A RELAÇÃO DA ESCULTURA COM O SOM

AS FORMAS, OS MATERIAIS E AS TÉCNICAS

Luís Filipe Soares Afonso

Tese apresentada à Universidade de Évora
para obtenção do Grau de Doutor em Artes Visuais

ORIENTAÇÃO: *Professora Doutora Clara Menéres*

ÉVORA, FEVEREIRO DE 2015

INSTITUTO DE INVESTIGAÇÃO E FORMAÇÃO AVANÇADA

Aos meus pais e irmã.

Agradecimentos

Especial e sentido agradecimento à Professora Catedrática Clara Menéres, por partilhar a sua sabedoria, pela exigência e rigor, disponibilidade, amizade e infinda paciência ao longo deste caminho.

Gostaria também de agradecer à instituição onde lecciono e levei acabo este desafio, o Departamento de Artes Visuais e Design da Universidade de Évora, pelo apoio e disponibilidade prestada para que me fosse possível concluir a investigação de doutoramento. Agradeço a todos os meus colegas pelo seu apoio, em particular ao colegas Manuela Cristóvão pela sua persistência e força inestimável; Sandra Leandro pela sua preciosa ajuda na metodologia; Teresa Furtado pelas suas indicações; Filipe Rocha da Silva pelos seus conselhos e referências bibliográficas; José Manuel Rodrigues pela sua pronta disponibilidade, apoio e execução das fotografias do CES-UÉ para a investigação prática; aos meus colegas de escultura, Sebastião Resende, Paula Reaes Pinto, Gonçalo Jardim, Rodrigo Oliveira pela compreensão, energia e suporte ao longo deste período atribulado, assim como ao Sílvio Matos e Francisco Eduardo pela sua ajuda na coordenação dos projectos e laboratórios da área da tridimensão, assim como na execução e montagem da parte prática. Este agradecimento estende-se também à Vanda Sim Sim, ao Marius Araújo e a toda a equipa técnica, funcionários, aos meus alunos pela sua compreensão, em particular aos alunos Miguel Jaques, Joaquim Tavares, Filipe Silva, assim como aos colegas de doutoramento, em particular ao João Mesquita e à colega Iria Arriaga que gentilmente emprestou o precioso catálogo da exposição *Sons & Lumières*. Um agradecimento especial ao ex-aluno do curso de Design, Tomás Ramalho e à empresa eborense Bolas pela cedência e apoio técnico de equipamento específico para a execução da escultura.

Agradeço também o apoio da Escola de Artes e de toda a sua equipa, em particular ao seu director, Prof. Christopher Bochmann, e ao seu secretário, Dr. Manuel Catita, agradecimentos que se estendem aos meus anteriores directores de departamento, assim como à actual directora, a Prof. Inês Secca Ruivo, pelo apoio, compreensão, dis-

ponibilidade e empenho para que não me fossem incumbidas mais tarefas para além das estritamente necessárias.

Um agradecimento à Sr.ª Vice-Reitora Ausenda de Cáceres Balbino que viabilizou a ocupação do espaço e apoio necessário para a realização do projecto proposto, assim como, à arquitecta Margarida de Almeida Gonçalves e à Divisão de Planeamento, Construção e Conservação dos Serviços Técnicos da Universidade de Évora, pelos desenhos e plantas dos espaços da universidade. À Biblioteca do Pólo dos Leões e seus funcionários, pela sua amabilidade e atenção.

À Biblioteca da Fundação Calouste Gulbenkian, que adquiriu uma referência bibliográfica específica e fundamental para este trabalho.

À Prof.ª Helena Santana, da Universidade de Aveiro, pela sua disponibilidade, atenção e pelas referências bibliográficas.

À equipa técnica do *Centro de Arte y Criación Industrial LABoral*, por todo o apoio prestado na visita guiada à exposição *Ver el Sonido*, pelas informações e notas bibliográficas.

E porque este trabalho é também um percurso que só foi possível graças à energia positiva de todos os que me rodeiam, gostaria de expressar o meu profundo e sincero agradecimento à minha família, em especial aos meus pais, irmã, avós, à Maria de Jesus e José Isidoro, à Maria João e Pedro, Edgar e aos amigos: à Jandira Bandeira e família; à Ana Rita Alves Afonso; ao Anthímio Damião; à Luísa Campina; ao Isaú Alves; à Margarida Alves; ao Henrique Cabrita; à Tânia Jordão; ao António Mira; ao Nuno Viegas e à Viktoria Mourasch; ao Nuno Oliveira e Guida Chambel e pequeno Afonso; ao Bernado; Sofia, Maria, Inês, Margarida e Vitor; à Ilda Pinto e ao Sebastião Resende pelo seu apoio, acolhimento e amizade inestimável; ao Salustiano Crespo Rodriguéz e Ana, Carmen, Pablo e José Maria pelo seu apoio e acolhimento, e a todos os que não estão aqui, o meu muito obrigado.

Resumo

A presente investigação tem como objecto de estudo a escultura sonora, centrando-se essencialmente na correlação de duas áreas, a escultura e o som. Procura analisar e definir a escultura sonora através de uma pesquisa interdisciplinar entre a ciência, a tecnologia e as artes visuais.

Este estudo tem por objectivo analisar a origem do entrosamento entre a escultura e o som, caracterizando o que se pode definir como escultura sonora dentro do universo ambíguo das artes sonoras e o que a distingue de um instrumento musical. Neste âmbito, procura desvelar quais foram os agentes que geraram mudança de paradigma na escultura e de que modo o som foi integrado intencionalmente na produção do objecto artístico. Para a caracterização utilizou-se uma metodologia baseada na observação dos objectos, nas suas semelhanças e dissemelhanças, com base na leitura bibliográfica de áreas específicas e afins, no estudo de casos e na investigação prática. Conhecer as suas propriedades físicas, que materiais emprega na sua construção, que formas tem e como o seu sinal acústico é despoletado e se propaga num determinado meio, permitiu dar uma ordem a um vasto campo da escultura que andava à deriva e é tendencialmente 'desviado' para o domínio musical.

A essência do movimento é efémera, tal como o som, consoante a maior ou menor velocidade a deslocação de um objecto tem o potencial de vibrar com uma intensidade capaz de gerar ondas sonoras audíveis. Nesta perspectiva, o estudo da escultura cinética do início do século XX, a par da evocação do ruído como arte, são elementos fundamentais na formação da escultura sonora e permitem delinear a barreira temporal da nossa investigação. Depois da longa travessia pelo mundo dos objectos sonoros, desde os engenhos mais primitivos até às peças elaboradas com as tecnologias mais contemporâneas, o caminho revela que o som sempre foi uma presença constante. A sua integração como elemento plástico permitiu aos artistas a consciência de uma dimensão temporal que transforma a escultura, porque lhe imprime uma identidade invisível e acrescenta à experiência uma memória auditiva.

Palavras - Chave

Escultura, som, arte cinética, escultura sonora, vibração, materiais, técnica, forma.

Abstract

The relationship of sculpture with sound

The purpose of this research is the study of the sound sculpture, focusing primarily on the correlation of two areas, sculpture and sound. Seeks to analyze and define the sound sculpture through an interdisciplinary research between science, technology and the visual arts.

This study aims to analyze the origin of the interplay between sculpture and sound, featuring what can be defined as sound sculpture inside the ambiguous universe of sound arts and what distinguishes it from a musical instrument. In this context, seeks to reveal what were the agents that generated a paradigm shift in sculpture and the sound was so intentionally integrated into the production of the artistic object. Used to characterize a methodology based on the observation of objects in their similarities and dissimilarities, based on the literature of specific reading and related areas, the case study research and practice. Meet their physical properties, which employs materials in its construction, which shapes and has as its acoustic signal is triggered and propagates in a given medium, allowed to give an order to a vast field of sculpture who was adrift and tends to be 'diverted 'to the musical domain.

The essence of the movement is ephemeral, as the sound, depending on the higher or lower speed displacement of an object has the potential to vibrate with a strength capable of generating audible sound waves. In this perspective, the study of kinetic sculpture from the early twentieth century, alongside the evocation of noise as art, are key elements in the formation of sound sculpture and to delineate the temporal barrier of our investigation. After the long journey through the world of sound objects, from the most primitive devices to the more elaborated pieces with contemporary technologies, the path reveals that the sound has always been a constant presence. Its integration as a plastic element allowed the artists to realize a temporal dimension that transforms the sculpture, because it prints an invisible identity and adds to the experience an auditory memory.

Keywords

Sculpture, sound, movement, kinetic art, sound sculpture, vibration, materials, technic, form.

