emission during the first stage of adaptation of the organisms, but afterwards a period a deviation appears on the chart, corresponding to the effect of sub-radiance as discussed above. Strikingly, the optimal biophoton emission (or the most efficient destruction of the biophoton field outside of the animals) appears when the number of the *Daphnia* reaches 110 unities, which corresponds to the population density of *Daphnia* in the wild (Popp 2003b).

In an interview, Marco Bischof unfolded and speculated on the philosophical dimensions of

these findings. An excerpt of the interview is quoted here in extent (the complete interview is presented at the end of this book).

if you take *Daphnia* of the same age, from a certain stage of their development, will always have the same distance between them. And this distance is also a multiple of their size. If the *Daphnia* is like this size, then the distance will be two, three times this. And there are some other interesting phenomena, which led Prof. Popp to develop a theory about this. He believes that what happens is that these animals produce a field around all of them. The field possesses a certain wavelength; the animals seem to feel best when they are exactly fitting into these waves, into the pattern of the waves, when they are in phase. The interesting thing is that when they exactly fit into this pattern then you cannot measure any field. Only if the pattern is disrupted you will be able to measure light. Popp’s idea is that, and this probably applies also to human beings, we all live in a very big field which we do not perceive normally. We don’t know it is there and we cannot measure it. As long we are in harmony with this field you cannot measure anything. Only if the field is disturbed then suddenly you can measure something, because there is no more harmony. And this is probably the secret of this vacuum energy, of the zero point energy. We always live in this ocean of zero point energy, and we live in a certain pattern of this field – as long as everything is in harmony, it is like nothing, the field is like it doesn’t exist. But as soon as the harmony is disturbed, then you get these emissions, you can measure something, you can measure biophotons

and so on. This is probably how the vacuum works, how the vacuum functions. It is a fundamental field, the foundation of everything. And we are always part of this field, and we need to be in balance so there is no tension, there is no problem. But as soon as we fall out of this balance then there will be emissions, indicating a disturbance. Because the same thing happens when we measure biophotons, for instance, of healthy people, healthy organisms or organisms that aren't ill. The interesting thing is that in the highest quality organism that is very healthy there is no emission, we don't measure anything. That means at the same time that there is a high coherence and no light comes out. We also measure biophotons from food, vegetables for instance. The highest quality food is the food that has very little biophoton emission. The fact that no light is emitted means that the lights remains inside. The body and the cells are able to keep the light, to store the light, and only then when there is imbalance the light comes out. Because the healthy cell will keep the light inside.

5.8. HOW BIOPHOTON INTERACTS WITH ART – AESTHETIC IMPLICATIONS

In the context of art, perhaps one of the most interesting experiments within the study of biophotons concerns the expression of biological coherence through music, an idea proposed and realised by Albert-Fritz Popp himself. The experiment consisted of two biological samples of the dinoflagellate *gonyaulax polyedra*, optically separated by a mechanical

shutter, so that visual communication between the two samples could be controlled. Two independent photomultipliers were configured in such a manner that the samples could be photon counted simultaneously. The output of the photomultipliers was fed to an audio system, which output tones that corresponded to the correlations of the photon emission signal between the two samples. The chart here presented (see fig. 46, page 175) displays the correspondence between the two groups, and the audio recording from these experiments can be accessed online¹¹⁸. The top section of the chart displays the period where the shutter is closed and there is no visual communication and contact (no light interconnection) between the samples. As the chart shows, random bursts of photon emissions are registered despite no optical contact between the two groups of dinoflagellates. However, when the shutter is opened the random events becomes coordinated, showing evidence of coherence taking place. In the audio sample it is possible to hear dissonances in the first stage of the experiment. In the second part, after the state of coherence between the samples appears to be established, the sound becomes harmonic. “The higher the tone, the better the correlation of signals in the two samples” (Lillge 2001).

Another example of art making use of biophotonic technology was presented recently at the exhibition *Invisible Communication*¹¹⁹. The curatorial focus of this exhibition was on the way artists bring visibility and audibility to the hidden network of biological information that links human beings and the natural

118 Cf. <http://www.21stcenturysciencetech.com/articles/summ01/Biophysics/Biophysics.html>

119 Held at the ICC, Tokyo – December 6, 2007.

environment. Exploring intercommunication between insects, plants and animals, the exhibition shed light on new ecologies that are made visible by the aid of biosensors and information technology. It was in this context that the artist Ando Takahiro presented his work entitled *Bio Photon: Allelopathy*¹²⁰. He stated that:

Organisms and cells emit an extremely faint light, known as biophoton, imperceptible to the naked eye. This piece uses a photomultiplier tube (PMT) like those at the Super-Kamiokande neutrino observatory to extract the bio-photons released as a seedling sprouts. Further, the number emitted photons (light in particle form) are projected graphically, in real-time. This particular installation examines the difference in biophoton emissions between various species of plants (Takahiro 2007).

As has been discussed throughout this book, the investment in the technological apparatus as a creative platform demands experimentalism and the search for new models, so that the structure developed by the artist can unfold new metaphors and new “conversations” (Maturana 1997) with the audience. It is in this sense that the hybridisation between natural and artificial forms becomes an attractive approach to investigate the use of new technologies in artistic practice¹²¹. Exhibitions such as *Invisible Communication* appear to be suggesting that such approaches may be worthy of future attention. Unlike bioart, in which nature often stands as

the living molecular source for the creative/invasive intervention of the artist (Gassert 2007; Menezes 2007; Catts and Zurr 2007; Jeremijenko 2007), many of the works presented at *Invisible Communication* try to establish a dialogue with nature through the vocalisation of subtle biological patterns. In practice such as this the boundaries between scientists and artists becomes blurred, even if the final goal is not the same. When art is no longer considered a privilege of the artist or of a specific domain, it points to its evolution into a more autonomous form. Truly artists and artworks are found, not made. It might be possible to illustrate this assertion by taking another look at the examples of Ando Takahiro’s and Popp’s above work. Whereas *Bio Photon: Allelopathy*, as proposed by Takahiro, just scratches the surface of what is implicated in biophotonic theories, serving as an illustration for the new steps of science and technology, Popp’s experiment leads the observer into puzzling questions – such as: why do these micro organisms apparently communicate with one another? What is the implication of light in their – and our – inner lives? How do the crystallised boundaries that limit and separate living beings become softened by the notion that electromagnetic fields, among others, may interconnect our bodies and spirits?

When puzzling questions such as these are provoked in the mind of the observer, it is a sign that some sort of resonance between him/her, the artwork and the artist, is taking place. To take an analogy from the experiment with the dinoflagellates, it is as if a shutter has been opened and the state of coherence internal to the aesthetic organism started to manifest. Art could be considered as continually provoking questions, however, the new aesthetic organisms also begin to pronounce subtle answers.

120 The artwork can be seen at <https://www.ntticc.or.jp/en/feature/2007/SilentDialogue/Work/biophotonalelopathy.html>

121 The final part of this book, which is dedicated to the practice, illustrates this claim.

It is the account for coherence and the relevance of field theories in processes of biocommunication that makes biophotonic research a strong candidate as a model for aesthetics. The following section will analyse the aesthetic organism and its mode of existence in light of the concept of coherence and the field aspect of living organic matter. It is important to state that the analysis does not intend to rule out aesthetic experience by implementing a scientific model. The intention here is to demonstrate the juxtaposition of metaphors coming from apparently disparate domains; art, science and technology. Only when those metaphors are juxtaposed do the patterns highlighting new paths and horizons gain visibility. The goal of this book is to bring visibility to this map, so that future researchers can make their way.

5.8.1. FORM AND COHERENCE

Moreover, when anyone of the parts or structures, be it which it may, is under discussion, it must not be supposed that it is its material composition to which attention is being directed or which is the object of the discussion, but rather the total form. Similarly, the true object of architecture is not bricks, mortar or timber, but the house; and so the principal object of natural philosophy is not the material elements, but their composition, and the totality of the substance, independently of which they have no existence (Aristotle [645a] 1984).

It has been claimed in this book that form should be considered in the context that it was originally derived from, the field of biology.

Form is more than shape, more than static position of components in a whole. For biology the problem of form implies a study of genesis. How have the forms of the organic world developed? How are shapes maintained in the continual flux of metabolism? How are the boundaries of the organized events we call organisms established and maintained? (Haraway 1976, p. 39)

These questions are similarly applicable to the field of arts, the difference being that the probable answers shall not only inform the origins and mode of natural organisms but orientate processes of invention of aesthetic ones. "Form and process are essentially linked, logically and historically, in organisms" (Ibid.). This perspective means that instead of sustaining the prevailing dichotomy between form and process (as found in the past formalist aesthetic versus process-based aesthetics), often announced in the art and technology discourse (Mariátegui 2007; Paul 2007), it is considered here as to how form and process work together in the genesis of what has been defined as a "hyperorganism". Form shall be perceived as a result of the interactions of forces. Force precedes form, as the new science of nanotechnology has shown us (Velegol 2004). All these issues point to a fundamental question: Why and how do forces cohere in the constitution of living form? What does it mean to be a living organism?

The definition of life has been object of many (Schrödinger 1967; Dürr et al. 2002), but its essential nature is something that defeats formulas and rigid concepts. In her own attempt, Mae-Wan Ho described (Ho 1993, p. 5):

Life is a process of being an organizing whole.

It is important to emphasize that life is a

process and not a thing, nor a property of a material thing or structure. (...) Life must therefore reside in the pattern of dynamic flow of matter and energy that somehow makes the organisms alive, enabling them to grow, develop and evolve. From this, one can see that the 'whole' does not refer to an isolated, nomadic entity. On the contrary, it refers to a system open to the environment, that enstructures or organizes itself (and its environment) by simultaneously 'enfold-ing' the external environment and spontaneously 'unfolding' its potential into highly reproducible or dynamically stable forms.

Thus, organisms could be defined as

(...) coherent space-time structures maintained far from thermodynamic equilibrium by energy flow. This enables them to store and mobilize energy with characteristic rapidity and efficiency (Ho 1993, p. 155).

Coherent organisms become individuals, a whole.

(...) an individual is a field of coherent activity. (...) individualities are spatially and temporally fluid entities, in accordance to the extent of the coherence established. Thus, in long-range communication between cells and organisms, the entire community may become one when coherence is established and communication occurs without obstruction or delay (Ibid., p. 179).

These ideas link us to Simondon. What Simondon means by concretization or individuation is similar to the way organisms or technical objects become coherent. Whereas organisms are coherent by nature, technical objects become

coherent through a process of invention and concretization. This process depends on states of resonance between the dynamics of internal mental and physical operations and that of the object being created. Resulting from this insight, it could be assumed that the creation of art objects correspond to the invention of coherent wholes that are linked to the artist by their internal resonance (see fig. 48, page 181).

[T]he entire activity of the living being is not, like that of the physical individual, concentrated at its boundary with the outside world. There exists within the being a more complete regime of internal resonance requiring permanent communication and maintaining a metastability that is the precondition of life. (...) The internal resonance and the translation of its relation to itself into information are all contained in the living being's system (Simondon 1992, p. 305).

Based on Simondon, we could name the awareness to that internal resonance, affect. This allows to the argument here to infer that the creation of artworks may imply the formation of affective bonds. In that sense, it could be suggested that interaction might be reviewed in terms of affective interconnection or interaffectivity. It would not be dependent exclusively on aspects of reciprocal actions between man-machine in the technical level, but between levels of resonance, an affective level. It is not a "melding of technology and aesthetics" (Krueger 1991, p. xii) but an entanglement of aesthetics and "technicity".

We have called the creation of technologically assisted artwork hyperorganisms. Hyperorganisms are coherent wholes that could be said to be individuals continually striving

against death through a process of concretization. They emerge from and respond to a field of forces (mental, physical, affective) that informs and gives them form. They could be regarded as carriers of informed energy. Hyperorganisms work, metaphorically, as a form of DNA that furnishes the aesthetic organism with its identity. Like in biophotonic theory they could be thought of as the structure that makes the aesthetic organism resonate in a certain “tune”. As such, they are set in resonance with the artist and are invented in order to perform coherent “structural couplings” (Maturana 1997) with their milieu. It is only in their encounter with the observer that they come into real existence (see fig. 47, page 181). Hyperorganisms act as a whole but are formed of a combination of “elements”, which define its transductive capacity and general behaviour.

In Simondon’s terms the elements of a technical object are the “true carriers of [technicity]¹²², just like seeds that carry along the properties of a species and are to remake new individuals” (Simondon [1958] 1980, p. 86)¹²³.

122 The original French word is “technicité”. Despite the fact that the English translation have used the term “technicality” we have adopted the term “technicity” in the same way it has been translated by some scholars (Stiegler [1994] 1998; Mackenzie 2002)

123 For instance, an open source microcontroller, such as Arduino (Arduino 2006) or the codes of a programme made available on the internet, when applied in the construction of a new hyperorganism, transfer to the new one some technicity of the old. Another example is hyperorganisms that explore hybrid configurations of natural and artificial systems in its constitution (artists working with plants and technological systems, for instance). Technical solutions for the coupling of natural and artificial systems can be transferred to the body

Individuals are produced by invention, which brings elements together to form individuals. Invention, which is the creation of an individual, presupposes an *intuitive* knowledge of the [technicity] of elements in the inventor. Invention takes place on a middle level between the concrete and the abstract, the level of diagrams, which implies and earlier existence and a coherence for its representations – those images that mask [technicity] with a layer of symbols which are part of an imaginary methodology and imaginary dynamics.

5.8.2. THE OBSERVER AND NEGATIVE ENTROPY

Having established the relation between the hyperorganism and its creator, it is now possible to consider the observer. In order to do this it is necessary to understand a little more about how a living organism appears to an external observer in the perspective outlined in this book. From an organic point of view “(...) a coherent system is totally transparent to itself as all parts of the system are in complete, instantaneous communication” (Ho 1993, p. 167). This means that a coherent living system “*knows itself completely*” (Ibid., italics in the

of new individuals through the use of specific elements (biosensors, PMTs, CCDs, etc). This way, hyperorganisms evolve and develop lineages of new beings in which old elements and new ones are rearranged into new configurations in order to function synergetically. It is important to pay attention to this fact as it might be used as curatorial lines in which hyperorganisms could be selected by their corresponding technicity, meaning and their essence as technical individuals.

original). The level of entropy in such a system is set to a minimum. Thus, "the entropy of the living system can be expressed in terms of its deviation from coherence" (Ibid.). However, although a given system is coherent, to the eyes of an external observer its internal state is completely opaque, therefore highly entropic (see fig. 48, page 181).

With the above considered it is possible to again look at Flusser and his definition of art as the "human activity that aims at producing improbable situations" (Flusser 2002c, p. 52). The role of the artist is to provide potential situations that will become significant and informative to the observer. Information, therefore, is not given beforehand but is achieved by differentiation. This understanding matches the definition of information proposed by Bateson ([1972] 1987, p. 386); "the difference that makes difference".

Knowing, in this context, could be considered a process of minimising entropy, or optimising information. To become knowing is to become coherent with the system, or as mystical traditions used to say, to become *one* as a whole.

This is exactly what is central in biophotonic research. What is fundamentally proposed by biophotonic theory, put in a very simple manner, is that all living systems have the capacity to establish a coherent network of communication, so that in any given organism, each cell, each molecule, is coupled by resonance in a way that the whole system "knows" holistically and has immediate information about all of its parts. Biophotonic research understands that the bond that integrates the whole organism is made of a field of light. Diseases and incoherencies cause the breaking of that bond. When the internal couplings of a living system are broken, light stops being stored on the cells and becomes visible. At that moment the whole

body works in unison in a process of healing. If this scientific concept is transported to the domain of art, a strong metaphor is formed that reframes art in terms of living organisation.

Artworks in many ways are strange creatures; at first glance they are never completely understood. Flusser would state that they are informative as they stand out of habit. However, if entropy is taken as the measure of the level of disorder in a physical system then we are led to a paradox; artworks being out of order means that they are actually highly entropic. This paradox may be the result of an old dichotomy: object-subject.

(...) western science is premised on the separation of the observer as disembodied mind from an objective nature observed.(...) This is also the origin of the subjective-objective dichotomy, which when pushed to its logical conclusion, comes up against the seemingly insurmountable difficulty that in order to have sufficient information about the system, one has in effect to destroy it (Ho, 1993, p. 314).

The dichotomy of object-subject prevails when an observer isolates him/herself outside of the observed. However, it is the argument of this study that artworks are not systems to be observed this way. They may be strange creatures but they are part of the observer's knowledge already, since the artwork was invented by the artist with the observer in mind as a fundamental component of its scheme. The artist is the very first observer of his/her creations. They are strange in the same way diseases are strange to one's body, but in fact are manifestations of the body when it is found out of its balance. Only by overcoming the object-subject dichotomy can an artwork be fully experienced.

The artwork is born as a strange corpus part of a potential aesthetic organism. It is strange in principle as it is found out of coherence with the observer. Alike to what occurs in biophotonic phenomena, it is an organism calling for attention; its physical presence manifests intensely. If it calls for the observer's attention, as it may, an exchange takes place. The role of the observer is to engage in that conversation. As the dialogue develops both organisms get to know each other and become a coherent whole. At that moment the level of entropy within the artist-artwork-observer system decreases, whilst the level of information maximises (see fig. 49, page 184). Just as biophotonic theory predicts, when the state of coherence of an organism is established the level of communication is optimised. This is the moment when system and observer becomes one. This may explain the state of immersion and timeless flow reported in spiritual and aesthetic experiences (Zics 2008). The reason for this occurrence is due in part to another important component intrinsically related to coherence: time. As living organisms are a "coherent space-time structure" (Ho 1993, p. 167), Mae-Wan Ho suggests that "time itself is generated by process, specifically by the incoherence of action" (Ibid.). During the experience of coherence, time collapses or disappears completely.

5.8.3. ART AS A FIELD PHENOMENON

It is now possible to conclude the analysis suggesting that similarly to a living system, the aesthetic organism emerges from a process striving towards coherence. The boundaries of the aesthetic organism are delimited by the field of coherence, which manifests from

the interplay of three subsystems: the artist, the artwork and the observer. We have called this field an "integrative field" or, an iField (see fig. 50, page 186), and the artwork a hyperorganism.

The iField is what provides the form of the aesthetic organism, defining what has been defined as its "aesthetic membrane". The aesthetic membrane represents the space-time in which the aesthetic organism manifests. It is not dependent to the physical environment, despite the fact that it resonates to it through the subject matter¹²⁴. The aesthetic membrane defines the morphology of the aesthetic organism in affective terms. It is the dimension in which all resonances manifest and the immaterial link between the artist, the hyperorganism and the observer occurs. If the memory of the hyperorganism is allocated in the elements that constitute its body and transductive capacities, the memory of the aesthetic organism is stored within the iField and it is transferred by resonance of its membrane. Therefore, it would not be inadequate to say that the memory of the aesthetic organism is transferred by morphic resonance (see fig. 51, page 186), a concept sympathetic to the idea suggested in the 1980s by the British scientist Rupert Sheldrake.

Morphic resonance finds its roots in the work of organicists and the concept of "morphogenetic fields" developed by Alexandre Gurwitsch (1922) in Russia, Hans Spemann (1924) in Germany and Paul Weiss (1929)¹²⁵ in Austria and explored further by the British biologist Conrad Hal Waddington with the idea of the existence of active "individual fields" in the formation of organs (Waddington 1957).

¹²⁴ Cf. section "The subject matter".

¹²⁵ Cf. book "*Principles of Development*".

The principle of morphic fields was further developed by Sheldrake in his book *The Presence of the Past* (1988), in which he claims that the nature of all things are informed by fields. Those fields, which he called “morphic fields”, he defines as the “field of information”.

Morphic fields, like the known fields of physics such as gravitational fields, are non-material regions of influence extending in space and continuing in time. They are localized within and around the systems they organize. When any particular organized system ceases to exist, as when an atom splits, a snowflake melts, or an animal dies, its organizing field disappears from that place. But in another sense, morphic fields do not disappear: they are potential organizing patterns of influence, and can appear again physically in other times and places, wherever and whenever the physical conditions are appropriate. When they do so, they contain within themselves a memory of their previous physical existences (Sheldrake 1988).

Biological field theories became quite accepted as working models in the period from 1920 to 1950 (Bischof 1998, p. 136). They worked as a counter-movement to the mechanist-reductionist programs. However, the affirmation of the field of molecular biology, supported by the Rockefeller Foundation, established a more reductionist approach with an emphasis on molecular and physicochemical aspects of physiology, which orientated researches from 1950 onwards (Kay 1993).

Sheldrake’s theory of morphogenetic field and morphic resonance has little support in the mainstream science. One of the first critics

of his theory, Sir John Maddox, published in September 1981 an editorial in the prestigious scientific journal *Nature* damning Sheldrake’s book *A New Science of Life: The Hypothesis of Causative Formation* (1981). In the editorial he wrote:

Sheldrake’s argument is an exercise in pseudo-science.(...) Many readers will be left with the impression that Sheldrake has succeeded in finding a place for magic within scientific discussion—and this, indeed, may have been a part of the objective of writing such a book (Maddox 1981 cited in Freeman 2005a).

In support of the openness to radical innovative thinking, the editorial received many letters of protest, one of which was from the Nobel Laureate quantum physicist Brian Josephson. On the letter he stated that “the fundamental weakness is a failure to admit even the possibility that genuine physical facts may exist which lie outside the scope of current scientific descriptions” (Josephson cited in Sheldrake 1981, p. 21).

Whereas in the field of biology the theory of morphic resonance is regarded as pseudo-science, in the field of art it provides a strong metaphor and a robust conceptual model to understand the evolution of aesthetic organisms. In order to gain acceptance in the scientific community the theory of morphic resonance must reveal the “occult” chains of cause and effect that informs matter. In the model for aesthetics as proposed in this book, the invisible forces that engender the appearing of new hyperorganisms and the consequent morphogenesis of aesthetic form are felt as affective fields. As in the morphic fields proposed by Sheldrake,

they could be defined as “non-material regions of influence extending in space and continuing in time”, and that “they are localized within and around the systems they organize”. In fact, this could be a definition of art. Like a morphic field, an aesthetic organism does not disappear completely but remains potentially organised as patterns of influence that manifest here and there. This is how its memory is defined; aesthetic organisms “contain within themselves a memory of their previous physical existences”.

Hyperorganisms are processes of coherence. Unlike natural organisms they move towards coherence via a process of concretization. As part of an aesthetic body, subject to the interactions of the observer, their state of coherence is always fluctuating in a metastable fashion. This is what gives them their liveness. Hyperorganisms become alive by manifesting their capacity to shift between states of coherence and incoherence.

It has been understood and argued in the present research that coherence is the nuclear point in which aesthetic organisms can be pushed forward, where the development of creativity can achieve the highest degree of freedom. Now we are able to answer the question in regard to Flusser’s claim of experimentalism. What does it mean, in practice, being experimental with the apparatus¹²⁶? To be experimental with hyperorganisms means to push the boundaries of their level of coherence; to introduce new models to inform their prosthetic bodies, shifting their transductive elements in order to produce new modes of individuation.

Since the very beginning of the present research we have thought of dialogues between

natural and artificial forms. These possible dialogues are in truth microcosmos of our own condition, as human beings sharing hybrid environments with artificial systems. These ideas have pervaded the whole development of the present study and have subsequently informed its practice. After the extensive discussion presented herein we see clearly the potential of hybridisation. Hybridisation means the potential for mutual exchange of knowledge. The hybridisation of natural and artificial forms implies the crossing over of coherence from different nature, the inborn coherence of natural organisms with the invented coherence of artificial ones. This takes the form of a mutual symbiosis. The artificial organism has a great deal to learn with the coherences of natural *poïesis*, and, if technology is a way of revealing, it may disclose patterns still concealed within the mysteries of nature (see fig. 52, page 189).

The ideas presented upon here were the motivation for the art practice that is documented in the next and final part of this book.

126 Cf. section “Being experimental: hacking the apparatus programme”

PART IV: NATURE

LEAVES SYSTEM - PRACTICAL WORK

6. LEAVES SYSTEM PROJECT

Leaves System is the umbrella title for a series of art projects that encompass the body of practice developed in the course of the present study. This section reports on these practices through the two sub-sections “Background” and “Works”. “Background” introduces research in the study of plant life and their biocommunicative capacities. This study is focused on the work of Sir Jagadish Chandra Bose and Cleve Backster. The aim is to inform the conceptual influences that permeate the practice, whilst also introducing the belief system through which plants are considered in the approach outlined throughout this book. Following the argument developed throughout this research, *Leaves System* intends to explore new models of communication between plants and humans through hybridization of plants and artificial systems.

The section “Works” describes the projects *Equilibrium*, *Happiness*, *Ephemera* and the major artwork of this series, *Breathing*.

6.1. BACKGROUND

Leaves System is an art project investigating notions of biocommunication. The goal is to develop a dialogical¹²⁷ system in which plants

¹²⁷ Dialogical in the same sense of the term *dialogism* as proposed by Eduardo Kac in reference to his works of art created with telematic media. As he states, such works are “communication events in which information flows in multiple directions. These events aim not to represent a transformation in the structure of communication but to create experience of it”, and proposes “that new insights can be gained by examining artworks that are themselves real dialogues, that is, active forms of communication between two living entities” (Kac 2005).

play a fundamental role as sensitive agents. This research has been oriented by the cultural analysis of technology and the way it has hybridized with natural organisms, blurring the boundaries that delimit natural and artificial domains. This collection of work uses physical computing to explore plants as biotransducers for the creation of aesthetic experiences.

6.1.1. WHY PLANTS?

Plants have been around us since the very beginning of humanity, predating human beings on earth. Plants are living organisms, but due to their apparent lack of movement humans tend to take them for granted as passive natural objects. However, for more than one century it has been known that plants are in constant action. In "The Power of Movement in Plants" (Darwin 1880), Charles Darwin describes a hundred experiments he performed on numerous species of plants that demonstrated, through relatively simple procedures, the plant's movement¹²⁸ (see fig. 53, page 193).

¹²⁸ "Darwin accomplished this by attaching one end of a thin glass filament to a plant with a small bead of black wax, or a small paper triangle attached to the other end of the filament. Several inches behind the plant he placed a piece of paper on which he drew a small dot. He then placed a piece of glass several inches in front of the plant. By viewing the plant through the glass with one eye and moving his head until the wax ball was in the line of site with the dot on the paper, he could then mark a dot on the glass such that it was in line with the reference spot and the wax ball. He would then record the time next to the mark he just made. By observing the plant the same way at different times, it was possible to detect even very small movements by observing the displacement of the dots drawn on the glass. By

Nowadays, through the use of powerful digital cameras and interval recording functions, it is simple to create time-lapse movies of plants, enabling the perception of these lively beings around us. In some manner, this may be thought of as putting on a new pair of glasses that allows us to view nature in a different way. Nevertheless, what does this say about the sentience of the plants? Do plants feel? How do they respond to the environment? Brazilian popular culture feeds the belief that plants are instruments of protection and cure. Some cultures in Brazil consider *Sansevieria cylindrica*, known in Brazil by the popular name of *Espada de São Jorge*, as house "protectors" (like a natural safeguard for your home). When arranged side by side it blocks negative energies – is what says the popular belief. *Ruta graveolens*, the scientific name of *Arruda*, is considered an efficient agent against envy and is used for purification and defence. It is a common expression to say that people who appreciate gardening are "green thumbed", meaning that such people are attuned to plants and vice-versa. These concerns raise the following questions: if plants can feel, do they have a nervous system? What does science have to say about it? The pioneering work of Jagadish Chandra Bose may provide some illumination to this discussion.

changing the distance between the plant and the glass, it was possible to change the magnification of the movements. It is interesting to notice the aesthetical value of such method" (Hangarter 2000). The drawings made by Darwin were possibly one of the first results of such a collaboration between a man and a plant.

6.1.2. THE WORK OF SIR JAGADISH CHANDRA BOSE

Sir Jagadish Chandra Bose (1858-1937) is considered the first Indian scientist to be recognised internationally. He achieved results on a level rarely attained in physics, vegetal and animal physiology and psychology (Geddes 1920). Bose may be considered one of the first biophysicists "before biophysics exist as such" (Bischof 2003). In his research Bose intersected various domains of knowledge, anticipating a hundred years in advance the interdisciplinary mode of enquiry that is recurrent nowadays. Bose was born in Mymensingh, Bengal, and attended St. Xavier's, a Jesuit College in Calcutta where he received a B.A diploma. Completing this diploma allowed Bose to travel to London to study Medicine. For health reasons, however, he was forced to stop his studies and decided to leave London and take Science at Cambridge, where he was awarded a scholarship and graduated in natural science in 1884. With this education Bose returned to Calcutta and was appointed Professor of Physics at Presidency College (Gueddes 1920, p. 28; Parry 1997).

J. C. Bose's research career could be outlined in two main fields of inquiries: physics and plant physiology. His investigations into the physics started in 1884 and were centred on the work of the German physicist Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). Hertz managed to produce electric waves, which were predicted mathematically by James Clerk Maxwell (1831-1879) twenty years before, and demonstrated similar properties between electromagnetic and light waves. Hertz applied wavelengths of 66cm, however, Bose carried out experiments at wavelengths as short as 5 and 6mm

(nowadays commonly known as microwaves). In a small laboratory in the Presidency College in Calcutta, he managed to produce experiments involving waveguides, horn antennas¹²⁹, dielectric lens, polarizes and semiconductors at frequencies as high as 60GHz. Bose performed investigations into wireless transmissions¹³⁰ before Marconi, improving the form of the "coherer", the first device used to detect radio signals in wireless telegraphy¹³¹.

Working to refine the sensibility of his receivers, Bose came across the phenomenon that came to be christened the "electric touch" (Geddes 1920, pp. 72) or "contact-sensitive-ness". In discovering this phenomenon Bose also observed that the molecular structure of all metals changed under electric radiation, causing the material to present what he called "fatigue"¹³². Carrying out successive experiments between 1900 and 1902, Bose showed that metal, animal muscles and plants present similar reaction curves under the effects of fatigue, stimulus or depression when caused by electric waves or poisons. These findings opened

129 A horn antenna is used for the transmission and reception of microwave signals.

130 In 1895, in a public lecture in Calcutta, Bose demonstrated the capacity of electric rays to travel from one room to another 75 feet away from the radiator. To perform this experiment he assembled a set of transmitters, antennae and receptors that could be considered the embryo of what would turn out to be modern wireless telegraphy, developed by Oliver Lodged and Marconi.

131 Its operation is based upon the large resistance offered to the passage of electric current by loose metal filings, which decreases under the influence of radio frequency alternating current." (Jenkins 2006)

132 Today, this is well-known as the mechanic fatigue of metals.

a newly-widened field of research¹³³ that led Bose to investigate similarities between the behaviour of inorganic and organic matter. In a paper read at the International Congress of Physics in Paris, for the first time Bose presented scientific research that “compares and parallelises the responses to the excitation of living tissues with those of inorganic matter” (Geddes 1920, p. 88). Bose believed in continuity between the living and nonliving. In the paper presented to the Congress he concluded:

It is difficult to draw a line and say, ‘here the physical phenomenon ends and the physiological begins’, or, ‘that is a phenomenon of death matter, and this is a vital phenomenon peculiar to the living.’ These lines of demarcation would be quite arbitrary (Ibid.).

In the course of his research, Bose was gradually crossing from the field of physics to biology. From 1903 onwards his research was completely devoted to plant physiology. Bose’s main inquiry was whether or not ordinary plants and their various organs were sensitive to mechanical or other kind of stimuli. At that time, it was best known among plant physiologists that *Mimosa Pudica* responds to irritation by a sudden fall of the leaf as a result of pulvinus contracting.

133 Bose’s investigations into metal’s molecular structure response to electric radiation led him to the question of “obtaining photography without the action of light”. In 1901, he enclosed a section of a stem in a light-tight box with a photographic plate, activating the assembled parts under the action of an electromagnetic field. Through this experiment he succeeded in producing a clear impression of the leaf structure on the photographic plate without the intervention of light. This occurred before 1939, when the Kirlian photo was developed by Semyon and Valentina Kirlian.