Abreviaturas, acrónimos e símbolos

.CSV: *Comma-separated variables* (ficheiro)

.OBJ: *Relocatable Object Code* (ficheiro)

.STL: *Standard template library* (ficheiro)

°C: Graus centígrados

ABS: *Acrylonitrile butadiene styrene*

CAVS: *Center For Advance Visual Studies*

cm: Centímetro(s)

dB: Decibel(éis)

f: Frequência

Fig.: Figura

Hz: Hertz

km s^{-1}: Quilómetro(s) por segundo

m s^{-1}: Metro(s) por segundo

m: Metro(s)

mm: Milímetro(s)

MIT: *Massachusetts Institute of Technology*

Pa: Pascal

pvc: Policloreto de polivinila

SI: Sistema internacional de unidades

SNC: Sistema nervoso central

SNP: Sistema nervoso periférico

SPL: *Sound pressure level*

t: Tempo

ZKM: *Zentrum Für Kunst Und Medien-technologie*

λ: (Lambda) Comprimento de onda

ÍNDICE GERAL

Agradecimentos V
Resumo VII
Abstract VIII
Abreviaturas, acrónimos e símbolos IX
Índice geral XI

Introdução 1

PARTE I

1. O espaço e o tempo 11

1.1. Antecedentes mecânicos do movimento 16
1.1.1. Autómatos e automatismos 16
1.1.2. Máquinas sonoras ou a sonoridade dos automatismos 30
1.2. Movimento e som na arte no início do século XX 35
1.2.1. O fascínio da velocidade 35
1.2.2. A evocação do ruído 40
1.2.3. A 'cultura de materiais' de Tatlin 44

2. Da cinética ao sonoro 51

2.1. Manifestações sonoras da arte cinética 57
2.1.1. Os primórdios da arte cinética 59
2.1.2. A difusão da cinética moderna 70
2.1.3. Escultura cinética contemporânea 80
2.2. Arte sonora 86
2.2.1. Arte do som ou música? 87

3. A escultura como objecto sonoro 95

3.1. Escultura-instrumento 99

3.1.1. A sonoridade dos materiais 99

3.1.2. Instrumentos não convencionais 103

3.1.3. 'Sounding sculptures' de Bertoia 105

3.1.4. 'Les structures sonores' dos irmãos Baschet 107

3.1.5. As esculturas 'litoacústicas' de Daucher 109

3.2. Escultura acústica 115

3.2.1. A ressonância do vazio 119

3.2.2. A sonoridade dos fluxos das marés 121

3.2.3. O canto do vento 123

3.3. Escultura cinético-sonora 126

3.4. Escultura electroacústica 138

3.4.1. Transdutores sonoros como linguagem visual 138

3.4.2. Laurie Anderson e o fenómeno da audição 143

3.4.3. A escultura acusmática de Fontana e Brewster 146

4. Manifestações tangíveis do som 153

4.1. Cilindros sonoros 156

4.2. O som como escultor 163

4.2.1. 'Cymatics', vibrações sonoras 166

4.2.2. 'Sonoescultura' 174

PARTE II

5. Projecto 'Túbulo' 181

5.1. As primeiras propostas 183

5.2. 'Túbulo' 186

5.2.1. Forma 188

5.2.2. Materiais 189
5.2.3. Sonoridade 191
5.2.4. Amplificar a escultura com o espaço 192

Conclusão 195

Bibliografia 199

Apêndice

VI. Instrumentos musicais 217
VII.O som enquanto fenómeno físico 223
VIII.Percepção sonora 249

Anexo I

Anexo II

Introdução

A escultura é um acto de persistência contínua. É a arte da matéria.

Do processo mais tradicional de adição e subtracção física ao mais contemporâneo, desmaterializado e intangível. Seja vidro, barro, plástico, pedra, metal, madeira, papel, água, ar, fogo, cor, luz, movimento ou som. Tudo é matéria. Tudo é energia.

A escultura nasce assim da energia anímica, intelectual e sensível do seu criador, que repercute e traduz na matéria a sua experiência. Imprimindo nesta o instante consumado num momento suspenso no tempo.

O espaço que o seu corpo ocupa é uma manifestação dos limites dos nossos sentidos que a percepcionam e contemplam.

Pensar na escultura e pensar no som transporta-nos subitamente à ideia de que pouco têm em comum para com sua imagem tradicional. A primeira ligada à dimensão háptica e visual da forma e dos materiais, a segunda ligada à dimensão temporal da música. Embora aparentem ser matérias com naturezas diferentes, na sua análise microcósmica tal perspectiva deixa de fazer sentido. Do infinitamente pequeno ao infinitamente grande a matéria/energia no *continuum* espácio-temporal é uma só, mas quando processada pelos nossos sentidos é aparentemente separada.

É certo que desde há muito que a música é um meio metafórico de eleição, usado pelos grandes filósofos e pensadores que se debruçam sobre as questões do cosmos. Da 'música das esferas' pitagórica às 'harmonias da natureza' que deram o rumo ao desconhecido ao longo do tempo, o homem procurou para além do etéreo o 'canto da natureza' nos movimentos dos corpos celestes e no microcosmos a incessante vibração das partículas subatómicas.[1] A vibração faz parte da natureza de qualquer matéria, de qualquer objecto. Tal como a luz, o som caracteriza-se pela sua natureza vibratória. É a origem dos fenómenos acústicos que num reduzido espectro de frequências audíveis nos permite percepcionar para além dos limites da visão. Ouvir é vislumbrar

[1] GREENE, Brian - *O universo elegante. Supercordas, dimensões ocultas e a busca da teoria final*, p. 171.

através das barreiras que nos vedam os olhos, é percepcionar um universo efémero que nos circunscreve ininterruptamente.

***

Este trabalho tem como objecto de estudo a escultura, em particular a escultura que gera som, denominada por escultura sonora. Esta é uma área específica da escultura que se integra no universo da arte sonora.

As motivações que conduziram à definição do tema deste estudo tem origem nas áreas de formação do autor, a escultura e a música. Em parte, foi o elo desconhecido entre estes dois domínios distintos que traçou a direcção a seguir, desvelando o imenso potencial do som como meio de expressão da escultura. Contudo, é importante sublinhar que o presente trabalho foi elaborado na perspectiva de escultor e não de músico, dentro de um campo particular e inovador da escultura. Um campo que é manifestamente um introdutor de mudanças na linguagem tridimensional e sobre o qual existe pouca informação. Trata-se de uma temática contemporânea de natureza inovadora que acresce saber e que merece ser desenvolvida.

O universo das artes sonoras contém diversas tipologias que se intersectam e diluem, sobretudo uma série de assuntos correlacionados com a música e som, que são áreas afins de grande interesse. Não obstante, por ser um campo muito vasto optou-se por não tratar especificamente da música e explorar apenas o campo físico do som e a sua percepção, correlacionando-o com a escultura.

Numa primeira abordagem verificou-se que sobre arte sonora existem um conjunto reduzido de referências bibliográficas, sendo a maioria publicada recentemente. Constatou-se também que o que existe escrito sobre escultura sonora encontra-se quase sempre sob o domínio da cultura musical, circunstância que entendemos ser natural, dado que a música é considerada, segundo Adolphe Danhauser, a grande arte dos sons.[2] Motivo pelo qual, é provável encontrar mais investigadores com formação musical a escrever sobre artes sonoras do que artistas visuais. Assim, é evidente que não

[2] DANHAUSER, Adolphe - *Théorie de la musique*, p. 4.

tendo formação em escultura, quem escreve sobre temas desta natureza o trate sob a influência da cultura musical. Uma cultura que tem um peso histórico enorme quando comparada com a produção mais recente de outras artes do tempo, ou seja, as expressões de ruptura com o passado que emergiram das proclamações futuristas do início do século XX.

Menos expressiva é a investigação e publicação relativa à escultura sonora.[3] Existem alguns artigos sobre o tema em publicações periódicas, ou ainda em partes de um ou outro capítulo de algumas referências bibliográficas, mas são quase sempre muito superficiais. Perante a escassez de textos, o processo de recolha de informação no plano teórico sobre esculturas sonoras teve que ser mais abrangente, estendendo-se a outras áreas do saber, como a física, a filosofia, a antropologia, a musicologia, a organologia, entre outras, de modo a explorar o tema proposto sob várias perspectivas e depois restringir aos pontos de contactos de correlação da escultura com o som.

Dada a incerteza e desconhecimento de quem escreve e de quem produz, assiste-se a uma dilatação do que é entendido por escultura, o que fará com que a sua identidade se disperse e a sua denominação deixe de fazer sentido.

***

O discernimento e entendimento da escultura sonora passa, sobretudo, pela análise das formas, materiais e técnicas da própria escultura. Trata-se de uma nova leitura sobre a produção de uma área de fronteira da escultura, em parte, uma área afim da construção dos instrumentos musicais. O modo como o som é accionado, como vibra, ressoa e é irradiado, como se relaciona com o seu corpo físico, foi o que nos conduziu ao encontro de uma investigação feita através da observação.