Bose noted that the contraction, despite being small, was magnified by the leaf-stalk. Thus, he wondered if such contraction would be present, but not perceivable, in ordinary plants. To test his hypothesis he worked on a magnifying device that could be attached to an ordinary plant. Bose discovered that ordinary plants respond to stimulus through distinctive contractions, driving his future investigations into plant response by methods of measurement and registration. From this period onwards he developed many apparatuses to plot mechanical and electrical responses of plants to stimulus. “The Optical-Pulse Recorder”, “The High Magnification Crescograph” or “Resonant Recorder”, along with galvanometric evaluation, allowed him to achieve precise plots of very short time intervals, hence enabling him to see beyond the lines of prevailing theories in plant physiology of this time (see figs. 54, 55, 56, page 197).

Bose concluded that some sort of nervous mechanism, based in protoplasmic changes that are similar to occurrences in animals, was present in plants¹³⁴. This claim opposed the prevailing view that the transmission of excitation was merely due to the movement of water in the plant. After his death in 1937, some of his outstanding theories in plant cell became obscure; however, nowadays they are seemingly being re-evaluated by science.

He was the first to recognize the ubiquitous importance of electrical signalling between plant cells in co-ordinating responses to the environment. He may have been the first to discover electrical ‘pulsations’ or

134 A full account of Bose’s theories and experiments on this subject is found in his book *The Nervous Mechanism of Plants* (Bose 1926).

oscillations in electric potentials and he proved that these were coupled with rhythmic movements in the telegraph plant *Desmodium*. Bose theorized that regular wave-like 'pulsations' in cell electric potential and turgor pressure were an endogenous form of cell signalling. He put forth a radical theory for the mechanism of the ascent of sap, based on electromechanical activities of living cells (Shepherd 1999).

6.1.3. PLANTS AS SENTIENT BEINGS

Even if they possess some sort of nervous system, as claimed by J. C. Bose, plants do not appear to present most of the physiological attributes of perception, the so-called five senses, as found in humans. This belief has been challenged in much scientific and non-scientific literature (Bose 1926; Backster 1968; Bolton 1974; Tompkins and Bird 1973; Coghlan 1998; Britton and Smith 1998; Arantes 1999; Retallack 1973; Abramson et al. 2002; Backster 2003; Karban and Shiojiri 2009) and prominently by the interventions of Cleve Backster in the 1960s. To designate the phenomenon by which plants appear to demonstrate an attunement to the environment and other living beings, Backster used the term "primary perception". The "Backster Case", as it became known in the scientific community, is considered by many scientists as a pseudoscience. In the field of arts, however, it has inspired many relevant experiments and initiatives¹³⁵. The following paragraphs will discuss Backster's experiments and the field opened by his research.

135 Addressing directly the work of Backster and the phenomenon of primary perception, the curator Aaron Gach organised the exhibition *Psychobotany* in 2007.

During the 1960s, Cleve Backster, America's foremost lie-detector examiner, became famous after an experiment that accidentally observed biocommunication with plants. Backster used, speculatively, lie-detector equipment to measure how long it would take for water poured into the plant-pot to reach the top leaves of his office plant, a *Dracaena Cane*. He was surprised when the instrument's recording showed traces resembling human response to emotional stimulation. As a consequence of these results Backster started thinking about how he could threaten the plant's well-being, influenced by his expertise as a trained lie-detector examiner.

(...) the imagery entered my mind of burning the leaf I was testing. I didn't verbalize, I didn't touch the plant, I didn't touch the equipment. The only new thing that could have been a stimulus for the plant was the mental image. Yet the plant went wild. The pen jumped right off the top of the chart. (...) From that split-second my consciousness hasn't been the same. My whole thought process, my whole priority system, has been devoted to looking into this (Backster 1997).

From the 2nd of February 1966 onwards Backster adjusted his routine to incorporate research into what he soon began to call primary perception. What followed was the transformation of his office into a modern scientific laboratory where he carried out a succession of systematic experiments into plant perception, extending his research to the level of cellular communication. A full account of this research can be found in his book *Primary Perception* (Backster 2003).

The scientific evaluation of Backster's work in bio-communication lies within the repeatability of his experiments. Some of the attempts in replicating his results have failed. Some of these points from the "Backster Case" shall now be taken into consideration.

Backster's research did not begin with a concern as to whether or not plants and other living organisms are attuned to one another, or even the way they do such things. It shall be remembered that Backster "had never conceived of becoming involved with 'bio-communication', as the cutting edge of consciousness research" (Backster, p. 11); he was put into this field by chance, and his consciousness has changed to accept his role from the moment he believed he touched on something that was unfamiliar, and developed his own method of investigation.

The main criticism of Backster's work lies with repeatability. In his defence he claims:

The events I've seen must be spontaneous. If you've thought them out in advance, you've already changed them. It all boils down to a very simple thing: repeatability and spontaneity do not go together, (...) There have been a few attempts by scientists to replicate my work with the brine shrimp [when he registered plant reaction to live shrimps fallen down in a boiling water in an automatized experiment], but these have all been methodologically inadequate. When they learned that they had to automate the experiment, they merely went to the other side of a wall, then, used closed-circuit television to watch what's going on. Clearly, they weren't removing their consciousness from the experiment (Backster 1997).

The work of Backster fits well into the issues of consciousness studies. It has resonance with the work of Sheldrake and the concept of morphic resonance (Sheldrake 1999; Sheldrake and Pam 2000) and Pribram's holomonic model, which claims that were human beings able to see the world without the focus (and restrictions) of our sensory apparatus, the world would be felt as resulting from a holographic experience (Pribram 1969; Swanson 2005). However, perhaps most importantly, there is a particular quality shared with the roots of cell communication research, as found in Alexander Gurwitsch's experiments with onion roots. This interconnected field of resonances is what gives Backster's notion of "primary perception" value as a possible model to be explored in the context outlined by this research.

6.1.4. GENERAL CONCEPT

The project *Leaves System* consists of four artworks in which the relationship between plants and humans are explored poetically. *Happiness* and *Ephemera* are videoart. They resonate with past exploratory experiments by the author in the field of video art and screen-based media. These works shall be seen as a mode of enquiry into the realm of plants and helped to engross the author into this subject. Both works deal with the movement of plants enhanced by time-lapse video techniques.

Equilibrium and *Breathing* are hyperorganisms that are constituted from a technical object hybridized with a natural system, in these cases a plant. To a certain extent it could be said that the plant is a "natural" element in the body of the technical system. Therefore, these projects explore hybrid modes of coherence

through the dialogue between natural and artificial forces. *Breathing* invests in the examination of plants as sentient beings for exploring processes of bio-communication in arts. The plant responds to the observer's breathing attributes, providing a new phenomenological and conceptual dimension to the issue of interaction and contributing to heightening the experience of the artwork to the affective layer.

6.2. ARTWORKS

6.2.1. HAPPINESS

6.2.1.1. DESCRIPTION

Happiness (see fig. 57, page 201) is an experimental video in which a performer interacts with animated drawings of imaginary beings and plants. *Happiness* emerged from an envisioned interconnection of plants and humans. The work consists of animations and time-lapse movies of plants projected onto the performer's body. The video is experimental and kept in low resolution as an attempt to increase the level of intimacy between the images and the audience. *Happiness* was invited for the exhibition *The Intertwining Line: Drawing as Subversive Art* at Cornerhouse, Manchester, United Kingdom, in 2008.

6.2.1.2. PRODUCTION DETAILS

Performance: Zosia Sozanska.

Music: Sofie Loizou – "Lost" (featuring Natalia Grosiak).

Time-lapse movie of plants: Roger P. Hangarter.

6.2.2. EPHEMERA

6.2.2.1. DESCRIPTION

The projection of time-lapse movies of plants on the body in *Happiness* lead to a second video called *Ephemera* (see fig. 58, page 201). *Ephemera* expands the investigation about plants into the context of art, technology and humans. In the arts, as well as in nature, light always has been a fundamental component. In this project the element of light was taken as the metaphor, as well as the physical path that merges human beings and nature in a single landscape. In a world mediated by technology, art endures as one of the key actions for reconciliation between human intuition and the vital energies concealed in nature. Plants are alive and in motion, but they exist in a mode of being that means many of their behaviours escape human perception. *Ephemera* builds its poetic upon these different temporalities to create a space in between. Its metaphor aims to bring visibility to such an interstice in which new forms of being may occur. More than transforming the human skin in a sort of organic screen, *Ephemera* is rather using light as a medium for amalgamating beings of different nature but which might share an inner connection: organic life.

6.2.2.2. PRODUCTION DETAILS

Sound designer: Eduardo Coutinho.

Time-lapse movie of plants: Roger P. Hangarter.

Participants: Aga, Bruna Alves, Jenny Lali Krotozinsky, Leandro Costalonga, Maria Campbell, Maria Aline, Patrícia Freire, Sana Murrani, Thiers, Theo.

6.2.3. EQUILIBRIUM

6.2.3.1. DESCRIPTION

Equilibrium (see fig. 59, page 203) is described in the Part II of this book, in the sub-section titled "Equilibrio".

6.2.3.2. EQUILIBRIUM ARCHITECTURE

Equilibrium is based on an electronic circuit that gives the artificial system its "photovore" qualities. "Photovore" is a chief characteristic of certain BEAM robots¹³⁶ (Tilden 2000; Hrynkiw and Tilden 2002), recognised by their behaviour of searching for light. The artificial mechanism employed in *Equilibrium* behaves following an inversion of that principle. It avoids light. As the artificial system and the plant are set in balance, yet in geometrical opposition (see fig. 58, page 201), in avoiding the light source the structure rotates on its axis and exposes the plant to the light. The conversation with the observer occurs according to the way he/she interposes him/herself in between the light source and the hyperorganism.

6.2.4. BREATHING

6.2.4.1. DESCRIPTION

Breathing (see fig. 60, page 205) is a work of art based on a hybrid creature made of a living organism and an artificial system. This hyperorganism responds to its environment through movement, light and the noise of its

¹³⁶ BEAM robotics is an acronym for Biology, Electronics, Aesthetics, and Mechanics.

mechanical parts. Breathing is the best way to interact with the creature. This work is the result of an investigation into plants as sensitive agents for the creation of art. The intention was to explore new forms of artistic experience through the dialogue of natural and artificial processes. Breathing is a pre-requisite for life, and is the path that links the observer to the creature. *Breathing* is a small step towards new art forms in which subtle processes of organic and non-organic life may reveal invisible patterns that interconnect us. It is a work of art driven by biological impulse. Its beauty is neither found isolated in the plant nor in the robotic system itself. It emerges at the very moment in which the observer approaches the creature and their energies are exchanged through the whole system. It is in that moment of joy and fascination, in which we find ourselves in a very strange dialogue, that a life metaphor is created. *Breathing* is the celebration of that moment.

6.2.4.2. CONTEXT

In the 1960s the Brazilian artist Lygia Clark created a series of geometric structures made from metal plates of different sizes and formats joined together by hinges. These modular creatures needed to be manipulated by the viewer as a condition to unfold its numerous formal possibilities. This series was called *Bichos* (Animal, Beasts).

When asked about how many movements *Bichos* could do, Clark answered categorically: "I don't know, you don't know, but he knows..." (Clark 1980, p. 17).

From the past 61 years we have seen in art a move from the creation of objects to hyperorganisms. New creatures arising from the intersection of art, science and technology have confirmed Lygia's suspicion, answering

autonomously to the observer's enquiry. Maybe it is now time to shift the question to understand the nature of these new organisms. The correct question should be, not about how many movements the creature can make or how many forms it can take, but in fact: What are these new creatures, made of organic and artificial parts, trying to say?

Breathing resonates with Clark's prediction that the "relationship between artwork and spectator – in the past virtual – becomes effective" (Ibid.).

6.2.4.3. BREATHING ARCHITECTURE

Breathing is based on monitoring the electro-conductivity of the plant's leaves and uses the data as variables to feed an interactive system. The driven idea of this project was the use of plants as biological sensors. In order to do this, firstly an electronic circuit designed by Lucas George Lawrence¹³⁷ – published at *Popular*

137 Lucas George Lawrence was an electronics specialist employed as an instrumentation engineer for a Los Angeles space-science corporation. He was involved in a project to develop jam-proof missile components and came across the idea that using plant tissue as transducers would give the best results. He thought "that living plant tissues or leaves were capable of simultaneously sensing temperature change, gravitational variation, electromagnetic fields, and a host of other environmental effects – an ability no known mechanical sensor possessed" (Theroux 1997). It is worth mentioning that his investigations introduced Lawrence to the work in cells communication developed by Alexander Gurwitsch (Cf. section Biophoton historical background). Based on Gurwitsch's work and with the understanding of Cleve Backster's experiments with plants and polygraphs, Lawrence started developing various psycho-galvanic analyzers to detect responses in plants.

Electronics in June 1971 – was adapted. The core of the circuit is a Wheatstone bridge, a combination of four resistors, as shown in image (see fig. 61, page 208).

In such an arrangement, if we keep the balance of two legs of a bridge circuit, meaning that the ratio of the two resistances in the leg (R_2 / R_1) is equal to the ratio of the two resistances in the leg (R_x / R_3), then, the voltage between the two midpoints D and B will be zero¹³⁸. However, considering R_x is a variable resistance, it turns out that variations in the value of R_x will correspond to changes in the voltage between the points D and B. It is exactly this that is of interest in this system.

Replacing R_x with the plant leaf (see fig. 75, page 208) enables the measurement of small variations in the leaf's electrical conductance. The plant acts as a biological variable resistor. So, small changes in the leaf's conductance will disrupt the balance of the bridge and will be readily detected by the appearance of an equivalent voltage between the points D and B.

Since the variation of voltage at D and B is in the order of millivolts, the second stage of the Lawrence's circuit uses a general purpose operational amplifier to magnify this small voltage by a thousand times. This allows for the reading of an analogical signal as output, ranging between 0 and 5 volts. This signal is applied to Arduino¹³⁹, a microcontroller, in order to be translated in sound, movement and lights.

138 Cf. Wheatstone Bridge (Bridge 2006).

139 Arduino is "an open-source physical computing platform based on a simple i/o (input/output) board, and a development environment for writing Arduino software" (Arduino 2006).

7. CONCLUSION

Throughout the present study four domains of knowledge – art, technology, science and nature – have been reviewed, in accordance to the central concepts of resonance, coherence and integrative field. These concepts were articulated in order to provide a new principle for aesthetics for the purpose of overcoming the predominant mechanistic thought in the confluence of the domains of art and technology. The goal of this study was to shift attention to concepts such as immateriality, interconnectivity and immersion, going beyond the technocentric discourse and reframing these issues as inherent attributes of the aesthetic experience.

In order to tackle this, it was necessary to develop a new theoretical framework and new specific concepts such as “iField’ and “hyperorganism”. Also some considerable philosophical moves were necessary. The concept of “apparatus” opened this book’s analysis and provided a framework to understand technological issues beyond the typical discourse of digital new media. Vilém Flusser pointed to the importance of experimentalism as a strategy of freedom and emancipation in the dialogues developed with technology. This initial discussion allowed the argument to open the apparatuses “black-box” (Flusser 1984) and to expand the analysis of the “operator-apparatus” into a more dynamic complex, the artist-artwork-observer triad.

Gilbert Simondon provided the theoretical framework to analyse the contemporary invention of technological objects in the context of art. Simondon’s theory was fundamental in situating the locus of invention as an intervention in the process of concretization of technological beings. Nature and culture could be

said to be interlinked by coherent processes of resonance.

The present study re-examined the concept of form, supported by a Gestalt analysis as provided by Rudolf Arnheim, so that the notion of form, process and behaviour could be reintegrated. This move was fundamental to understanding the space-time of aesthetic experiences as a diagram of forces. It also establishes the conceptual bridge between aesthetics and biology through the notion of an integrative field.

The principal intention of the present research has been to establish an integrative model of aesthetics. This intervention was thought to be necessary because it is only through the process of integrating actions, ideas, discourses and practices into coherent wholes that patterns can be created, revealing the manner in which things interconnect. Patterns are necessary in so far as they reveal what things are about. Where things in the world exist in isolation they lack meaning, a situation that requires addressing.

Burnham observed that “[t]he specific function of modern didactic art has been to show that art does not reside in material entities, but in relations between people and between people and the components of their environment” (Burnham 1968b). A problem becomes apparent, however, as this idea was never fully developed or put into practice, since for many artists the conceptual shift from things to relations, from objects to process, merely led to improvements in ways of making things work. The present study has argued that we should investigate the nature of behaviour, and seek to understand the significance of patterns of process. The shift from object to process means more than a new trend in arts. It is the initial step for more ambitious changes.

The aim of an integrative theory is not to see all parts together as stable totalities. That would take us to another form of individualism, just elevated to the extreme. The extremities should be avoided, as they lead to dualistic dichotomies such as reductionism/holism. This is one of the main values in introducing Simondon's philosophy into this context. Simondon does not proclaim individualism, but individuation. The individual, in his understanding, is not an entity, but an ongoing process (Simondon [1958] 1989a; 1989b).

To capture the nature of process, the present study has outlined a focus on the interstitial space of things, since by performing this practice the patterns and forces of their connections may be revealed. A field picture of reality may be the only way to grasp the puzzling notions of nonlocality, nonseparability and interconnectedness, that contemporary science proposes, and that intuitively have always been part of the human knowledge.

The study has led into arguing for the necessity of pointing a way through art to a necessary shift of consciousness, calling for realignments of the arts as a whole. This shift would offer the opportunity to read the intrinsic patterns of nature, rather than trying to reorganise its elements in our own way. Without such a shift in consciousness, art will continue to simply seek answers to means but fail to find any meaning.

The present study's contribution to new knowledge, necessary to initiate such a shift, is the organisation of aesthetic principles built upon the notions of resonance, coherence and field models, rooted in an integrative view of living organisms and supported by the theory of biophotons.

According to biophotonic research, we could say that the way to a new consciousness

is through the understanding of coherence, seeing coherence as the key to integration, concretization, and individuation. The present study has attempted to show that art has always taught us this. The methodology adopted in the art practice that informs this study reflects such an apprenticeship.

What has been presented here provides a theoretical model of practice that calls for further development, pointing towards new fields of research into nature. The potential of coherence in natural processes provides an open platform for the invention and communication of new aesthetic forms. The theoretical model outlined by this study can be seen as a new organic form that needs to evolve and multiply, calling for further interrogation and discussion. It is this path that future research will hope to take.

INTERVIEW

WITH MARCO BISCHOF, CONDUCTED
BY GUTO NÓBREGA

BERLIN, FEBRUARY - 2006

GUTO NÓBREGA The digital era seems to point that the only way to exceed the body's limitation is through technology. This is as if the body was limited by its physical condition. As if the body was obsolete. It is emphasised by the vision of some artists...

MARCO BISCHOF Yes, I know. One of them calls himself Stelarc, I think?

GN Yes. But I think that I am trying to go the opposite way because I don't agree with that kind of vision. I think the body holds information that is somehow important to be considered.

MB The problem is that these people think that the body is something primitive or is useless and has to be left behind or has to be improved. I believe the opposite. It is the case, actually, that the immense richness of the possibilities in our bodies is not used at all. There is much more in ourselves than we know. I think there are even many possibilities of future scientific developments hidden that we have not yet accessed, you know? So, I don't think it is good to move away from the body, the movement should be into the body, or into, not only the body, but the human being that we are.

GN I have heard that the heart can produce an electromagnetic field that is measured in terms of micro Tesla, using the SQUID. Is that right?

MB Yes, that is right. There is one Institute in California which has become known for this research on the heart emission, it is the Institute of HeartMath [<http://www.heartmath.org/>].

GN Could you tell me what is the relationship between the production of an electromagnetic field by the heart and the biophotonic flux? [Bischof has written a book on biophoton research in German, *Biophotons: The Light in Our Cells*]

MB First of all you have to know, biophotons can mean two different things. There are biophotons in the narrow sense, that's what we are measuring in our institute, which are only in the optical range, including UV, infra-red and visible light. Biophotons in the wide sense, on the other hand, refer to the whole spectrum of electromagnetic fields emitted by living organisms, all kinds of fields including microwaves and ultra-low frequencies.

GN Does it include brain waves?

MB Yes, brain waves are also biophotons in this sense. Magnetic fields are also biophotons in this sense.

GN In my research I am interested in investigating the properties of these fields and their relation with the body. As an artist I think it is possible to create experiments with sensors that are sensible to these energies but I don't know at this moment which kind is suitable to use in that sense, especially because I do not want to be restricted to the laboratory.

MB That is the problem. Because, you know, the instruments we use to measure human biophoton emission are big and cost hundreds of thousands of dollars, and you have to use a dark chamber because you have to shield it from the light around it, because it is a very, very weak light. What would be possible, what would be interesting is if you take biophoton measurements and you transform them into another frequency range to make them visible. To make a picture which is not directly a picture of the biophotons, but which gives you the image, making it an external light and transforming it in visible.

You know, the instrument we use to do the standard biophoton measurements is called a photomultiplier. The photomultiplier is an apparatus that amplifies the biophotons millions of times. And thus because of this amplification

you obtain an electric current that can be registered. But we also have another instrument, which is not used for the normal measurements because it is less sensitive, but the interesting thing is that you can see a picture of the light emission on a video screen.

GN And what would be that instrument?

MB It is a CCD camera. A special CCD camera used in astrophysics, very, very sensitive. It contains a small chamber that you can make light-tight and into which you can put your hand, for measuring the light emitted by the fingers. We already did measurements of healers asking them to try to do the same thing they do when they are healing people with their hands and asking them if they can produce any light coming out of their fingers. With some of them it works, but only for a very short time. You can see this camera if you come to the summer school.

GN Could you say more about correlations between biophotons and the electromagnetic field?

MB Biophotons are always electromagnetic waves. [picking up a book to show me] These are images from the CCD camera. Do you see these leaves here? Here you see the lights from the leaves. This is called a "residual light amplifier".

GN Do these images appear directly in the camera?

MB Yes, but the camera provides only brightness values and the computer transforms them into colours, therefore the colours are artificial, not what you would see.

These are the needles of a tree; these needles here are fresh and these are less fresh, after some hours. So, you can see how it [the luminescence] decreases as the vitality becomes weaker.

GN Are there any correlations between Kirlian photos and biophotons?

MB Kirlian photos have nothing to do with the aura or biophotons. A Kirlian photo is not a picture of the aura. That's what many people say, but it is not true. Because what you do in a Kirlian photograph is: you use a very, very strong electric impulse and this electric impulse will hit the skin and it will hit out some electrons from the surface of the skin which will then ionize the air and the ionized air will then produce the light.

GN Do you mean that this light is induced; is it not from the body?

MB Yes, exactly, it is not from the body. But nevertheless it can give information about the body indirectly, but it is not a picture of the light coming from the body.

GN I have read about some experiments using simple digital cameras and image processing to register light emission in plants.

MB Some Japanese researchers have developed different kinds of measurements. What we do is make our measurement as sensitive as possible to measure the intensity of this very, very weak light. But the problem is if you make it so sensitive then you can only get a kind of time information, not space information. What the Japanese do, they produce more a kind of photography or filming of the organism, and that means they are looking at spatial information, like how the light is distributed in space, but this is then much less sensitive. So, it is for different purpose. But the Japanese have developed very, very sophisticated instruments to do this. It was originally Professor Inaba who started this development, and now it is continued by people like Dr. Kobayashi, who is also a member of our institute.

GN What are the influences of the electronic environment (mobiles, computers, interfaces) on the biophotons emissions? I mean, nowadays we are living in a state of continuous

connection with the electronic environment and electromagnetic fields. Is our biological field affected by it?

MB Yes, of course. The biophoton emission will be influenced by everything. [...] You know about biological rhythms? You will find all these rhythms in the biophoton emission. Thus biophoton emission is pulsating, it is like breathing.

GN Because it is a quantum phenomenon?

MB Yes, because every quantum emission shows a fluctuation.

GN Does the biophoton emission extend into the atmosphere, into the space outside the body?

MB Yes, you have to understand, this radiation is very, very weak, but it is not like ordinary light, because it has the property of coherence, like laser light. Coherence occurs when you have two waves and they go in step, have the same phase. The interesting thing is that this light has a much higher coherence than any laser that is possible to make technically. It is highly coherent, and that means, because it is highly coherent it has almost infinite range; that means that a light that comes from a person...

GN Goes to the infinite?

MB Yes. There are certain quantum effects which only exist with weak light, but it must be coherent. And then you have very interesting effects, which are very different from ordinary light as we know it. There is a certain range within which the light that comes from my body, for instance, remains coherent. It doesn't stay coherent all out into space but stays coherent up to a certain distance, and within this distance, where it stays coherent, the light has very unusual properties. For instance, one of the consequences of this coherence is that, within the coherence range, the coherence of space-time, everything that is in the light - in

this case, for instance, the cells of my body – will form one single whole in which you cannot separate, say, the molecules from the electromagnetic field of the biophotons and so on. Because they form one whole thing, you cannot separate any parts.

GN It comprehends the space. There is no space between?

MB In a certain sense. Space and time do not apply in this area [of coherence]. For instance, light doesn't need time to travel in this area. It is instantaneous.

GN Is there connection between these events and Bohn's theory of the implicate order?

MB Yes, it is a kind of implicate order, a dimension in which everything is connected to everything else and forms an unbroken whole.

[Picking up another book]

I want to show you something else, there is an American biophysicist who has written these two books. They are not about biophotons but they give a new picture of the organism, which includes biophotons, but also other similar electromagnetic aspects, vibrational aspects and so on. These books are the best you can find at the moment. [*Energy Medicine: The Scientific Basis*, by James L. Oschman; *Energy Medicine in Therapeutics and Human Performance*, by James L. Oschman; *Bioelectrodynamics and Biocommunication* by Ho Mae-Wan, Fritz-Albert Popp, Ulrich Warnke].

GN Does dowsing reflect any aspect of that field?

MB Yes, but it has probably nothing to do with electromagnetic fields. I believe that our body has many types of fields, not only electromagnetic ones. Biophotons are only one type, one part of our field organism. Actually I have written another book about these non-electromagnetic fields ["Tachyons, Orgone Energy, Scalar

Waves", 2002, in German]. Sometimes they are called "subtle fields" or a number of other names. For instance the Chinese Qi, as in acupuncture, is probably not an electromagnetic field, but something else, maybe even more fundamental than electromagnetic fields.

GN I have been talking with a Qi Gong practitioner who told me that Qi is something that we can't tell about, just feel.

MB But you know, even in physics there are some ideas about what type of field it could be. There are many novel types of fields, which physics is now looking into, and which are more fundamental than electromagnetic fields and have completely different properties.

GN And how have those fields been named?

MB There are so many different names, like "scalar waves" or "tachyons", but these names are not important, because presently we do not have enough knowledge to really give them a definite name. But you have to know that every type of physical field, especially electromagnetic fields, are actually products of the vacuum. Vacuum originally means "empty space", but today we know that empty space is not really empty. It is a kind of universal field, the "vacuum field".

GN Do you mean the "zero point energy"?

MB Yes, zero point energy is one concept of the vacuum energy. And that is what I wrote in this other book about.

GN Is it written only in German?

MB Yes.

GN Are there connections between biophotons and these non-electromagnetic fields?

MB Yes, that was what I said. Electromagnetic fields arise from the "zero point field", they are a product of the "zero point field" of the vacuum. Do you know this book by Lynne McTaggart?

GN *The Field*? Yes, I have read it.

MB She describes also biophotonics and the “zero point field”.

[Showing me another book]

This book is the proceedings of one of the summer schools we made, and there is a very long paper by myself at the beginning which may interest you. [*Integrative Biophysics: Biophotonics*, edited by F. A. Popp and L. Belousov]

I want to tell you a story. Prof. Popp did some experiments, some measurements on very small water fleas called Daphnia. They live in the water and are a little bit transparent. He measured a lot of these animals and he found out that if you vary the number of the animals that are in the cuvette, then you will see certain periodicities [showing me a chart]. The Daphnia, but only if you take Daphnia of the same age, from a certain stage of their development, will always have the same distance between them. And this distance is also a multiple of their size. If the Daphnia is like this size, then the distance will be two, three times this. And there are some other interesting phenomena, which led Prof. Popp to develop a theory about this. He believes that what happens is that these animals produce a field around all of them. The field possesses a certain wavelength; the animals seem to feel best when they are exactly fitting into these waves, into the pattern of the waves, when they are in phase. The interesting thing is that when they exactly fit into this pattern then you cannot measure any field. Only if the pattern is disrupted you will be able to measure light. Popp’s idea is that, and this probably applies also to human beings, we all live in a very big field which we do not perceive normally. We don’t know it is there and we cannot measure it. As long we are in harmony with this field you cannot measure anything. Only if the field is disturbed then suddenly you can measure

something, because there is no more harmony. And this is probably the secret of this vacuum energy, of the zero point energy. We always live in this ocean of zero point energy, and we live in a certain pattern of this field – as long as everything is in harmony, it is like nothing, the field is like it doesn’t exist. But as soon as the harmony is disturbed, then you get these emissions, you can measure something, you can measure biophotons and so on. This is probably how the vacuum works, how the vacuum functions. It is a fundamental field, the foundation of everything. And we are always part of this field, and we need to be in balance so there is no tension, there is no problem. But as soon as we fall out of this balance then there will be emissions, indicating a disturbance. Because the same thing happens when we measure biophotons, for instance, of healthy people, healthy organisms or organisms that aren’t ill. The interesting thing is that in the highest quality organism that is very healthy there is no emission, we don’t measure anything. That means at the same time that there is a high coherence and no light comes out. We also measure biophotons from food, vegetables for instance. The highest quality food is the food that has very little biophoton emission. The fact that no light is emitted means that the lights remains inside. The body and the cells are able to keep the light, to store the light, and only then when there is imbalance the light comes out. Because the healthy cell will keep the light inside.

GN Do consciousness states interfere in this balance?

MB All this has a lot to do with consciousness. Such a high state of coherence indicating health and optimal functioning of an organism is also measured in the brain waves which show your spiritual state, emotional state and so on.

The interesting thing is that when you measure the brain waves of healers, for instance, you will find the same thing; there is a high synchronization of the different parts of the brain in the healer. At the same time, healing only happens when there is also synchronisation between the brain of the healer and the brain of the patient. Some years ago, there was a researcher in the University of Mexico who measured the brain waves of people engaged in an empathic relationship. In this type of deep silent communication he found that the brain waves of the two people were highly synchronized.

GN Mr. Bischof, is there any important role of the heart in this process?

MB Yes, the radiation of the heart can also be highly coherent. Scientists in the Institute of HeartMath [www.heartmath.org] found out that there is a certain type of meditation where you concentrate on your heart and you try to feel loving feelings and so on and the waves of your heart start to become coherent, but at the same time the brain also becomes coherent and heart-brain synchronization is established.

GN Is it possible to externalise this state of coherence? I mean, create some kind of resonance between people?

MB Yes, sure. I can show you some publications about it, but you can also find information about this subject on the website www.heartmath.org. So, how is the Transmediale [Festival]?

GN It is ok. I liked some works, especially Simon Penny's machine. One robot interacts with the audience in a very "emotional" way.

[In 'Petit Mal' the media artist Simon Penny has created an interactive robot that does not have a useful function per se. This machine appears to be the diametric opposite of a hi-tech robot: it moves around light-footedly on the two wheels of a bicycle. Penny is interested

in the emotional aspects of our relationship with machines, and in the cultural effects of research and development in the field of 'artificial life'. 'Petit mal' is a term borrowed from neuropsychology, and stands for a momentary loss of control. In a subtle way, this criticises the control paradigm and social application of computer technology, in that visitors to the exhibition are confronted with an elaborate machine entity that appears, like a young animal, to desire nothing more than harmless and playful contact. Petit Mal was conceived in 1989. Building and development occurred 1992-95. The robot was damaged during exhibition in Sheffield in 1998. In the summer of 2005 work began on resurrecting it for Transmediale¹⁴⁰ 2006 (Mondofunza 2006)].