Desde museus, centros culturais, galerias, colecções particulares, procurámos sempre que possível ir aos locais onde se encontram expostas, percepcionar as suas formas, os seus materiais a sua sonoridade, e especialmente como interagiam. Visitá-

[3] Sobre esta área específica encontramos apenas a referência *Sound Sculpture* de John Grayson, publicada em 1975.

mos exposições sobre o tema, nomeadamente em Portugal e em Espanha, no *Centro de Arte y Criación Industrial LABoral* na exposição '*Visualizar el Sonido*', onde pudémos, dentro de uma amostragem significativa de esculturas sonoras, ter uma perspectiva da produção contemporânea intimamente ligada às novas tecnologias digitais, assim como uma visão abrangente das vanguardas artística ao longo do século XX.

Teria sido uma experiência única para a nossa investigação poder contemplar de perto a grande maioria das obras, sobretudo as de maior relevo no contexto deste estudo. Seria inequivocamente, uma aprendizagem pelos próprios objectos mediante o contacto visual e sonoro de uma produção objectal importante que encontra-se disseminada e distante. Tal circunstância levou-nos a uma longa viagem global, aos locais virtuais onde habitam e se encontram documentadas, de onde recolhemos e analisámos vários elementos por entre uma multidão imensa de objectos sonoros.

Neste sentido, as imagens, os registos áudio e os vídeo que ilustram a tese são uma parte fundamental da investigação e os sinais de um caminho que nos guiam rumo ao assunto que pretendemos circunscrever. É certo que são uma parte reduzida do imenso material compilado, mas a sua selecção compõe uma amostra representativa que nos permite entender o caminho percorrido.

***

Partir à procura das esculturas concebidas com a intenção de produzirem som, definir um percurso no território interdisciplinar da arte sonora por entre categorias e os imensos objectos sonoros, identificar a sua origem e a sua evolução, perceber, concentrar e estabelecer a analogia entre o que inovaram dentro do seu contexto artístico, é o propósito da primeira parte do presente estudo.

Trata-se de expor do seu conteúdo compilado através de textos, imagens, registos áudio e vídeo sobre a relação da escultura com o som. Ao percorrer esta primeira parte constata-se a marca evidente de uma longa investigação, levada a cabo sobre uma área específica da escultura que se encontra diluída nas artes sonoras. No levantamento do estado da arte, dado o grau de contemporaneidade ou incógnita de alguns elemen-

tos, estes foram, em boa parte, analisados de acordo o conteúdo encontrado na internet, ferramenta inquestionavelmente relevante na nossa pesquisa. A escrita procura dar uma leitura clara através de uma linguagem descritiva, com base nos estudos de caso, desde a origem da escultura sonora até a algumas das propostas mais inovadoras da actualidade.

É uma nova perspectiva sobre as sinergias entre escultura e o som que pretendemos desvelar, um caminho que só foi possível entender percorrendo a sua história ao longo das transformações do século XX. Uma análise da escultura, a partir da arte cinética a par da arte sonora, que revela o som como uma nova valência plástica e a sua evolução até aos nossos dias.

A segunda parte trata-se de uma apresentação do desenvolvimento do projecto de uma escultura sonora, que vai ao encontro da pesquisa teórico-prática realizada. Ao analisar o material compilado desenvolvido na primeira parte, uma recolha que abrange um vasto conjunto de expressões do universo da artes sonoras e visuais, encontrámos nesse processo uma série de pontos de referência que influenciaram o caminho da investigação prática e que procurámos explorar. As primeiras abordagem foram orientadas para o campo dos fenómenos físicos do som e tinham por objectivo dominar a matéria através da força das vibrações sonoras. Embora os resultados tenho sido profícuos, para obtermos uma metamorfose matérica significativa, os equipamentos tecnológicos teriam de ser de um nível técnico superior. Neste sentido, optámos por perscrutar outros materiais, outros modos de gerar som e a possibilidade de intersectar/concentrar os pontos referenciais num só. Deste encontro experimental nasce o projecto para a escultura sonora denominada *Túbulo*, uma proposta que canaliza a aprendizagem realizada neste longo percurso.

Por fim, este estudo através da análise das esculturas sonoras revela uma dimensão temporal que nem sempre é considerada ou entendida. Perante as transformações da escultura intrínsecas às artes do som e às inovações tecnológicas verificadas ao longo do século XX até aos dias de hoje, põem-se algumas questões de investigação a que procurámos dar resposta.

- Será possível identificar a diversidade de objectos sonoros que derivam do entrosamento interdisciplinar das artes sonoras com as artes visuais?
- Será possível conceber um novo modelo de escultura sonora a partir da força física do som?
- Estará a escultura a evoluir para outro novo conceito?

***

Optou-se por dividir este trabalho em duas partes. A primeira reflecte a investigação teórica que se encontra dividida em quatro capítulos; a segunda incide sobre a investigação prática e contém apenas um capítulo. Seguidamente damos a conhecer num breve resumo o conteúdo de cada um.

No primeiro capítulo pretende-se traçar um paralelo entre o espaço e o tempo, sendo atribuído à escultura o espaço e ao som o tempo. Para tal, analisa-se um factor fundamental da mudança de paradigma, o movimento mecânico, que é introduzido na escultura no início do século XX em virtude do progresso tecnológico da época.

O estudo do movimento é importante na medida em que, tal como o som, pertence a uma dimensão temporal. Quando se realiza pode gerar frequências sonoras audíveis, assim como o dispositivo que o acciona, pois os engenhos mecânicos são por natureza sonoros. Neste sentido, para se compreender as suas origens é também feita uma análise aos antecedentes mecânicos do movimento, que tem o seu apogeu tecnológico na relojoaria do século XVIII, e a uma série de dispositivos mecânicos afins à escultura equipados com a tecnologia de ponta da época. Com industrialização massiva no final do século XIX deram-se grandes transformações nos ambientes sonoros, facto que suscitou novas abordagens sonoras fora do domínio musical.

No segundo capítulo analisa-se a importância e influência das manifestações sonoras não intencionais da escultura cinética mecanizada, e de que modo, a crescente inovação tecnológica da primeira metade do século XX permitiu novas áreas de experimentação plástica e sonora. Com as novas abordagens sonoras fora do domínio ex-

clusivamente musical, o som deixa de ser casual e passa a ser integrado intencionalmente na obra de arte, acrescentando à escultura uma nova valência. Neste período com o progresso das tecnologias áudio assiste-se a uma série de propostas artísticas que se diluem no universo ambíguo da arte sonora.

Pode dizer-se que a origem da escultura sonora tem duas vertentes. Um pela via da cultura musical com a construção dos primeiros instrumentos musicais experimentais, os *Intonarumori* de Luigi Russolo; a outra nas artes visuais com a experimentação cinética de Naum Gabo e Marcel Duchamp.

No terceiro capítulo, com o objectivo de tornar mais clara a correlação entre a escultura e o som, procura-se definir os grupos taxinómicos e identificar as diversas tipologias, considerando as semelhanças e dissemelhanças de características de esculturas sonoras a partir de uma amostragem representativa.

Procura-se definir a fronteira entre escultura sonora e instrumento musical. Sobretudo dá-se a conhecer um conjunto de esculturas de diferentes materiais, formas e modos de produzir som. Desde os objectos que geram ondas sonoras porque são percutidos ou friccionados, aos que ressoam a partir de fenómenos naturais, passando pelos dispositivos cinéticos até aos objectos electroacústicos; é um registo de longa pesquisa que permite conhecer melhor a dimensão sonora na escultura, uma área peculiar e pouco compreendida.

O quarto capítulo aborda um conjunto de experiências em torno das propriedades físicas do som, explorando diversas possibilidades e materiais para dar expressão visível ao som. Tal como o vento se expressa visualmente no movimento dos ramos de uma árvore, enquanto manifestação física o som tem o potencial para dar 'vida' a uma diversidade de materiais.

Trata-se da correlação da escultura com o som mas num modo inverso. Contrariamente às categorias anteriores, em que o som era gerado pelo objecto, nesta categoria é a energia do som que dá forma aos materiais, ou seja, o som está presente no objecto porque é ele que lhe dar corpo. Desde as expressões mais efémeras, às traduções físicas e tangíveis de um momento sonoro congelado e impresso na matéria visí-

vel, damos a conhecer uma linguagem explorada por alguns artistas contemporâneos que teve um avanço significativo graças à inovação das tecnologias mais recentes.

Por sua vez, o último capítulo apresenta-se o desenvolvimento de um projecto para a execução de uma escultura sonora. Analisando transversalmente as categorias definidas, procurou-se a concepção de uma peça híbrida, contendo e transformando algumas características elementares de cada tipologia.