MB By the way, you know the following thing? I once was in an exhibition and there was a big cello and when a person was approaching the cello there was a sound and if you were approaching closer the sound was changing. You know? You can make an electric circuit where a person that approaches it will be included in the circuit and will change the flow of electricity, even at a distance.

GN It is an effect of capacitance, isn't it?

MB Yes, you are right.

GN But can I consider that capacitance reflects in any way these fields we are talking about?

MB Sure. Because, for instance, the capacitance of the acupuncture points changes when you are healthy or you are ill.

GN Does it mean that capacitance will vary according with biological state?

MB I think so. But maybe this only works [the measurement] when you use very weak fields

140 Cf. <http://www.transmediale.de/page/exhibition/exhibition.0.3.3.html>

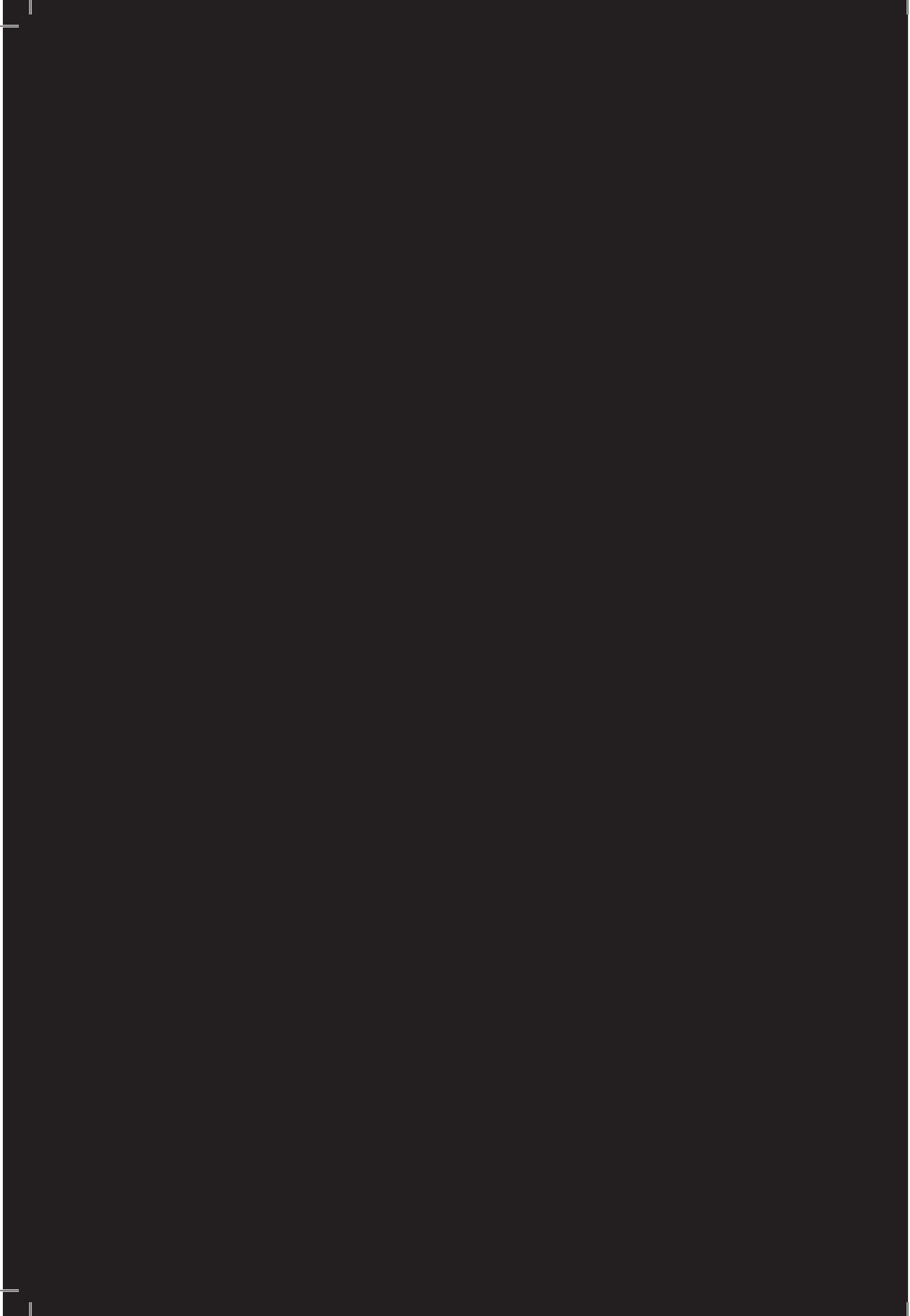
of current. Because if you use strong ones then there is no difference, and then if you use the weak one you might find the difference. Here, in this history of bio-electromagnetism I also wrote about this field called electro-acupuncture. In electro-acupuncture you measure the electrical resistance of acupuncture points. And you will find that it changes according to the state of the meridian which corresponds to the state of health.

GN But in electro-acupuncture don't you introduce energy to the acupuncture points?

MB Yes, but there is not only therapeutic electro-acupuncture, there is also diagnostic electro-acupuncture. Therapeutic electro-acupuncture was developed in China, but diagnostic electro-acupuncture was developed in Germany and Japan.

GN Does that mean that I can use electro-acupuncture to get information from the body?

MB Yes, it seems like you can.



REFERÊNCIAS / REFERENCES

- ABRAMSON, C. I., GARRIDO, D. J., LAWSON, A. L., BROWNE, B. L. & THOMAS, D. G. Bioelectrical Potentials of Philodendron Cordatum: A New Method for Investigation of Behavior in Plants. **Psychological Reports**, v. 91, pp. 173-185. 2002.
- ADI, P. G. Alexithymia 2005 Robot Art. **MediaArt Tube**. 2005. Disponível em: <http://www.youtube.com/watch?v=UaKAdvaMP7w>. Acesso em: 22 jun. 2009.
- ADI, P. G. Alexitimia: An Autonomous Robotic Agent. **A Minima**. Barcelona, 2008.
- ANDRADE, F. G. de. Manifesto Neoconcreto. **Jornal do Brasil**. Rio de Janeiro, 1959.
- ARANTES, J. T. A mente oculta das plantas: a ciência descobre o surpreendente domínio da consciência vegetal. **Galileu**. Disponível em: <http://galileu.globo.com/edic/98/conhecimento5.htm>. Acesso em: 06 out. 2006.
- ARDUINO. [Programa] 2006. Disponível em: <http://www.arduino.cc/>. Acesso em: 09 out. 2006.
- ARISTOTLE. Parts of Animals. In: BARNES, J. (ed.). **The Complete Works of Aristotle**. Princeton: Bollingen Series LXXI • 2, v. I, 1984.
- ARNHEIM, R. **Toward a Psychology of Art: Collected Essays**. Berkeley: University of California Press, 1966.
- ARNHEIM, R. **Art and Visual Perception**. Berkeley: University of California Press, 1974a.
- ARNHEIM, R. **Entropy and Art: An Essay on Disorder and Order**. Berkeley: University of California Press, 1974b.
- ARNHEIM, R. The Completeness of Physical and Artistic Form. **British Journal of Aesthetics**, v. 34, n. 2, pp. 109-113. 1994.
- ASCOTT, R. Behaviourist Art And Cybernetic Vision. **Cybernetica: Journal of the International Association for Cybernetics**, v. 9; 10, n. 4; 1. 1966; 1967.
- ASCOTT, R. Towards a Field Theory for Post-Modernist Art. **Leonardo**, v. 13, n. 1, pp. 51-52. 1980.
- ASCOTT, R. Art, Technology and Consciousness: The Technoetic Paradigm. **Convergence**, v. 4, pp. 110-113. 1998.

- ASCOTT, R. Behaviourables and Futuribles. In: SHANKEN, E. A. (ed.). **Roy Ascott: Telematic Embrace: Visionary Theories of Art, Technology, and Consciousness.** London: University of California Press, LTD, [1966-1967] 2003a.
- ASCOTT, R. Behaviourist Art and Cybernetic Vision. In: SHANKEN, E. A. (ed.). **Roy Ascott: Telematic Embrace: Visionary Theories of Art, Technology, and Consciousness.** London: University of California Press, LTD, [1966-1967] 2003b.
- ASCOTT, R. Biophotonic Flux: Bridging Virtual and Vegetal Realities. **Ninth International Conference on Virtual Systems and Multimedia** – VSMM. Montreal, 2003c.
- ASCOTT, R. Fluxo biofotônico: unindo realidades virtual e vegetal. In: MACIEL, K.; PARENTE, A. (ed.). **Redes sensoriais: arte, ciência e tecnologia.** Rio de Janeiro: Contra Capa, 2003d.
- ASCOTT, R. Technoetic Aesthetics: 100 Terms and Definitions for the Post-Biological Era. In: SHANKEN, E. A. (ed.). **Roy Ascott: Telematic Embrace: Visionary Theories of Art, Technology, and Consciousness.** London: University of California Press, 2003e.
- ASCOTT, R. Technoetic Pathways toward the Spiritual in Art: A Transdisciplinary Perspective on Connectedness, Coherence and Consciousness. **Leonardo**, v. 39, pp. 65-69. 2006.
- ASCOTT, R. **The Self, the Field, and the Logic of Uncertainty:** A Talk with Roy Ascott by David McConville. 2009. Disponível em: http://www.realitiesandwich.com/talk_roy_ascott. Acesso em: 26 fev. 2009.
- ASHBY, W. R. Principles of the Self-Organizing System. **Principles of Self-Organization:** Transactions of the University of Illinois Symposium. London: Pergamon Press, 1962. pp. 255-278.
- BACKSTER, C. Evidence of a Primary Perception in Plant Life. **International Journal of Parapsychology**, v. 10, pp. 329-348. 1968.
- BACKSTER, C. **The Plants Respond:** An Interview with Cleve Backster. Entrevista por Derrick Jensen. 1997. Disponível em: <http://www.derrickjensen.org/backster.html>. Acesso em: 03 nov. 2006.
- BACKSTER, C. **Primary Perception:** Biocommunication with Plants, Living Foods, and Human Cells. California: White Rose Millennium Press, 2003.
- BAIGORRI, L. PAIK **TV.** Homage to a Visionary Mongol. 2006. Disponível em: <http://www.zemos98.org/spip.php?article384>. Acesso em: 01 jun. 2009.
- BAILEY-SERRES, J.; MITTLER, R. The Roles of Reactive Oxygen Species in Plant Cells. **Plant Physiology**. June, v. 141, p. 311. 2006.
- BAJPAI, R. P. Coherent Nature of Biophotons: Experimental Evidence and Phenomenological Model. In: CHANG, J. J.; FISCH, J.; POPP, F. A. (ed.). **Biophotons.** Dordrecht: Kluwer, 1998. pp. 323-339.
- BAJPAI, R. P. Coherent Nature of the Radiation Emitted in Delayed Luminescence of Leaves. **Journal of Theoretical Biology**, v. 198, n. 3, pp. 287-299. 1999.
- BAJPAI, R. P. **Biophotons:** Issues and Their Status. Artigo apresentado na IIB Summer School. 2006.
- BARTHES, R. **Camera Lucida:** Reflections on Photography. London: Cape, 1982.
- BATEMAN, J. B. Mitogenetic radiation. **Biology Review**, v. 10, pp. 42-71. 1935.
- BATESON, G. **Steps to an Ecology of Mind.** Northvale/London: Jason Aronson, 1987.
- BATESON, G. **Mind and Nature:** A Necessary Unity. New Jersey: Hampton Press, 2002.
- BECHTEL, W.; RICHARDSON, R. C. Vitalism. In: CRAIG, E. (ed.). **Routledge Encyclopedia of Philosophy.** London: Routledge, 1998.
- BELOUSSOV, L. V. **Biophotons and Organization of a Living Cell.** Artigo apresentado na IIB Summer School 2006.
- BELOUSSOV, L. V.; POPP, F. A. Introductory Remarks. **Biophotonics: Non-Equilibrium and Coherent Systems in Biology, Biophysics and Biotechnology.** Moscow: Bioinform Services, 1995.
- BELOUSSOV, L. V.; VOEIKOV, V. L. **From Mitogenetic Rays to Biophotons.** Artigo apresentado na IIB Summer School 2006.

- BENSE, M. The Projects of Generative Aesthetics. *In*: REICHARD, J. (ed.). **Cybernetics, Art and Ideas**. London: Studio Vista, 1971.
- BENTHALL, J. **Science and Technology in Art Today**. London: Thames and Hudson, 1972.
- BERGSON, H. **Creative Evolution**. Tradução: Arthur Mitchell. London: Macmillan, 1964.
- BERTALANFFY, L. V. **General System Theory: Foundations, Development, Applications**. New York: George Braziller, 1980.
- BIRKHOFF, G. D. **Aesthetic Measure**. Cambridge: Harvard University Press, 1933.
- BISCHOF, M. Biophotons: The Light in Our cells. **Journal of Optometric Phototherapy**, pp. 1-5, March 2005.
- BISCHOF, M. Entrevista concedida a Carlos Augusto Moreira da Nóbrega. Berlim. 2006.
- BISCHOF, M. Introduction to Integrative Biophysics. *In*: POPP, F. A.; BELOUSSOV, L. (ed.) **Integrative Biophysics: Biophotonics**. Dordrecht/London: Kluwer Academic, 2003.
- BOLTON, B. L. **The Secret Powers of Plants**. London: Abacus, 1974.
- BOSE, S. J. C. **Nervous Mechanism of Plants**. London/New York/Toronto/Bombay/Calcutta/Madras: Longmans, Green and Co., 1926.
- BOURDIEU, P.; WHITESIDE, S.; BOLTANSKY, L. **Photography: A Middle-Brow Art**. Stanford: Stanford University Press, 1996.
- BOWEN, D. **Bamboo Network**. 2007. Disponível em: <http://www.dwbowen.com/index.html>. Acesso em: 21 maio 2009.
- BRETT, G.; GRANDAS, T.; NASH, M. **Force Fields: Phases of the Kinetic**. London: South Bank Centre, 2000.
- BRIDGE, W. **Wheatstone Bridge**. 2006. Disponível em: http://en.wikipedia.org/wiki/Wheatstone_Bridge. Acesso em: 09 out. 2006.
- BRIER, S. **Cybersemiotics: Why Information is not Enough!** Toronto/Buffalo/London: University of Toronto Press, 2008.
- BRITTON, M.A.; SMITH, C.W. **Diurnal Periodicities in the Electrical Resistance Between Stem and Rooting Medium for Crassula and Dieffenbachia**. Departamento de Engenharia Eletrônica e Elétrica da Universidade de Salford (Trabalho não publicado). 1998.
- BRIXEY, S.; COUPE, J. **Simulation to Emulation: Pioneering Telematic Arts in the 21st Century**. New York: Rutgers University, 2007.
- BURNHAM, J. **Beyond Modern Sculpture: The Effects of Science and Technology on the Sculpture of this Century**. New York: George Braziller, 1968a.
- BURNHAM, J. **Systems Esthetics**. 1968b. Disponível em: http://www.arts.ucsb.edu/faculty/jevbratt/readings/burnham_se.html. Acesso em: 12 jun. 2008.
- CAMBIL, D.; ROBERTS, D. **EMLI**. 2007. Disponível em: <http://www.vslvx.org/EMLI/II/>. Acesso em: 21 ago. 2009.
- CAMPOS, J. L. de. **Do simbólico ao virtual**. Rio de Janeiro: Perspectiva, 1990.
- CANÁN, A. J. L. C. **McLuhan, Flusser and the Mediatic Approach to Mind**. 2008. Disponível em: <http://www.flusserstudies.net>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- CANNON, W. B. **The Wisdom of the Body**. New York: Norton, 1963.
- CARTY, F. M. Entropy as Value-Theory in the Arts. **The Journal of Aesthetics and Art Criticism**, v. 32, n. 2, pp. 268-271. 1973.
- CATTS, O.; ZURR, I. Semi-Living Art. *In*: KAC, E. (ed.). **Signs of Life: Bio Art and Beyond**. London/Cambridge: MIT Press, 2007.
- CIFRA, M. **Measurement of Spontaneous Photon Emission from the Human Body: Technical Aspects, Parameters, Time and Temperature Dependent Fluctuations of Photon Emission**. Faculty of Electrical Engineering. Žilina: University of Žilina, 2006.
- CLARK, L. **Bicho de bolso**. 1966. Disponível em: http://www.tate.org.uk/tateetc/issue10/helio_livingcolour.htm. Acesso em: 04 jul. 2008.
- CLARK, L. **Lygia Clark**. Textos de Lygia Clark, Ferreira Gullar e Mário Pedrosa. Rio de Janeiro: FUNARTE, 1980. 60 p.
- CLOUGH, R. T. **Futurism: The Story of a Modern Art Movement; A New Appraisal**. New York: Greenwood Press, 1969.

- COGLAN, A. Sensitive Flower. **New Scientist**, pp. 24-28. 1998.
- COLLI, L.; FACCHINI, U.; GUIDOTTI, G.; DUGNANI-LONATI, R.; ORSENGO, M.; SOMMARIVA, O. Further Measurements on the Bioluminescence of the Seedlings. **Experientia**, v. 11, pp. 479-481. December 1955.
- CONNOR, M.; TAU, G.; SCHWARTZ, G. **Baseline Testing of Energy Practitioners: Biophoton Imaging Results**. Apresentado em maio de 2006 na North American Research in Integrative Medicine, em Edmonton, Canadá. 2006.
- COUCHOT, E. **Images: de l'optique au numérique: les arts visuels et l'évolution des technologies**. Paris: Hermès, 1988.
- COUCHOT, E. Da representação à simulação. In: PARENTE, A. (ed.). **Imagem-máquina**. São Paulo: Editora 34, 1993.
- CREATH, K.; SCHWARTZ, G. E. Biophoton Interaction in Biological Systems: Evidence of Photonic Info-energy Transfer? In: ROYCHOUDHURY, C.; CREATH, K.; KRACKLAUER, A. (ed.) **The Nature of Light: What is a Photon?** Bellingham: SPIE, 2005a.
- CREATH, K.; SCHWARTZ, G. E. Imaging "Auras" Around and Between Plants: A New Application of Biophoton Imaging. **Journal of Alternative and Complementary Medicine**, v. 11, n. 6, pp. 951-953. 2005b.
- CUBITT, S. Review of the Books: *The Shape of Things: A Philosophy of Design, Towards a Philosophy of Photography, Writings and The Freedom of the Migrant: Objections to Nationalism* by Vilém Flusser. **Leonardo Reviews**. 2004. Disponível em: http://www.leonardo.info/reviews/apr2004/flusser_cubitt.html. Acesso em: 09 mar. 2009.
- DARWIN, C. R. **The Power of Movement in Plants**. London: John Murray, 1880.
- DAVIES, C. Charlotte Davies: Osmose. In: GRAU, O. (ed.). **Virtual Art: From Illusion to Immersion**. Cambridge/London: The MIT Press, 2003.
- DELEUZE, G. **Difference and Repetition**. London/New York: Continuum International, 2004a.
- DELEUZE, G. On Simondon. In: LAPOUJADE, D. (ed.) **Desert Islands and Other Texts 1953-1974**. New York: Semiotext(e)/Foreign Agents, 2004b.
- DEPARTMENT OF COMPUTER SCIENCE. **Applied Algorithmics**. 2008. Disponível em: <http://www.cs.auckland.ac.nz/compsci320s2c/>. Acesso em: 06 maio 2009.
- DEVARAJ, B.; USA, M.; INABA, H. Biophotons: Ultraweak Light Emission from Living Systems. **Current Opinion in Solid State and Materials Science**, v. 2, n. 2, pp. 188-193. 1997.
- DEWEY, J. **Art as Experience**. New York: Putnam, 1979
- DICKE, R. H. Coherence in Spontaneous Radiation Processes. **Phys. Rev.**, v. 93, pp. 99-110. 1954.
- DOMINGUES, D. Ciberarte: zonas de interação. **Bienal do Mercosul (II)**. Julio Le Parc e Arte e Tecnologia (catálogo). Porto Alegre: FBAVM, 1999.
- DOMINGUES, D. Desafios da ciberarte: corpo acoplado e sentir ampliado. In: BARROS, A.; SANTAELLA, Lúcia (ed.). **Mídias e artes: os desafios da arte no início do século XXI**. São Paulo: Unimarcox, 2002.
- DUBOIS, P. **O ato fotográfico**. Campinas: Papirus, 1994.
- DUCHAMP, Marcel. **The Creative Act**. 1957. Disponível em: <http://www.iaaa.nl/cursusAA&AI/duchamp.html>. Acesso em: 09 fev. 2008.
- DÜRR, H.-P.; POPP, F. A.; SCHOMMERS, W. **What is Life?** Scientific Approaches and Philosophical Positions. Singapore/River Edge: World Scientific, 2002.
- DY JR., MANUEL B. The Chinese view of time, a passage to eternity. In: IMAMICHI; T., MIAOYANG, W.; FANGTONG, L. **The Humanization of Technology and Chinese Culture: Chinese Philosophical Studies**, XI. Washington: The Council for Research in Values and Philosophy, 1998.
- ECO, U. **The Open Work**. Cambridge: Harvard University Press, 1989.
- EDWARDS, S. A. **The Nanotech Pioneers: Where are They Taking Us?**. London: Wiley-VCH, 2006. 244 p.

- EMPA. **High-tech Dummies that Perspire**. 2009. Disponível em: <http://www.alphagalileo.org/ViewItem.aspx?ItemId=59821&CultureCode=sq>. Acesso em: 28 jul. 2009.
- ESPARZA, G. **Parasitas urbanos**. 2009. Disponível em: <http://www.parasitosurbanos.com>. Acesso em: 25 jul. 2009.
- FISHER, R. What Sort of Man is Lysenko? **Listene**, v. 40, pp. 874-875. 1948.
- FLUSSER, V. **Towards a Philosophy of Photography**. Germany: European Photography, 1984.
- FLUSSER, V. The Non-Thing 1. **The Shape of Things: A Philosophy of Design**. London: Reaktion Books, 1999.
- FLUSSER, V. **Filosofia da caixa preta**: ensaios para uma futura filosofia da fotografia. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2002a.
- FLUSSER, V. Habit: The True Aesthetic Criterion. In: STRÖHL, A. (ed.). **Writings**. Minneapolis/London: University of Minnesota Press, 2002b.
- FLUSSER, V. A New Imagination. In: STRÖHL, A. (ed.). **Writings**. Minneapolis/London: University of Minnesota Press, 2002c.
- FLUSSER, V. Photography and History. In: STRÖHL, A. (ed.). **Writings**. Minneapolis/London: University of Minnesota Press, [1989] 2002d.
- FORSCHUNG, H. **Daphnia**. 2009. Disponível em: <http://www.holzforchung.at/oekotoxiologie.html?&L=1>. Acesso em: 14 jul. 2009.
- FRACTALONTOLOGY. 2008. Disponível em: <http://fractalontology.wordpress.com>. Acesso em: 22 fev. 2008.
- FRANCASTEL, P. **Pintura e sociedade**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.
- FRANKE, Herbert W. **An interview conceded to Volker Maria Neumann**. Tradução: Paul McCarthy. 2008. Disponível em: <http://www.goethe.de/wis/fut/thm/deb/en3010868.htm>. Acesso em: 10 maio 2009.
- FREEMAN, A. Sheldrake and His Critics: The Sense of Being Glared At. **Journal of Consciousness Studies** – Special Issue, v. 12, n. 6, pp. 4-9. 2005.
- POPP, F. A. *et al.* Emission of Visible and Ultraviolet Radiation by Active Biological Systems. **Collective Phenomena**, v. 3, n. 3, pp. 187-214. 1981.
- FRÖHLICH, H. Long Range Coherence and Energy Storage in Biological Systems. **Int. J. Quantum Chem**, v. II, pp. 641-649. 1968.
- FUJIHATA, M. Orchisoid. **Leonardo**, v. 35, n. 5, p. 552. 2002.
- FUKUYAMA, F. **The End of History and the Last Man**. University of Michigan: Free Press, 1992.
- GACH, A. **Psychobotany: Revolutionary Breakthroughs in Human/Plant Communication**. 2007. Disponível em: <http://www.heliomag.com/psychobotany-revolutionary-breakthroughs-in-human-plant-communication.html>. Acesso em: 22 set. 2007.
- GALLEP, C. de M. Biophotonic Emission in Seedlings. **Internal Report**. Neuss: IIB, 2007.
- GALLEP, C. de M.; SANTOS, S. R. dos. **Photon-Counts During Germination of Wheat (Triticum Aestivum) in Wastewater Sediment Solutions Correlated with Seedling Growth**. *Seed Science and Technology*, v. 35, n. 3, pp. 607-614. 2007.
- GALLEP, C. de M.; SANTOS, A. M. O.; CONFORTI, E. Low-Cost, Simplified Systems for Photon-Counting Measurements in Biological Samples. **2005 Sbmo/leee Mtt-S International Microwave and Optoelectronics Conference**. New York: IEEE Press, 2005.
- GASSERT, G. Why I Breed Plants. In: KAC, E. (ed.). **Signs of Life: Bio Art and Beyond**. Cambridge/London: MIT Press, 2007.
- GEDDES, S. P. **The Life and Work of Sir Jagadis C. Bose**. London: Longmans, 1920.
- GIANNETTI, C. **Cybernetic Aesthetics and Communication**. 2004a. Disponível em: http://www.mediaartnet.org/themes/aesthetics_of_the_digital/cybernetic_aesthetics/1/. Acesso em: 24 mar. 2009.
- GIANNETTI, C. **Endo-Aesthetics**. 2004b. Disponível em: http://www.mediaartnet.org/themes/aesthetics_of_the_digital/endo-aesthetics/. Acesso em: 22 jun. 2009.
- GINGER, S.; SPARGO, S.; COJEAN, S. R. **Gestalt Therapy: The Art of Contact**. London: Karnac Books, 2007.

- GOETHE, J. W. V. Introduction to the 'Propyläean'. In: GAGE, J. (ed.). **Goethe on Art**. London: Scholar Press, 1980.
- GRAY, J.; QUELLET, C. Apparent Mitogenetic Inactivity of Active Cells. **Proceedings of the Royal Society of London**, Series B, v. 114, pp. 1-9. 1933.
- GUETZER, C. **Grow**: Fruits of Kronos. 2009. Disponível em: <http://5voltcore.com/typolight/typolight257/index.php?id=1&articles=13>. Acesso em: 03 fev. 2009.
- GURWITSCH, A. G. Über den Begriff des Embryonalen Feldes. **Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 51, pp. 383-415. 1922.
- GURWITSCH, A. G. Die Natur des Spezifischen Erregens der Zellteilung. **Archiv für Entwicklungsmechanik der Organismen**, v. 100, pp. 11-40. 1923.
- HANGARTER, R. P. Darwin and His Research on Plant Motion. 2000. Disponível em: <http://plantsinmotion.bio.indiana.edu/plantmotion/projects/projects.html>. Acesso em: 09 nov. 2006.
- HANSEN, M. B. N. **New Philosophy for New Media**. Cambridge/London: MIT Press, 2004
- HARAWAY, D. **Crystals, Fabrics, and Fields**: Metaphors that Shape Embryos. Berkeley: North Atlantic Books, 1976.
- HASTINGS, J. W. **Scanning Electron Micrograph of Gonyaulax Polyedra**. [s. d.] Disponível em: <http://www.mcb.harvard.edu/hastings/dino.html>. Acesso em: 05 ago. 2008.
- HAYLES, N. K. **The Cosmic Web**: Scientific Field Models and Literary Strategies in the Twentieth Century. London: Cornell University Press, 1984.
- HAYLES, N. K. **How We Became Posthuman**: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics. Chicago: University of Chicago Press. 1999.
- HEIDEGGER, M. The Question Concerning Technology. **Basic Writings**. New York: Harper & Row, [1954] 1977.
- HENDERSON, L. D. Marcel Duchamp's The King and Queen Surrounded by Swift Nudes (1912) and the Invisible World of Electrons. **Weber Studies: An Interdisciplinary Humanities Journal**, v. 14, n. 1. 1997.
- HENDERSON, L. D. Vibratory Modernism: Boccioni, Kupka, and the Ether of Space. In: CLARKE, B.; HENDERSON, L. D. (ed.) **From Energy to Information**: Representation in Science and Technology, Art, and Literature. Stanford: Stanford University Press, 2002.
- HERCZKA, Mateusz. **Life Support Systems**: Vanda Hybrid Orchids. 2005. Disponível em: <http://www.we-make-money-not-art.com/archives/2005/05/thinking-about.php>. Acesso em: 15 jul. 2008.
- HEYLIGHEN, F. Cybernetics and Second-Order Cybernetics. In: MEYERS, R. A. **Encyclopedia of Physical Science & Technology**. New York: Academic Press, 2001.
- HO, M. W. **The Rainbow and the Worm**: The Physics of Organisms. Singapore/River Edge: World Scientific, 1993.
- HO, M. W.; POPP, F. A. Gaia and the Evolution of Coherence. **3rd Camelford Conference on The Implications of The Gaia Thesis**: Symbiosis, Cooperativity and Coherence. Cornwall: The Wadebridge Ecological Centre, 1989. Disponível em: <http://www.ratical.org/co-globalize/MaeWanHo/gaia.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2006.
- HOLLAENDER, A.; CLAUS, W. D. An Experimental Study of the Problem of Mitogenetic Radiation. **Bulletin of the National Research Council**, n. 100. 1937.
- HOLLAENDER, A e SCHOEFFEL, E. Mitogenetic Rays. **Quarterly Review of Biology**, v. 6, pp. 215-222. 1931.
- HRYNKIWI, D.; TILDEN, M. W. **JunkBots, Bugbots, and Bots on Wheels**: Building Simple Robots With BEAM Technology. New York: McGraw-Hill Osborne, 2002.
- INABA, H. Measurement of Biophoton from Human Body. **Journal of International Society of Life Information Science**, v. 18, n. 2, pp. 448-453. 2000.
- JENKINS, J. D. **sparkmuseum**. 2006. Disponível em: <http://www.sparkmuseum.com/COHER.HTM>. Acesso em: 11 nov. 2006.