Dividido em três secções, o apêndice contém um conjunto de elementos de investigação complementar ao tema da tese. Estes foram desenvolvidos com o objectivo de explanar e contextualizar algumas áreas científicas abordadas na dissertação, mas que introduzidas no corpo textual poderia confundir e dispersar a sua leitura noutras direcções.

Como objectos sonoros os instrumentos musicais têm grande afinidade com algumas tipologias de escultura sonora, seja pelo seus processos construtivos, seja pelos princípios físicos e acústicos que os definem. Neste sentido, dado que optámos por classificar as esculturas sonoras consideramos igualmente relevante analisar a classificação e sistemática dos instrumentos musicais.

As propriedades físicas do som trata-se de um outro domínio fundamental para compreender os fenómenos acústicos que ocorrem nas esculturas sonoras. Tais fenómenos têm vindo a ser cada vez mais explorados por artistas que procuram entender, manipular e criar a partir da efemeridade do som. Embora não tenhamos elaborado um compêndio de acústica mais extenso e completo, sem este a compreensão e correlação do som com a escultura teria sido uma tarefa muito complexa de determinar.

Mas se é importante compreender o que são ondas sonoras, como se formam e propagam pelos diferentes meios, compreender como ela é percepcionada pelos nossos sentidos é igualmente fundamental. Cientes de uma matéria científica tão relevante para o tema da investigação, procurámos analisar a percepção sonora e as suas estruturas.

Concluímos que a análise às estruturas da percepção sonora relevou a proximidade destas com uma série de dispositivos acústicos. Este estudo manifestou também matéria de trabalho para novas abordagens no campo da escultura sonora.

Num trabalho de investigação de natureza visual deverá conter elementos gráficos pertinentes que auxiliem a leitura do texto. Neste sentido, para além das figuras de pequeno formato que se encontram integradas no corpo de texto, encontra-se também em maior escala, assim como as restantes referências, na parte final do trabalho de modo a não saturar e distrair o leitor.

Não estando na presença das obras referidas na presente dissertação o leitor não participa da experiência de interagir com as mesmas. Ver a imagem de uma escultura, ouvir o som de um objecto gravado ou visualizar um vídeo de uma instalação sonora é sempre condicionador da plena fruição da obra. Não obstante, a sua visualização e audição permite a quem a desconhece ter uma ideia mais precisa do que se trata. Neste sentido, em anexo a este trabalho segue em suporte digital (DVD) um conjunto de registos áudio e vídeo que são importantes para a leitura do presente trabalho.

PARTE I

CAPÍTULO I

O espaço e o tempo

Fig. 1 - (Página anterior) Mecanismo do andróide *L'Ecrivian* de Jaquet-Droz, 1774.

1. O espaço e o tempo

No âmbito do tema da presente tese, vamos abordar neste primeiro capítulo o movimento na escultura, pois, tal como o som, o movimento existe numa dimensão temporal. A fim de enquadrar e explanar os primeiros pontos de contacto entre a escultura e o som propomos começar pela análise dos automatismos que geram movimento físico e que antecedem a arte cinética do início do século XX.

Meditar sobre o espaço leva-nos a pensar num lugar intangível, num lugar sem princípio nem fim, num universo cheio de galáxias e constelações imemoriais. O espaço é tudo o que nos envolve, que está dentro e fora da nossa existência física e que nos dá forma. Assim, o espaço pode ser: infinitamente grande como o céu imenso ou infinitamente pequeno como a distância entre dois átomos, aberto e sem limites ou fechado entre as paredes de um edifício. Pode dizer-se que o espaço é relativo, mutável e a sua percepção é condicionada pelas formas que o habitam. Tal como o nosso corpo, a escultura ocupa uma porção de espaço e a sua medição materializa-se segundo três dimensões mensuráveis: altura, largura e profundidade. Portanto, medir a escultura é também medir o espaço que esta ocupa. Dar forma à escultura é também dar forma ao espaço.

Reflectir sobre o tempo é perscrutar a respiração, é contemplar o fluxo incessante de um rio, o nascer do sol e o cair da noite, o movimento vibratório da luz e do som. É perceber na oscilação pendular de um metrónomo, o ciclo finito da nossa existência. É aceitar a vida e a morte e ter fé na vida para além da morte. O tempo tem assim uma dimensão visível com mecanismos cronológicos que nos incutem essa sensação ilusória de passado, de presente e de futuro. Tudo se encontra em constante mutação, um devir no qual o tempo é inegavelmente um grande escultor que dá vida às formas, que propõe a cada instante novas formas pela metamorfose visível da matéria, num ciclo continuo de degradação e regeneração, tal como Marguerite Yourcenar ilustra com as seguintes palavras:

> No dia em que uma estátua é acabada, começa, de certo modo, a sua vida. Fechou-se a primeira fase em que, pela mão do escultor, ela passou de bloco a forma humana; numa outra fase, ao decorrer dos séculos, irão alternar-se a adoração, a admiração, o amor, o desprezo ou a indiferença, em graus sucessivos de erosão e desgaste, até chegar, pouco a pouco, ao estado mineral informe a que o seu escultor a tinha arrancado.[4]

Assim, tal como o mostrador de um relógio, a decomposição ininterrupta da forma pelo tempo é um dispositivo cronológico visível de um espaço temporal. Segundo Aristóteles, embora escape à percepção dos nossos sentidos, tudo está em constante movimento.[5] Também Heraclito sublinha a absoluta continuidade da transformação das coisas através da imagem do fluxo de um rio, tendo dito, de acordo com Platão, «que tudo está em mudança e nada permanece parado, e, comparando o que existe à corrente de rio, diz que não se poderia penetrar duas vezes no mesmo rio.»[6]

Se tentarmos equacionar as artes do tempo, obtemos o teatro, a dança, o cinema e por fim a música como expoente máximo dessa dimensão efémera. De modo complementar, no campo das artes do espaço obtemos a arquitectura, a pintura e a escultura. Mas fazer tal cisão entre espaço e tempo é como desintegrar o núcleo de um átomo dividindo-o em vários fragmentos de massas equivalentes e comparáveis, e depois, esquecer que tudo advém desse núcleo espácio-temporal.

A manifestação física do movimento nas artes visuais deu origem a uma importante ruptura, uma mudança de paradigma que introduziu na arte novas abordagens, novos elementos que permitiram à escultura adquirir outras valências. A proclamação do som como uma arte exterior ao domínio absoluto da música, a par da escultura cinética do princípio do século XX, introduziram nas artes visuais a dimensão sonora. Com base nesta articulação, o tempo não só assume uma dimensão visível pelo movimento físico, como também está presente numa dimensão intangível pelo som.

---

[4] YOURCENAR, Marguerite - *O tempo esse grande escultor*, p. 49.

[5] KIRK, G. S.; RAVEN, J. E. - *Os filósofos pré-socráticos*, p. 199.

[6] KIRK, G. S.; RAVEN, J. E. - *Ob. cit.*, p. 199.

Assim, tal como o movimento visível do vento sobre os ramos das árvores, o som manifesta-se numa dimensão temporal. De acordo com Pierre Schaeffer, a essência da sua existência é efémera, o som nasce, vive e expira.[7] Tal como o espaço, o som encontra-se em toda a matéria que nos circunscreve. Depois das teorias de Einstein e Heisenberg, reconhece-se que matéria é energia e que espaço e tempo são um *continuum*. Em suma, toda a manifestação física é espácio-temporal, e tal como a fugacidade de uma estrela cadente ou o fluxo de uma descarga de electricidade atmosférica, também o som nasce, vive e expira num *continuum* efémero.

Como vimos, o tempo está presente em toda a matéria. Segundo Henri Bergson, «quanto mais aprofundamos a natureza do tempo mais compreendemos que duração significa invenção, criação de formas, elaboração contínua do absolutamente novo.»[8] A criação do inexistente requere assim um conjunto de estruturas, meios para que se possam verbalizar conceitos novos, novas formas de ver.

A escultura é a arte da matéria por excelência porque é feita de matéria/energia, elemento do qual a escultura é indissociável. A matéria é energia formada por partículas que vibram incessantemente. Seja pedra, madeira, plástico, vidro ou qualquer outra, estamos perante vibrações constantes que propagam ondas sonoras. Em suma, se toda a matéria é energia e toda a energia é vibração, podemos inferir que todas as esculturas têm um potencial sonoro porque são feitas de matéria.

A relação da escultura com o som encontra-se num único *continuum* composto de espaço e tempo, num território de várias dimensões a explorar. Para entender esta correlação a dissecação mais profunda de ambos os elementos, a escultura e o som, é incontornável. Este estudo pressupõe assim uma análise ao movimento na escultura como gerador sonoro e subsequentemente ao som enquanto fenómeno físico e plástico.

---

[7] SCHAEFFER, Pierre - *Traité des objects musicaux*, p. 161.