- JEREMIENKO, N. OneTree. *In*: KAC, E. (ed.). **Signs of Life: Bio Art and Beyond**. London/Cambridge: MIT Press, 2007.
- JOHNSTON, J. **The Allure of Machinic Life: Cybernetics, Artificial Life, and the New AI**. Cambridge: MIT Press, 2008.
- JUDOVITZ, D. **Unpacking Duchamp: Art in Transit**. Oakland: University of California Press, 1998.
- JUNG, C. G. Foreword. *In*: WILHELM, R. **I Ching or Book of Changes**. London: Taylor & Francis, 1983.
- KAC, E. **Telepresence and Bio Art: Networking Humans, Rabbits and Robots (Studies in Literature and Science)**. Ann Arbor: University of Michigan Press, 2005.
- KARBAN, R.; SHIOJIRI, K. Self-Recognition Affects Plant Communication and Defense. **Ecology Letters**, v. 12, n. 6, pp. 502-506, 2009.
- KAY, L. E. **The Molecular Vision of Life: Caltech, The Rockefeller Foundation, and the Rise of the New Biology (Monographs on the History and Philosophy of Biology)**. New York/Oxford: Oxford University Press, 1993.
- KITTLER, F. A. **Gramophone, Film, Typewriter**. Stanford: Stanford University Press, 1999.
- KOBAYASHI, M. Two-Dimensional Imaging and Spatiotemporal Analysis of Biophoton: Technique and Applications for Biomedical Imaging. *In*: SHEN, X.; WIJK, R. V. (ed.) **Biophotonics: Optical Science and Engineering for the 21st Century**. Wien/New York: Springer, 2005.
- KOBAYASHI, M. **Biophoton**. 2009. Disponível em: http://www.tohtech.ac.jp/~elecs/ca/kobayashilab_hp/BiophotonE.html. Acesso em: 02 jun. 2009.
- KOBAYASHI, M.; INABA, H. Photon Statistics and Correlation Analysis of Ultraweak Light Originating from Living Organisms for Extraction of Biological Information. **Applied Optics**, v. 39, pp. 183-192. 2000.
- KOESTLER, A.; SMYTHIES, J. R. (ed.) **Beyond Reductionism: New Perspectives in the Life Sciences: Proceedings of the Alpbach Symposium**. London: Hutchinson, [1968] 1972.
- KÖHLER, W. **The Place of Value in a World of Facts**. New York: The New American Library, 1966.
- KRYSA, J. (ed.) **Curating Immateriality: The Work of the Curator in the Age of Network Systems**. Brooklyn: Autonomedia, 2008.
- KUDLA, A. N. Biological Agency in Art. **Leonardo**, vol. 16, n. 2-3, 2008. Disponível em: http://www.leonardo.info/LEA/PerthDAC/AKudla_LEA160203.pdf. Acesso em: 22 jul. 2009.
- KUKIELKO, K.; RAUCH, B. **Marshall McLuhan & Vilém Flusser: The New Model Artists**. 2008. Disponível em: <http://www.flusserstudies.net>. Acesso em: 12 nov. 2008.
- KURZWEIL, R. **The Singularity is Near: When Humans Transcend Biology**. Londres: Duckworth, 2005.
- LANGTON, C. G. Artificial Life. **Artificial Life: Santa Fe Institute Studies in the Science of Complexity, Proceedings v. 6**. Redwood City: Addison Wesley, 1989. pp. 2-5.
- LANGTON, C. G. **What is Artificial Life?** 2000. Disponível em: <http://www.biota.org/papers/cglalife.html>. Acesso em: 10 ago. 2009.
- LAWRENCE, L. G. **More Experiments in Electroculture**. 1971. Disponível em: http://www.swtpc.com/mholley/PopularElectronics/Jun1971/PE_Jun1971.htm. Acesso em: 12 maio 2006.
- LILLGE, W. Vernadsky's Method: Biophysics and the Life Process. **21st Century Science & Technology Magazine**, v. 14, n. 12. 2001.
- LLOYD, J. E. Observations on the Biology of Three Luminescent Beetles (Coleoptera: Lampyridae, Elateridae). **Annals of the Entomological Society of America**, v. 58, pp. 588-591. 1965.
- LORENZ, E. Search for Mitogenetic Radiation by Means of the Photoelectric Method. **Journal of General Physiology**, v. 17, pp. 843-862. 1934.
- LOUDON, R. **The Quantum Theory of Light**. 2nd ed. Oxford: Clarendon Press, 1975.
- LOZANO-HEMMER, R. **Almacén de Corazonadas**. 2008. Disponível em: <http://www.lozano-hemmer.com/>. Acesso em: 15 ago. 2009.

- LUCIE-SMITH, E. **Visionary Art**. Introduction (Trabalho não publicado). 2007. Disponível em: <http://www.arttomorrow.co.uk/images/Ch%20%20-%20Preface.doc>. Acesso em: 15 jan. 2007.
- LUHMANN, N. **Art as a Social System**. Stanford: Stanford University Press, [1995] 2000.
- MACHADO, Arlindo. **Repensando Flusser e as imagens técnicas**. 1997. Disponível em: <https://edisciplinas.usp.br/mod/resource/view.php?id=43399&forceview=1>. Acesso em: 02 jan. 2023.
- MACKENZIE, A. **Transductions: Bodies and Machines at Speed**. New York: Continuum International Publishing Group, 2002. 231 p.
- MADDOX, J. A Book of Burning? **Nature**, Editorial, 24th September. 1981.
- MANOVICH, L. A visualização de dados como uma nova abstração anti-sublime. *In*: FERREIRA, G.; VENÂNCIO, P. (ed.) **Arte & Ensaios** [Rio de Janeiro], v. 11, pp. 134-143. 2004: A & E. Original em inglês disponível em: http://www.manovich.net/DOCS/data_art.doc. Acesso em: 23 mar. 2007.
- MARIÁTEGUI, J.-C. Emergentes: Process-Based Works. **Emergentes**. [Catálogo]. Gijón: LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2007.
- MATURANA, H. R. Metadesign. **INTECO**. Santiago de Chile: Instituto de Terapia Cognitiva INTECO, 1997.
- MCCAULEY, C. C. **Zen and the Art of Wholeness**. Bloomington: iUniverse, 2005.
- MCTAGGART, L. **The Field: The Quest for the Secret Force of the Universe**. New York: Harper Collins, 2001.
- MCTAGGART, L. **The Intention Experiment: Use Your Thoughts to Change the World**. London: Haper Element, 2007.
- MEDIA ART NET. **Bense, Max**: Biography. 2005. Disponível em: <http://www.mediaartnet.org/artist/bense/biography>. Acesso em: 25 abr. 2009.
- MEI, W.-P. On the Biological Nature of Biophotons. *In*: HO, M.-W., POPP, F. A. e WARNKE, U (ed.). **Bioelectrodynamics and Biocommunication**. Singapura: World Scientific, 1994.
- MENEZES, M. D. Art: in vivo and in vitro. *In*: KAC, E. (ed.). **Signs of Life: Bio Art and Beyond**. Cambridge/London: MIT Press, 2007.
- MERLEAU-PONTY, M. **The Structure of Behavior**. Gloucester: University of California/Beacon Press, 1963.
- MOLES, A. A. Art and Cybernetics in the Supermarket. *In*: REICHARD, J. (ed.) **Cybernetics, Art and Ideas**. London: Studio Vista, 1971.
- MOLES, A. A. A abordagem informacional. *In*: DUFRENNE, M. (ed.). **A estética e as ciências da arte**. Lisboa: Bertrand, 1982.
- MONDOFUNZA. **Funny Robot**. 2006. Disponível em: <http://mondofunza.com/?m=200605>. Acesso em: 16 jun. 2006.
- MORIN, E. **Restricted Complexity, General Complexity**. 2006. Disponível em: <http://cogprints.org/5217/1/Morin.pdf>. Acesso em: 22 ago. 2009.
- NAMIKI, M.; PASCAZIO, S.; NAKAZATO, H. **Decoherence and Quantum Measurements**. Singapore: World Scientific, 1997.
- NAVE, C. R. **HyperPhysics**. 2006. Disponível em: <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/HBASE/mod2.html#c3>. Acesso em: 22 jul. 2009.
- NEEDHAM, J. **Order and Life**. Yale University Press: New Haven, 1935.
- NEWTON, I.; MOTTE, A.; MACHIN, J. **The Mathematical Principles of Natural Philosophy**. London: Benjamin Motte, [1687] 1729.
- NÓBREGA, C. A. M da. Interconnecting Minds: Playing Art. **Homo Ludens Ludens**. [Catálogo]. Gijón: LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2008.
- NOLL, A. M. The Digital Computer as a Creative Medium. *In*: REICHARD, J. (ed.) **Cybernetics, Art and Ideas**. London: Studio Vista, 1971.
- OSCHMAN, J. L. **Energy Medicine: The Scientific Basis**. Edinburgh: Churchill Livingstone, 2000. 275 p.
- OSCHMAN, J. L. **The Biological Basis of Low Level Laser Light Therapy (3LT™)**. 2006. Disponível em: <http://www.lapislight.com/images/>

- Text_plus_illustrations_Oschman_Paper.pdf. Acesso em: 15 fev. 2009.
- OSTHOFF, S. Lygia Clark and Hélio Oiticica: A Legacy of Interactivity and Participation for a Telematic Future. **Leonardo**, v. 30(4), pp. 279-289. 1997.
- PANOFSKY, E. **Perspective as Symbolic Form**. New York: Zone Books, 1991.
- PASK, G. A Comment, a Case History and a Plan. In: REICHARD, J. (ed.) **Cybernetics, Art and Ideas**. London: Studio Vista, 1971.
- PAUL, C. **Feedback**: From Object to Process and System [Catálogo]. Gijón: LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2007.
- PENNY, S. Systems Aesthetics and Cyborg Art: The Legacy of Jack Burnham. **Sculpture**, v. 18, n. 1. 1999.
- PICKERING, A. **The Mangle of Practice**: Time, Agency, and Science. Chicago: University of Chicago Press, 1995.
- PICKERING, A. On Becoming: Imagination, Metaphysics and the Mangle. In: IHDE, D.; SELINGER, E. (ed.) **Chasing Technoscience**: Matrix for Materiality. Indiana: Indiana University Press, 2003.
- PIERCE, E. A. **Rod Cell**. 2009. Disponível em: http://www.med.upenn.edu/kirbycenter/pierce_index.shtml. Acesso em: 15 jul. 2008.
- PLANCK, M. On the Law of Distribution of Energy in the Normal Spectrum. **Annalen der Physik**, v. 4, n. 553. 1901.
- PLANCK, M. **Eight Lectures on Theoretical Physics**. New York/Columbia: Courier Dover Publications/Columbia University Press, [1915] 1998.
- PLAZA, J. **Arte e interatividade: autor-obra-recepção**. 1990. Disponível em: www.cap.eca.usp.br/ars2/arteeinteratividade.pdf. Acesso em: 22 jun. 2009.
- PLAZA, J.; TAVARES, M. **Processos criativos com os meios eletrônicos**: poéticas digitais. São Paulo: FAEP-UNICAMP/Hucitec, 1998.
- POLD, S. **The Algorithmic Revolution**: Heavy Machinery and Abstract Art in a New Context at ZKM. 2005. Disponível em: <http://www.artificial.dk/articles/heavy.htm>. Acesso em: 22 abr. 2009.
- POPP, F. A. On the Coherence of Ultraweak Photonemission from Living Systems. In: KILMISTER, C. W. (ed.) **Disequilibrium and Self-Organization**. Dordrecht: D. Reidel Publishing, 1986.
- POPP, F. A. **Biophotonen**. Heidelberg: Verlag für Medizin Dr. Ewald Fischer, 1976.
- POPP, F. A. Photon Storage in Biological Systems. In: POPP, F. A.; BECKER, G.; KÖNIG, H. L.; PESCHKA, W. (ed.) **Electromagnetic Bio-Information**. Munich/Baltimore: Urban and Schwarzenberg, 1979. pp. 123-149.
- POPP, F. A. Biophoton Emission: Introduction. **Experientia** – Interdisciplinary Journal for Life Sciences, v. 44, n. 7, pp. 543-630. 1988.
- POPP, F. A. Modern Physical Aspects of Mitogenetic Radiation (Biophotons). In: BELOUSSOV, L. V.; POPP, F. A. (ed.) **Biophotonics**: Non-Equilibrium and Coherent Systems in Biology, Biophysics and Biotechnology: Proceedings of International Conference Dedicated to the 120th Birthday of Alexander Gavrilovich Gurwitsch (1874-1954), September, 28-October, 2, 1994, Moscow, Russia. Moscow: Bioinform Services, 1994.
- POPP, F. A. Biophotons: Background, Experimental Results, Theoretical Approach and Publications. In: POPP, F. A.; BELOUSSOV, L. (ed.) **Integrative Biophysics**: Biophotonics. Dordrecht/London: Kluwer Academic, 2003a.
- POPP, F. A. Properties of Biophotons and their Theoretical Implications. **Ind. Jour. Exp. Bio.**, v. 4, pp. 391-402. 2003b.
- POPP, F. A. **The Concept of Biophotons and Coherence in Biology**. Artigo apresentado na IIB Summer School 2006a.
- POPP, F. A. Essential Differences Between Coherent and Non-Coherent Effects of Photon Emission from Living Organisms. In: SHEN, X.; WIJK, R. V. (ed.) **Biophotonics**: Optical Science and Engineering for the 21st Century. New York: Springer-Verlag, 2006b.
- POPP, F. A.; NAGL, W.; LI, K.; SCHOLZ, W.; WEINGARTNER, O.; WOLF, R. Biophoton Emission: New Evidence for Coherence and DNA as Source. **Cell Biophys**, v. 6, n. 1, pp. 33-52. 1984.

- POPP, F. A.; YAN, Y. Delayed Luminescence of Biological Systems in Terms of Coherent States. **Physics Letters A**, v. 293, n. 1-2, pp. 93-97. 2002.
- PRIBRAM, K. H. The Neurophysiology of Remembering. **Physiological Psychology**, January 1969, pp. 387-398. 1969.
- QUÉAU, P. O tempo do virtual. In: PARENTE, A. (ed.). **Imagem-máquina: a era das tecnologias do virtual**. Rio de Janeiro: Editora 34, 1993.
- RAHN, O. **Invisible Radiations of Organisms**. Berlin: Gebrueder Borntraeger, 1936.
- REGINE. **Technological Art in Museum**. 2007. Disponível em: http://www.we-make-money-not-art.com/archives/bios_4/. Acesso em: 18 set. 2008.
- REPETTO, D. I. **Fly Away** (Not Going Very Far). 2005. Disponível em: <http://music.columbia.edu/~douglas/portfolio/FANGVF/>. Acesso em: 10 ago. 2009.
- RETALLACK, D. **The Sound of Music and Plants**. Santa Monica: De Vorss & Co., 1973.
- RICHARDS, O. W.; TAYLOR, G. W. Mitogenetic Rays: A Critique of The Yeast Detector Method. **The Biological Bulletin**, v. 63, n. 1, pp. 113-128. 1932.
- ROKEBY, D. Transforming Mirros: Subjectivity and Control in Interactive Media. In: PENNY, S. (ed.). **Critical Issues in Electronic Media**. Albany: State University of New York Press, 1995.
- RUSH, M. **New Media in Late 20th-Century Art**. London: Thames & Hudson, 1999.
- SACHS, J. Energeia and Entelecheia. **Aristotle (384-322 BCE): Motion and its Place in Nature**. Internet Encyclopedia of Philosophy. 2009. Disponível em: <http://www.iep.utm.edu/>. Acesso em: 20 ago. 2009.
- SCHEMINZKY, D. H. J. Photographic Proof of Emanations in Biochemical Process. **Biochemische Zeitschrift**, v. 77, pp. 14-16. 1916.
- SCHMIDGEN, H. Thinking Technological and Biological Beings: Gilbert Simondon's Philosophy of Machines. **Revista do Departamento de Psicologia – UFF**, v. 17, n. 2, pp. 11-18, jul./dez. 2005.
- SCHREIBER, R. **Living Particles**. 2009. Disponível em: <http://www.ralfschreiber.com>. Acesso em: 18 jun. 2009.
- SCHRÖDINGER, E. **What is Life?** The Physical Aspect of the Living Cell; and Mind and Matter. London: C.U.P., 1967.
- SEAMAN, B. Recombinant Poetics: Emergent Explorations of Digital Video in Virtual Space. In: RIESER, M.; ZAPP, A. (ed.) **New Screen Media: Cinema/Art/Narrative**. London: British Film Institute, 2002.
- SELIGER, H. H. Applications of Bioluminescence and Chemiluminescence. In: CORMIER, M. J.; HERCULES, D. M.; LEE, J. (eds.) **Chemiluminescence and Bioluminescence**. New York: Plenum Press, 1973.
- SHANKEN, E. A. The House That Jack Built: Jack Burnham's Concept of "Software" as a Metaphor for Art. **Leonardo Electronic Almanac**, v. 6, n. 10. 1998.
- SHANKEN, E. A. Art in the Information Age: Technology and Conceptual Art. **Leonardo**, v. 35, n. 4, pp. 433-438. 2002.
- SHANNON, C. E. A Mathematical Theory of Communication. **The Bell System Technical Journal**, v. 27, July, October, pp. 379-423, 623-656. 1948.
- SHAVIRO, S. **The Pinocchio Theory**. 2008. Disponível em: <http://www.shaviro.com/Blog/?p=219>. Acesso em: 12 mar. 2008.
- SHELDRAKE, R. **A New Science of Life: The Hypothesis of Formative Causation**. London: Blond and Briggs, 1981.
- SHELDRAKE, R. **The Presence of the Past**. London: Collins, 1988.
- SHELDRAKE, R. **Dogs that Know When Their Masters are Coming Home**. New York: Three Rivers Press, 1999.
- SHELDRAKE, R.; PAM, S. A Dog that Seems to Know When his Owner is Coming Home: Videotaped Experiments and Observations. In: **Journal of Scientific Exploration**, v. 14, n. 2, pp. 233-255. 2000.
- SHEPHERD, V. A. **Bioelectricity and the Rhythms of Sensitive Plants: The Biophysical Research of Jagadis Chandra Bose**. 1999. Disponível em: <http://www.ias.ac.in/currensci/jul10/articles33.htm>. Acesso em: 03 nov. 06.

- SIFNEOS, P. E. The Prevalence of "Alexithimic" Characteristics in Psychosomatic Patients. **Psychotherapy and Psychosomatics**, n. 22. 1973.
- SILVA, A. A. de S. e. **From Multiuser Environments as (Virtual) Spaces to (Hybrid) Spaces as Multiuser Environments**: Nomadic Technology Devices and Hybrid Communication Places. Dissertação. Escola de Comunicação – CFCH/UFRJ. Rio de Janeiro, 2004.
- SIMONDON, G. **On the Mode of Existence of Technical Objects**. London: University of Western Ontario, [1958] 1980.
- SIMONDON, G. **Du mode d'existence des objets techniques**. Paris: Aubier/Éditions Mouton, [1958] 1989a.
- SIMONDON, G. **L'individuation psychique et collective à la lumière des notions de forme, information, potentiel et métastabilité**. Paris: Aubier, [1958] 1989b.
- SIMONDON, G. The Genesis of the Individual. *In*: CRARY, J.; KWINTER, S. (ed.) **Incorporations**. New York: Zone Books, 1992.
- SIMONDON, G. Technical Individualization. *In*: J. BROUWER, J.; MULDER, A. (ed.) **Interact or Die!**. Rotterdam: NAI, 2007.
- SOLOMON, L. J. **John Cage and 4'33"**. 1998. Disponível em: <http://solomonsmusic.net/4min33se.htm#History%20and%20Philosophy>. Acesso em: 21 abr. 2009.
- SOMMERER, C.; MIGNONNEAU, L. Art as a Living System: Interactive Computer Artworks. **Leonardo**, v. 32, pp. 165-173. 1999.
- SOMMERER, C.; MIGNONNEAU, L. Da poesia da programação à pesquisa como forma de arte. *In*: MACIEL, K.; PARENTE, A. (ed.). **Redes sensoriais**. Rio de Janeiro: Contra Capa, 2003.
- SONTAG, S. **On Photography**. New York: Anchor Books, [1977] 1990.
- STIEGLER, B. **Technics and Time**: The fault of Epimetheus. Stanford: Stanford University Press, 1998.
- STREHLER, B. L.; ARNOLD, W. Light Production by Green Plants. **Journal of General Physiology**, v. 34, pp. 809-820. 1951.
- STRÖHL, A. **Virtual Reality**: The Gates of Eden Revisited. Artigo apresentado na Image Box '94. Escócia, Macedônia. Museum of Contemporary Art. 1995.
- STRÖHL, A. Introduction. **Writings**. Minneapolis/London: University of Minnesota Press, 2002.
- STRÖHL, A. **What Happened to Interactivity?** Artigo apresentado em The Ideology of the Imaginary in the 21st Century. Adelaide, Austrália. Experimental Art Foundation. 2007.
- SULLIVAN, L. The Tall Office Building Artistically Considered. **Lippincott's Magazine**, v. 330, March, pp. 403-409. 1896.
- SUNDAY, C. M. **John Cage and Merce Cunningham**: 1942-1992. 2009. Disponível em: <http://beststudentviolins.com/cage.html>. Acesso em: 22 maio 2009.
- SUSANI, M. The Hybrid Space of Networked Tribes. *In*: STOCKER, G.; SCHÖPF, C. (ed.) **Hybrid: Living in Paradox**. Ostfildern: Hatje Cantz Verlag, 2005.
- SWAIN, J. **Detectors for the Quantized Electromagnetic Field**. Artigo apresentado na IIB Summer School. 2006.
- SWANSON, C. **The Synchronized Universe: New Science of The Paranormal**. Tucson: Posedia Press, 2005.
- TAKAHIRO, A. **Bio Photon**: Allelopathy. 2007. Disponível em: <http://www.ntticc.or.jp/Archive/2007/SilentDialogue/Work/biophotonalelopathy.html>. Acesso em: 20 jul. 2009.
- THEROUX, M. **Detecting Biodynamic Signals**. 1997. Disponível em: <http://explorationscience.org/Articles/detectin.htm>. Acesso em: 22 ago. 2007.
- THOMPSON, D. **On Growth and Form**. Cambridge: U. P., 1961.
- TILDEN, M. **Entrevista**. 2000. Disponível em: <http://www.exhibitresearch.com/tilden/>. Acesso em: 22 abr. 2009.
- TOMPKINS, P.; BIRD, C. **The Secret Life of Plants**. New York: Harper & Row, 1973.
- TOSCANO, A. Technical Culture and the Limits of Interaction: A Note on Simondon. *In*: BROUWER, J.; MULDER, A. (ed.). **Interact or Die!**. Rotterdam: NAI, 2007.
- VELEGOL, S. B. Atomic Force Microscopy Imaging Artifacts. *In*: SCHWARZM J. A.;

- CONTESCU, C. I.; PUTYERA, K. (ed.). **Dekker Encyclopedia of Nanoscience and Nanotechnology**. New York/Basel: Marcel Dekker, v. 1, 2004.
- VOEIKOV, V. L. Biophotonic Analysis of Spontaneous Self-Organizing Oxidative Processes in Aqueous Systems. *In*: SHEN, X.; WIJK, R. V. (ed.). **Biophotonics: Optical Science and Engineering for the 21st Century**. Wien/New York: Springer, 2006.
- VON HILDEBRAND, M. Gaia, the Thesis, the Mechanisms and the Implications. *In*: GOLDSMITH, P. B. A. E. (ed.). **Gaia, the Thesis, the Mechanisms and the Implications – Symposium I**. Cornwall: Wadebridge Ecological Centre, 1988.
- WADDINGTON, C. H. **The Strategy of Genes**. London: Allen & Unwin, 1957.
- WALTHER, V. E. Max Bense's Informational and Semiotical Aesthetics. 2000. Disponível em: <http://www.stuttgarter-schule.de/bense.html>. Acesso em: 18 abr. 2009.
- WEIBEL, P. The Unreasonable Effectiveness of the Methodological Convergence of Art and Science. *In*: SOMMERER, C.; MIGNONNEAU, L. (ed.). **Art@Science**. Wien/New York: Springer, 1997.
- WEISS, P. **Principles of Development**. New York: Holt, 1939.
- WHITELAW, M. The Abstract Organism: Towards a Prehistory for A-Life Art. **Leonardo Electronic Almanac**, v. 34, n. 4, pp. 345-348. 2001.
- WHYTE, L. L. Atomism, Structure, and Form. *In*: KEPES, G. (ed.). **Structure in Art and Science**. New York: George Braziller, 1965.
- WIENER, N. **The Human Use of Human Beings: Cybernetics and Society**. Boston: Mufflin Company, 1950.
- WIJK, E. P. A.; WIJK, R. V. Multi-Site Recording and Spectral Analysis of Spontaneous Photon Emission of Human Body. **Forsch Komplementämed Klass Naturheilkd**, v. 12, pp. 96-106. 2005.
- WIJK, R. V. Bio-Photons and Bio-Communication. **Journal of Scientific Exploration**, v. 15, n. 2, pp. 183-197. 2001.
- WIJK, R. V. **All Living Objects Emit Light – In a Particular Manner**. Long-Term Delayed Luminescence (Biophotons) in Evaluating Biological Development and Quality. Artigo apresentado na IIB Summer School. 2006.
- WIJK, R. V.; KOBAYASHI, M.; WIJK, E. P. A. V. Anatomic Characterization of Human Ultra-Weak Photon Emission with a Moveable Photomultiplier and CCD Imaging. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 83, pp. 69-76. 2006.
- WIJK, R. V.; WIJK, E. P. A. Human Biophoton Emission, Recent Res. *Develop. Photobiol.*, v. 7, pp. 139-173. 2004.
- WOLKOWSKI, Z. W. Recent Advances in the Photon Concept: An Attempt to Decrease the Incompleteness of Scientific Exploration of Living Systems. **Biophotonics: Non-Equilibrium and Coherent Systems in Biology, Biophysics and Biotechnology**. Moscow: Bioinform Services, 1995.
- ZHURAVLEV, A. I. Biochemiluminescence. **Nature**, v. 58, pp. 210-222. 1983.
- ZICS, B. **Transparency, Cognition and Interactivity: Toward a New Aesthetic for Media Art**. New Port: University of Wales, 2008.





GUTO NÓBREGA

Carlos Augusto Moreira da Nóbrega (Guto Nóbrega) é doutor em Artes Interativas pelo programa The Planetetary Collegium (CAiia-STAR) com sede na School of Art and Media, Universidade de Plymouth – Reino Unido (2009). A sua tese de doutoramento, financiada pela CAPES – BRASIL, é uma investigação transdisciplinar nos campos da arte, ciência, tecnologia e natureza, na qual investiga como a confluência destes domínios tem informado a criação de novas experiências estéticas. A sua investigação centra-se nas ideias de interatividade, telemática, teorias de campo, natureza, espiritualidade e hiperorganismos. Guto Nóbrega desenvolveu pesquisa de pós-doutoramento em Arte e Tecnologia pelo PPGAV/ UnB (2019). É professor associado na Escola de Belas Artes da Universidade Federal do Rio de Janeiro e membro do Programa de Pós-Graduação em Artes Visuais da UFRJ e da UnB. É o fundador e atua como um dos coordenadores do NANO – Núcleo de Arte e Novos Organismos, laboratório de investigação e criação artística na UFRJ. É Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq – Nível 2. As suas obras de arte têm sido amplamente apresentadas em exposições e conferências no Brasil e no exterior.

Carlos Augusto Moreira da Nóbrega (Guto Nóbrega) is Doctor in Interactive Art from The Planetary Collegium program (formerly CAiia-STAR) based on the School of Art and Media, University of Plymouth – UK (2009). His doctoral thesis, funded by CAPES – BRAZIL, is transdisciplinary research in the fields of art, science, technology, and nature in which he investigates how the confluence of these domains has informed the creation of new aesthetics experiences. His research focus on the ideas of interactivity, telematics, field theories, nature, spirituality and hyperorganisms. Guto Nóbrega developed a postdoctoral research in Art and Technology at PPGAV/ UnB (2019). He is an Associate professor at School of Fine Arts at Federal University of Rio de Janeiro and member of the Postgrad Program in Visual Arts at UFRJ and at UnB. He is the founder and acts as one of the coordinators of NANO – Nucleus of Art and New Organisms, a research laboratory for artistic creation at UFRJ. Currently he is CNPq Research Productivity Fellow – Level 2. His artworks have been presented widely in exhibitions and conferences in Brazil and abroad.



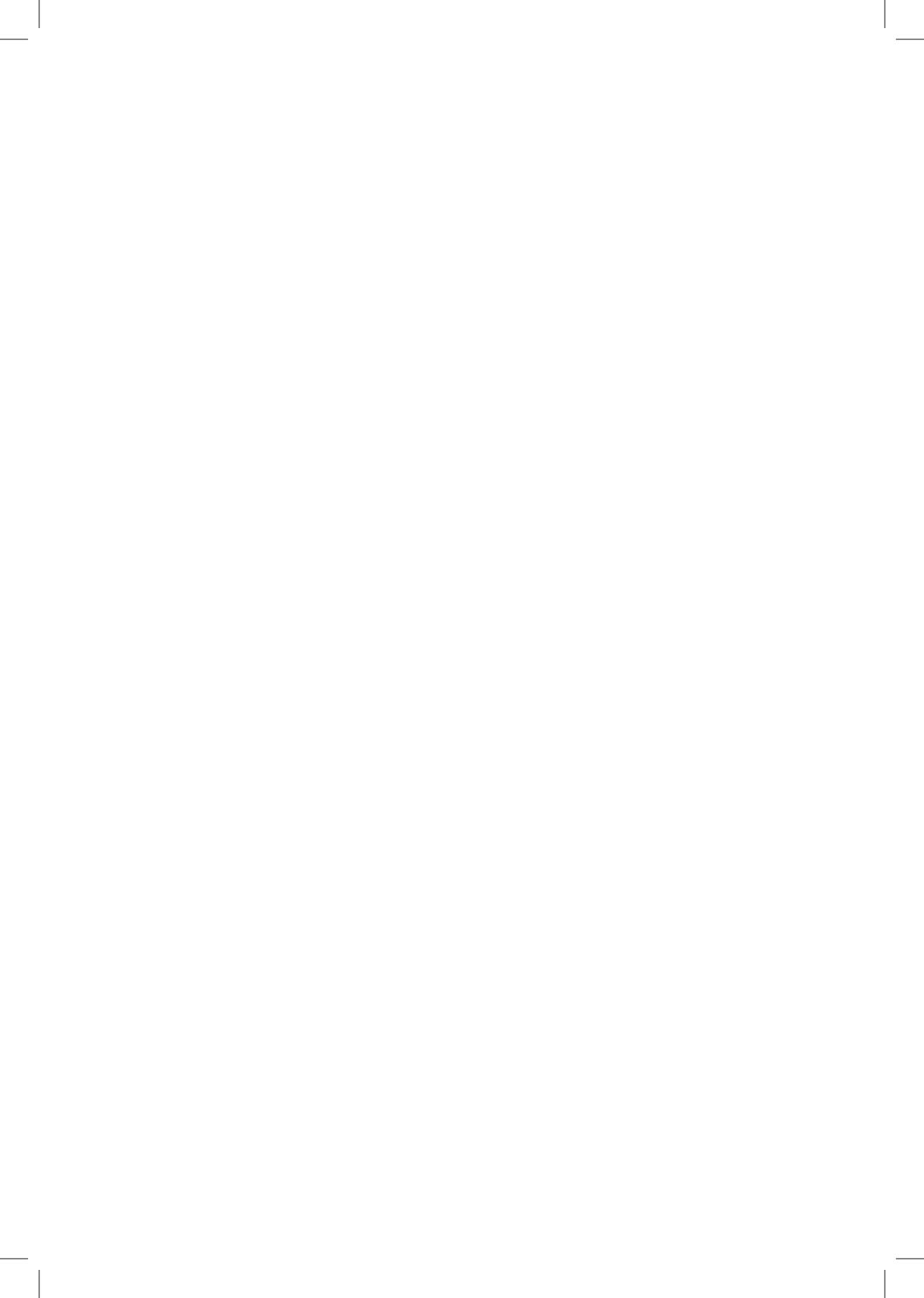
Coordenação editorial / *Editorial coordination* **Renato Rezende**

Revisão / *Proofreading* **Ingrid Vieira**

Projeto gráfico e diagramação / *Graphic design* **Julia Pinto**

Foto de capa e trabalho / *Cover photo and artwork* **Guto Nóbrega** - *Equilibrium*.

Ao fundo, obra de Ricardo Basbaum, *Você gostaria de participar de uma experiência artística? (diagrama)*, trabalho em progresso desde 1994 / *Equilibrium*. *In the background, artwork by Ricardo Basbaum, Would you like to participate in an artistic experience? (diagram), work in progress since 1994*



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Catalogação elaborada por Janaina Ramos – CRB 8/9166

N754 Nóbrega, Carlos Augusto Moreira da
Hiperorganismos. Arte, tecnologia, coerência,
conectividade e o campo integrativo / Carlos Augusto
Moreira da Nóbrega; Tradução de Fernanda Morse, Renata
Rezende. – Rio de Janeiro: Circuito, 2023.

392 p.; 16 x 23 cm

ISBN 978-65-86974-58-4

1. Arte contemporânea. 2. Tecnologia. I. Nóbrega, Carlos
Augusto Moreira da. II. Morse, Fernanda (Tradução). III.
Rezende, Renata (Tradução). IV. Título.

CDD 709.05

Índice para catálogo sistemático

I. Arte contemporânea

[2023]

Todos os direitos desta edição reservados à

EDITORA CIRCUITO

Rua Buarque de Macedo 15, ap 402

Flamengo, 22220-030

Rio de Janeiro – RJ

editoracircuito.com.br

  /editoracircuito