[8] T. L. de: «Plus nous approfondirons la nature du temps, plus nous comprendrons que durée signifie invention, création de formes, élaboration continue de l'absolument nouveau.» BERGSON, Henri - *Mémoire et vie*, p.12.

1.1. Antecedentes mecânicos do movimento

Na presente secção vamos abordar a relevância das inovações tecnológicas da engenharia mecânica para a escultura cinética e o seu subsequente impacto na escultura sonora. Assunto de suma importância para o entendimento da correlação da escultura com o som, mas que não tem sido tratado de modo claro porque é tendencialmente diluído no território ambíguo da arte sonora, ou seja, no encontro da música [arte do tempo] com a as artes visuais.

Para o domínio de tal matéria, a questão dos autómatos e dos automatismos revela-se essencial. Assim, com base na análise dos antecedentes mecânicos do movimento, que à época eram excluídos do campo artístico, pretende-se demonstrar que a integração das inovações tecnológicas permitiu aos artistas introduzir conceitos absolutamente novos na escultura, gerando uma inequívoca mudança de paradigma.

1.1.1. Autómatos e automatismos

Descobrimos que já no século XVIII havia uma produção notável de objectos e figuras mecânicas complexas. Um universo inovador, que consideramos ser importante e influente no contexto do movimento mecânico da escultura cinética, pelo que consideramos pertinente valorizar um assunto que tem sido pouco abordado. A análise ao tema dos automatismos e autómatos revelou que alguns investigadores os classificam como uma espécie de 'subescultura', que segundo Jack Burnham é um termo que se refere a géneros de imagens e objectos esteticamente classificados abaixo da escultura e excluídos das belas artes equiparados como, por exemplo, bonecas e manequins[9], por questões que se encontram relacionadas com a intenção da sua criação. Os autómatos mecânicos estavam associados a uma função lúdica, eles não são feitos nos termos da grande arte que é uma linguagem artística, estética, que tem objectivos muito superiores aos do simples entretenimento, enquanto este objectos, 'sim têm funções mágicas' no seu início. Depois passam para espectáculos de feira, são objectos que estão muito

9 BURNHAM, Jack - *Beyond modern sculpture, the effects of science an technology on the sculpture of this century*, p. 185.

ligados ao entretenimento de grandes públicos. Outros autómatos são tão refinados que só podiam entrar nas cortes, porque são objectos delicadíssimos como, por exemplo, a boneca *La Joueuse de tympanon,* que é feita em porcelana. Ou seja, não eram objectos de feira, mas eram objectos de entretenimento dirigidos a uma classe alta, era uma espécie de brinquedos de luxo. É também importante sublinhar que se trata de figurações, figurações de pessoas, de animais, que é um tipo de imaginário relacionado com a criação de simulacros de vida, que dão origem a uma produção contemporânea de formas artificiais de vida, um imaginário que aparece veiculado sobretudo no cinema.

A grande referência foi sempre a escultura hierática, a escultura ao serviço do poder. Os autómatos pertenciam a um domínio estranho, mas tinham o potencial que com o desenvolvimento das tecnologias mais tarde permitiram que se desenvolvessem expressões artísticas mais complexas, expressões que já não eram puro entretenimento. São objectos que têm outras funções de conhecimento, de reflexão, porque introduzem novos elementos, o movimento e o som, tornando-se objectos de arte mais complexos na sua concepção e na sua realização.

Os autómatos mecânicos, não sendo considerados como uma arte maior, podemos inferir que eram objectos equiparados a uma espécie de artesanato de alta tecnologia. Uma habilidade técnica que tentava simular vida através do movimento, pondo em causa, de acordo com Jean Baudrillard, «a diferença do "verdadeiro" e do "falso", do "real" e do "imaginário".»[10] Manifestações de carácter lúdico e performativo nas quais os automatismos 'vivos' tinham o poder de 'hipnotizar' e de 'atrair' os sentidos da audiência para um estado que Freud designa de 'inquietante estranheza' [*das unheimliche*[11]] e simultaneamente para um deslumbramento tecnológico.

---

[10] BAUDRILLARD, Jean - *Simulacros e simulação*, pp. 9-10.

[11] Termo psicanalítico, relativo ao que não é conhecido, que provoca uma sensação difusa de medo. *Inquietante estranheza* in CEIA, Carlos - E-Dicionário de Termos Literários [Em linha]. [Consult. 2013-06-21]. Disponível em WWW:
<URL http://www.edtl.com.pt/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=428&Itemid=2>.

Não deixa de ser curioso como é que um desenvolvimento técnico tão avançado, sendo marginalizado como arte menor, causou um impacto tão profundo na cultura ocidental e que esta só o tenha integrado dois séculos mais tarde. De acordo com Marshall McLuhan, a 'mensagem' de qualquer tecnologia é a mudança de escala, cadência ou padrão que essa tecnologia introduz nas coisas humana,[12] pelo que, a 'mensagem' de qualquer meio com um elevado grau de inovação, ou de génio, é sempre processada e assimilada lentamente. Quando se dá um ruptura na ordem das coisas poucos são os que a percepcionam e compreendem, Lewis Mumford diz que «qualquer tipo de ordem dá ao homem uma sensação de segurança: é aquilo que muda, o inesperado, o caprichoso, por outras palavras, o imprevisível e o incontrolável, que o enchem de ansiedade e terror.»[13] Isto só demonstra que existe um tremendo desfasamento entre o que é realmente uma inovação e a sua assimilação, metaforicamente falando, é como se víssemos cair um relâmpago e a distância que nos separa dessa descarga eléctrica levasse anos até percepcionarmos o seu fenómeno sonoro.

A título de exemplo, o cubismo foi influenciado por uma arte que também era considerada uma arte menor, elaborada por povos primitivos. Podemos mesmo dizer que os objectos artísticos produzidos eram considerados menos do que 'subesculturas'. Então, se era uma produção não reconhecida, como é que a partir de uma determinada época ganha relevância? O que é que mudou? Aparentemente não foi a sua produção artística. O que mudou, o que esteve na origem da mudança de paradigma foi simplesmente um novo olhar, numa nova percepção. Foi preciso uma nova visão para diluir o preconceito e dizer que tais objectos são uma outra cultura, uma cultura que está a tratar o assunto de uma outra forma. E isso não significa que não vejam e que não tenham capacidades para fazer. Os artistas africanos tinham na cabeça uma ideia muito clara sobre o que era 'essa coisa' chamada 'escultura', obviamente que não era a escultura de um homem tal como era concebido pela cultura europeia, pois não, era mais um 'boneco de madeira' entalhado de forma tosca que tinha uma determinada

---

[12] MCLUHAN, Marshall - *Understanding media. The extension of man*, p. 8.

[13] MUMFORD, Lewis - *Arte e técnica*, p. 44.

função. Uma função mágica, uma função de representação, uma função simbólica, pois, segundo o antropólogo Robert Layton, é à escultura que pertence a função pragmática de manipular as forças espirituais.[14] Eles eram mais sintéticos, podemos dizer, mais objectivos ao fazer a escultura do que os académicos da Academia de Roma, ou qualquer outra academia, Edward T. Hall diz mesmo que: «a arte das outras culturas, sobretudo quando muito diferentes da nossa, contribui para pôr em evidência a diversidade dos mundos perceptivos de acordo com as diversas culturas.»[15] Neste sentido, foi preciso existirem artistas com uma percepção diferente, para irem pegar em culturas que eram completamente desvalorizadas e afirmarem: '*não! isto é de tal maneira importante que nós estamos muito interessados em pegar nestas expressões e trabalhá-las*'. Tanto Edmund Carpenter, como McLuhan ou Hall, na sequência da sua investigação individual sobre a percepção do artista e como a comunica, são unânimes em considerar o artista «como alguém que muito tem a ensinar-nos acerca do modo pelo qual os seres humanos percepcionam o mundo.»[16] E que uma das maiores funções do artista, ainda de acordo com Hall, «é auxiliar o profano a estruturar o seu universo cultural.»[17]

Embora houvesse uma produção anterior de proto-autómatos mágico-religiosos, autómatos, andróides, entre outros dispositivos mecânicos deslumbrantes, essa produção não era valorizada. O homem, segundo Hall, admite com naturalidade a existência de outras línguas e que precisa de as aprender para as compreender como, por exemplo, os hieróglifos egípcios, a língua árabe ou os milhares de caracteres chineses, contudo, «pelo facto da arte ser essencialmente visual, espera poder captar imediatamente a sua mensagem, irritando-se quando assim não acontece.»[18] Ou seja, para o homem o visual é uma linguagem universal, mas, quando não consegue descodificar a

---

[14] LAYTON, Robert - *A antropologia da arte*, p. 16.

[15] HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*, p. 93.

[16] HALL, Edward T. - *Ob. cit.*, p. 94-95.

[17] IDEM, *Ibidem*, p. 95.

[18] *Ibidem*, p. 95.

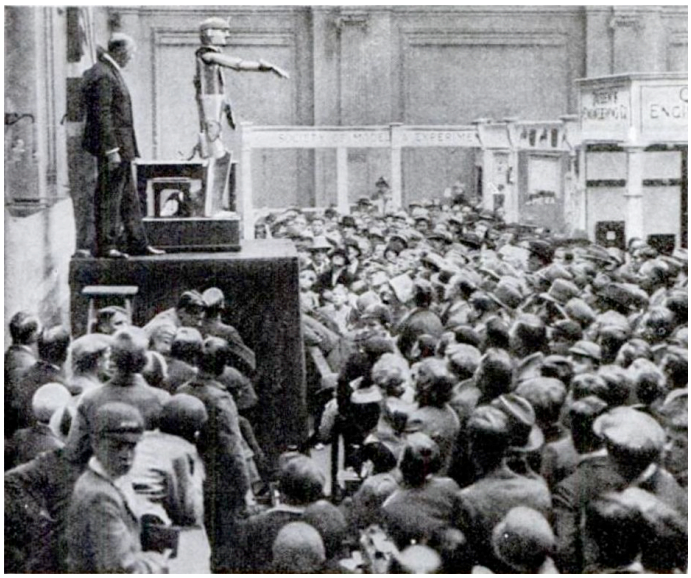


Fig. 2 - Fascínio do público perante o discurso inaugural de *Eric Robot* na *Model Engineering Exhibition*, 1928.

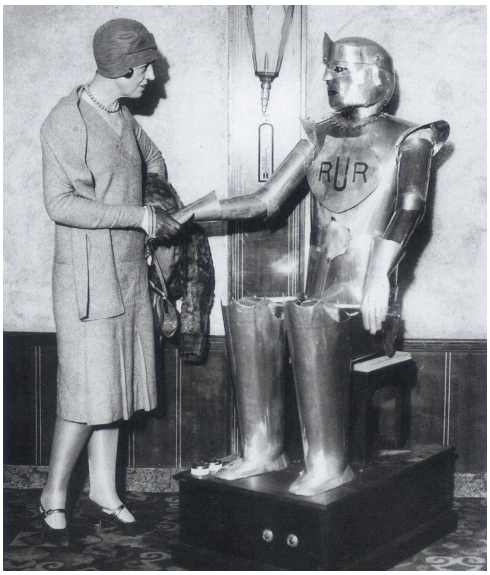


Fig. 3 - William Richards, *Eric Robot*, 1928.

sua mensagem é desvalorizada. É transformada num subproduto estranho e desconcertante.

Portanto, o homem com um léxico visual reduzido deslumbra-se mais pelo carácter lúdico e mágico da tecnologia do que pelo conceito da obra. Em certos casos, a inovação instiga na ignorância o medo do desconhecido e paradoxalmente desperta uma espécie de encantamento e fascínio pelo oculto, tal como aconteceu no discurso inaugural de *Eric Robot* de William Richards (fig. 2 e 3), transformado numa espécie de oráculo egípcio do século XX. Assim, seja um autómato do século XVIII ou uma escultura cinética contemporânea, o denominador comum que prevalece é o fascínio pela técnica e pelo movimento que simula manifestação de vida. O artista sensível a esse fenómeno explora novas linguagens, novas tecnologias. Propõe um novo olhar sobre diferentes projectos, sobre outras culturas, e isso introduz uma mudança de paradigma.

Perante o estigma de arte menor, impõe-se a seguinte questão: porque é que os autómatos do século XVIII chegaram até aos nossos dias? A resposta reside no prestígio da técnica que foi buscar o saber fazer à relojoaria. Os autómatos são mecanismos complexos cujo paradigma era o relógio. Na época era uma tecnologia de ponta sem paralelo, sendo considerada como o paradigma mecânico da era industrial moderna,

contrariamente ao motor a vapor que se encontrava em voga.[19] Um relógio no século XVIII correspondia nos dias de hoje a um computador porque é a grande invenção tecnológica, e em certa medida está na origem da sua história, de acordo com Clara Menéres, «o relógio nasce com a qualidade única de ser o paradigma de todas as máquinas. É o sinal anunciador de um movimento do espírito que iria desencadear uma mutação cultural fundamental, a qual necessitou da revolução tecnológica para atingir o seu objectivo.»[20]

O grande domínio técnico que aquela época desenvolveu, ou seja a relojoaria, é aplicado a outras áreas, nomeadamente na construção de objectos lúdicos como é o caso dos autómatos humanos. Segundo Menéres, «o conceito de um homem-máquina não é nem uma invenção da literatura de ficção científica do século XX, nem uma criação de La Mettrie[21] dois séculos antes. Esta ideia nasceu na mesma época em que foi inventada a máquina paradigmática, ou seja, o relógio.»[22] Uma máquina de excelência sobre a qual Isaac Newton, falando metaforicamente, se referiu a Deus como um 'Grande Relojoeiro', na medida em que era o expoente máximo da criação e do saber fazer.

O relógio, como grande invenção tecnológica do século XVIII e fonte próxima do campo artístico, gerou uma extensa diversidade de objectos, figuras mecânicas de carácter lúdico e «intensificou o interesse em discussões filosóficas sobre a natureza

---

[19] MUMFORD, Lewis - *Technics and civilization*, p. 14.

[20] T. L. de: «L'horloge naît avec la qualité unique d'être le paradigme de toute machine. Elle est l'objet témoin d'un mouvement d'esprit qui allait déclencher une mutation culturelle fondamentale. Cette modification a eu besoin de la révolution technologique pour atteindre son but.» MENÉRES, Maria Clara Rebelo de Carvalho - *L'horloge et le concept de temps en occident*, p.174.

[21] Julien Offray de La Mettrie, médico e filósofo francês do século XVIII, que na sua obra *L'Homme-Machine* [O Homem-Máquina] (1748) desenvolveu o conceito mecanicista do homem, defendendo a tese do corpo humano como uma máquina que é operada segundo uma mecânica metabólica.

[22] T. L. de: «L' idée d'un homme-machine n'est pas une invention de la littérature de science-fiction du XXe siècle, elle n'est pas non plus une création de la Mettrie, quelque deux siècle auparavant. Cette idée naquit à la même époque que la machine paradigmatique elle-même, c'est-à-dire, avec l'horloge.» MENÉRES, Maria Clara Rebelo de Carvalho - *Ob. cit.*, p. 31.

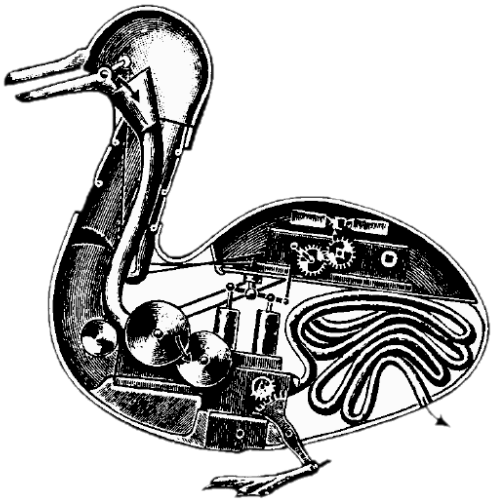


Fig. 4 - Desenho do funcionamento do mecanismo de *Canard Digérateur* de Jacques de Vaucanson, 1738.

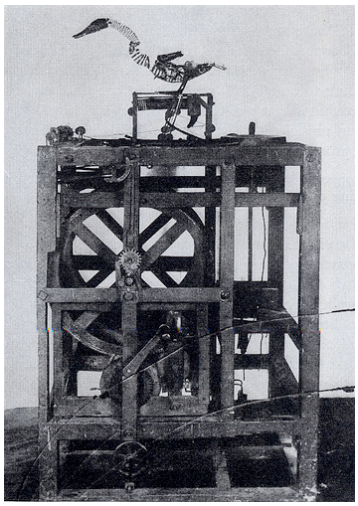


Fig. 5 - Jacques de Vaucanson, *Canard Digérateur*, 1738.

mecanicista do homem.»[23] Eram objectos que representavam mais do que simples 'maravilhas mecânicas'. Os mecanismos da relojoaria permitiram aperfeiçoar dispositivos que faziam parte de uma linguagem mágica, porque eram objectos que tentavam imitar seres vivos, era engenhos concebidos com a pretensão de simular 'vida'. Um desses dispositivos exemplar é o *Canard Digérateur* [Pato Digerindo] (1738) (fig. 4 e 5), considerado como a obra-prima entre os autómatos de Jacques de Vaucanson, recriava o 'animal' com «uma fidelidade na imitação das funções orgânicas superando qualquer máquina construída até aquele tempo.»[24] Através dos escassos desenhos, das imagens com pouca qualidade e dos registos existentes podemos verificar que o nível de complexidade e inovação deste automatismo estava muito à frente no seu tempo. *Le Flûter Automate* [O Tocador de Flauta] e o *Le Joueur de Tambourin* [O Tocador de Tamborim],[25] embora não tão sofisticados como o *Canard Digérateur,* são andróides de uma engenharia inovadora e foram talvez o primeiro desafio sério da criação

[23] T. L. de: «heightened interest in philosophical discussions regarding the mechanistic nature of man.» CHAPUIS, Alfred, DROZ, Edmond - *Automata: A historical and technological study*, p. 20.

[24] T. L. de: «possessed a fidelity in the imitation of organic functions which surpassed any machine built to that time.» BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 199.
Construído com centenas de partes móveis em cobre, supõe-se que este espécime poderia grasnar, bater as asas, beber água, ingerir grãos e até defecar como um pato 'vivo'.

[25] Ver o desenho dos autómatos de Vaucanson, fig. 159 no anexo I, p. 277.

Fig. 6 - Jaquet-Droz, *L'Ecrivian*, 1774.

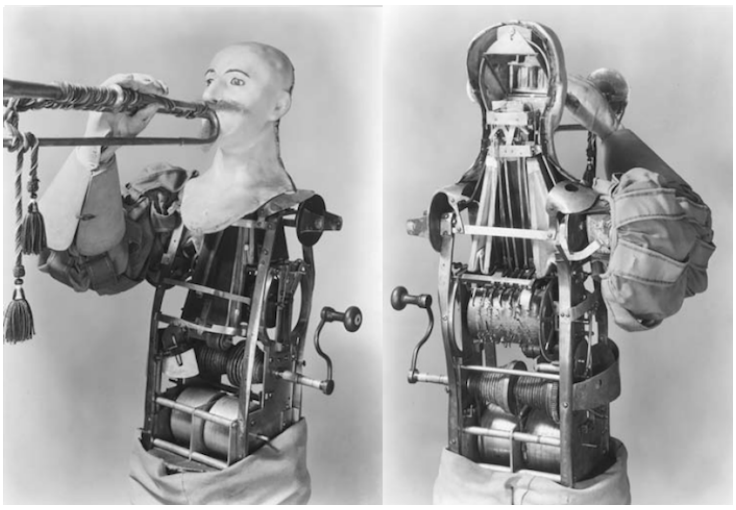


Fig. 7 e 8 - Friedrich Kaufmanns, *Trompeterautomat* (pormenor),1810.

de um Homem-Máquina. Eram figuras de tamanho real esculpidas em madeira e cartão com movimentos reduzidos específicos para tocar instrumentos musicais reais: o primeiro flauta transversa e o segundo flauta de tamborileiro[26] em simultâneo com tamborim. O mecanismo, motor com potência de um só peso oculto no pedestal das figuras, era elaborado ao ponto dos autómatos moverem os lábios e língua, expelirem ar pela boca e articularem os dedos. Semelhante a um músico hábil, a precisão 'respiratória' com que executavam os instrumentos e interpretavam as melodias de um repertório com várias músicas. Tal virtuosismo, por momentos, podia criar a ilusão de que as figuras teriam sido misteriosamente animadas por um 'sopro de vida', um alento que se estende a outros três célebres autómatos[27] de Jaquet-Droz, *L' Ecrivain* [O Escritor], *Le Dessinateur* [O Desenhador] e *La Musicienne* [A Instrumentista].

Sentado numa pequena secretária o dispositivo mergulha a pena no tinteiro, retira o excesso de tinta e com grande destreza dá início à escrita de um texto. O grau do engenho é de tal complexidade que o mecanismo principal, ou seja, disco do sistema de programação, permite escrever prosa numa extensão de quatro linhas com cerca de

[26] Também conhecida por flauta provençal, *galoubet* ou ainda pífaro, é uma pequena flauta pastoril de embocadura de apito, com três orifícios e de tubo estreito. Trata-se de uma parelha de instrumentos muito antiga em que o intérprete numa mão toca a flauta «enquanto com a outra bate um ritmo num *tamboril* [tamborim] que transporta dependurado.» HENRIQUE, Luís L. - *Instrumentos musicais*, p. 273.

[27] Ver fig. 160, 161, 162 e 163 no anexo I, pp. 278-279

quarenta caracteres. Em simultâneo, uma outra estrutura é dedicada à cinética dos olhos que acompanham todos os movimentos da mão, acentuando o realismo da acção. De aparência física similar ao escritor (fig. 6), o desenhador é composto por um mecanismo mais simples programado para realizar quarto desenhos distintos.[28] Munida com um sistema mecânico diferente dos andróides anteriores, *La Musicienne* toca um instrumento musical [órgão] interpretando um repertório de cinco melodias. Para realizar essa acção o seu mecanismo está dividido em quatro partes: um opera o fole do instrumento, outros dois articulam todos os dedos das mãos sobre as teclas, o último é responsável por um conjunto de acções que 'humanizam' a performance, tais como respirar, mover a cabeça e os olhos de acordo com o movimentos das mãos e fazer a reverência no final do acto.[29] O complexo enredo de mecanismos e movimentos, mais do que uma fonte de prazer e de entretenimento, procuram humanizar a máquina dando-lhe um 'sopro' de vida. E à semelhança dos sinais vitais mais evidentes do homem, a respiração, a pulsação e o movimento, também os andróides possuem coração (motores), pulmões (bombas de ar) e membros articulados. Ou seja, estão munidos com um conjunto de automatismos que moldam a respiração e os movimentos subtis e precisos para desempenhar uma acção humana. Sublinhe-se ainda o facto de que muitos dos andróides são intérpretes de instrumentos musicais, supõe-se que falam ou produzem uma determinada acção sonora, não apenas por uma questão lúdica, mas porque o som na criação divina, tal como o movimento, representa um sinal inequívoco de vida. Para além dos tocadores de flauta e tamborim de Vaucanson e *La Musicienne* de Jaquet-Droz, abordados anteriormente, existem outros autómatos instrumentistas, como por exemplo o trompetista mecânico de Friedrich Kaufmanns (fig. 7 e 8) ou a tocar um dulcimer[30] *La Joueuse de tympanon* de Peter Kintzing e David Roentgen.

---

[28] Os desenhos eram feitos a grafite sobre papel. Ver fig. 164 no anexo I, p. 280.

[29] Jaquet Droz - Automata *in* Musée d'Art et d'Histoire [Em linha]. [Consult. 2013-06-27]. Disponível em www: <URL http://www.mahn.ch/collections-arts-appliques-automates>. Ver fig.163 no anexo I, p. 278-279.

[30] Instrumento musical de cordas percutidas por pequenos martelos, que munido com um teclado dá origem ao cravo, o antecessor do piano. Este instrumento de origem medieval, pertence à família do saltério e consiste numa caixa acústica de madeira de formato trapezoidal com cordas de aço dispostas horizontalmente. HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 163. Ver fig. 165 e 166 no anexo I, p. 280-281.

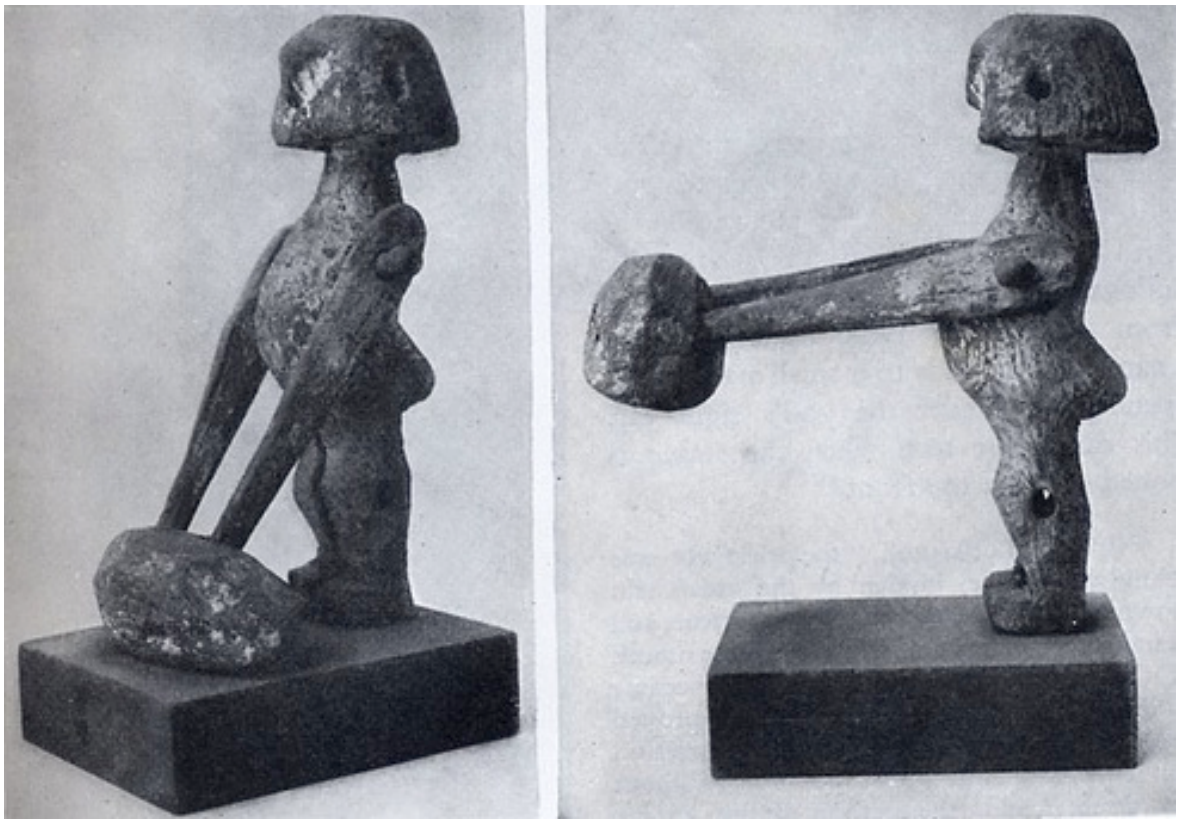


Fig. 9 e 10 - Proto-Autómato egípcio. Madeira.

Mas antes da engenharia complexa dos autómatos de Vaucanson ou de Jaquet Droz, entre outros criadores, existiram antecedentes com características afins que não tinham máquinas para por as peças em movimento, mas que eram por si articulados, como é o caso de algumas figuras proto-autómato egípcias cujos braços podiam ser manuseados (fig. 9 e 10).[31] Para além destas figuras de madeira, de acordo com Burnham, em Tebas [no Antigo Egipto] supostamente haviam figuras capazes de gesticular enquanto falavam, estátuas animadas de pedra que eram transformadas em oráculos falantes temidos pelas suas 'profecias sobrenaturais'. Accionadas através de uma manipulação hábil e de mecânica simples, os oráculos eram usados pelos sacerdotes para fins mágico-religiosos, com os quais controlavam o povo e o poder real.[32]

---

[31] Eram colocadas diversas figuras em câmaras adjacentes aos túmulos, ou por vezes junto do sarcófago, para desempenhar tarefas específicas, como se fosse uma comitiva de servos que acompanhava os homens poderosos das classes altas para o outro mundo. BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 188.

[32] IDEM, *Ibidem*, p. 188.

Fig. 11 - 'Monge relógio' atribuído a Juanelo Turriano, 1560.

Fig. 12 - Mecanismo do 'monge relógio', Juanelo Turriano, 1560.

Também na Grécia foram descobertos algumas figuras articuladas, muito embora os engenhos mais fascinantes e inovadores tenham sido as invenções de Hero de Alexandria. No seu *Tratado sobre Pneumática* (62 d.C.), obra que segundo alguns investigadores representa a primeira pesquisa formal sobre cibernética, expõe as aplicações da ciência na forma de diversos automatismos com os quais ilustra e demonstra os princípios científicos do vácuo e da incompressibilidade da água. A partir da união dos elementos naturais — ar, terra, fogo e água — e da concordância de três, ou quatro elementos, Hero concebeu engenhos que suprem as necessidades mais prementes da vida humana, enquanto outros produzem espanto e alarme.[33] Das suas criações visionárias destacamos o primeiro engenho movido a vapor *Aeolipile*, os magníficos teatros automáticos, em particular o teatro *Apoteose de Dionísio*, e um conjunto de dispositivos sonoros.

[33] WOODCROFT, Bennet (ed) - *The pneumatics of hero of alexandria*, p. 1.

Para além dos oráculos egípcios e dos dispositivos pneumáticos e hidráulicos de Hero, ao longo da história muitos outros engenhos se seguiram: no século XIII a cabeça que falava de Roger Bacon, peça que captava a maravilha e o horror dos espectadores em feiras de circo e carnavais, mais tarde os projectos do humanóide mecânico de Leonardo Da Vinci. Encontramos também os famosos autómatos *Jaquemart*[34], seguidos no século XVI pelos primeiros andróides mecanizados do mundo ocidental de Hans Bullmann e do seu contemporâneo Juanelo Turriano[35], com milagroso 'monge relógio'[36] (fig. 11 e 12). Não podemos também deixar de fazer referência ao 'jogador de xadrez' [*Schachtürke*] de Wolfgang Von Kempelen e a uma extensa série relógios, em particular as orquestras mecânicas e os populares relógios de cuco.

Muito embora existam outros autómatos e os seus sistemas sejam bem mais elaborados do que a nossa descrição, consideramos que no contexto do presente tema não se desenha a necessidade de aprofundar as suas capacidades e especificidades mecânicas, mas sim, aflorar o seu potencial enquanto mecanismos de grande refinamento técnico, capazes de gerar diversos tipos de movimento e som.

A cultura do autómato e do andróide foi não só um marco incontornável da engenharia mecânica que esteve na génese da cinética moderna, mas também de todo um imaginário 'fantástico' repleto de mistério e suspense transposto da escultura para

---

34 Também conhecido por *Jack-o-the-Clock*, são figuras mecânicas (relógios) do século XV que marcavam o tempo percutindo um sino com um machado ou espada. Contrariamente ao que é suposto, estas figuras que aparecem nos campanários não são inglesas. Os ingleses foram muito bons na relojoaria marítima completamente científica a partir do século XVII. Os relógios marítimos são muito importantes porque são uma relação do tempo com o espaço. Sem os relógios não era possível a localização e navegação, a medição correcta, ou seja, as coordenadas, da localização dos barcos em alto mar e que era absolutamente essencial. Tudo isso era feito através do relógio, pelo que exigia que fosse um engenho de grande rigor. Ver fig. YU no anexo I, p. VVV.

35 Relojoeiro e inventor de origem italiana conhecido por Gianello Torriani, ou Gianello della Torre ou ainda por Giovanni Torriani. Viveu e trabalhou em Espanha sob o nome de Juanelo Turriano (1501-1585).

36 Ou 'relógio de oração', desconhece-se o nome original da peça, é uma figura de pequena estatura articulada mecanicamente de Juanelo Turriano, embora outros investigadores a atribuam ao seu contemporâneo Hans Bullmann.

Fig. 13 - Peça *R.U.R.* de Karel Čapek, 1921.

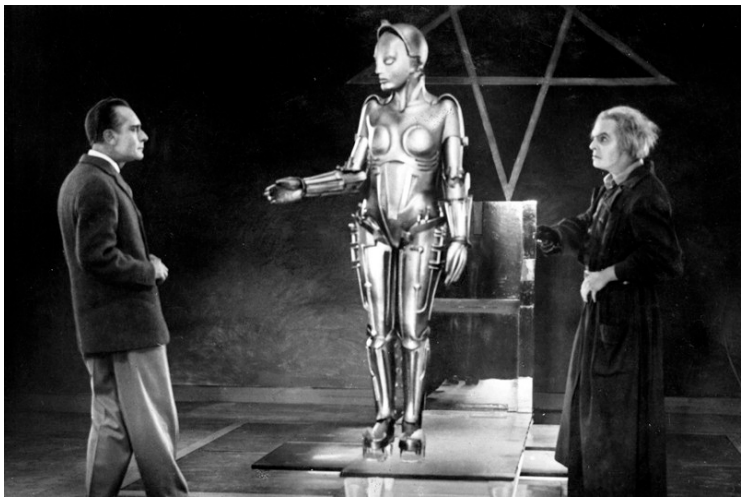


Fig. 14 - Frame do filme *Metropolis* de Fritz Lang, 1927.

outros campos, nomeadamente para o teatro e para o cinema com a criação do *robot*[37], como é o caso da peça de teatro *R.U.R.* [*Rossum's Universal Robots*] (fig. 13) do dramaturgo Karel Čapek e posteriormente do filme *Metropolis* de Fritz Lang (fig. 14). Estas obras são inegavelmente a fractura porque, em conjunto com a expansão dos autómatos, geraram um universo de ficção de grandes repercussões na cultura contemporânea, determinante em múltiplos domínios da arte e da ciência. Gradualmente assiste-se na ficção científica à diluição do limite entre os andróides 'pseudo-humanos' e o humanos;[38] assiste-se a um imaginário de ficção sem paralelo que contaminou a mente de muitos criativos e é um tema que prolifera na sétima arte. Desde de clássicos, de acordo com Minsoo Kang, como: *The Day the Earth Stood Still* (1951), *Forbidden Planet* (1956), *2001: A Space Odyssey* (1968); aos mais recentes como: *Blade Runner* (1982), *Terminator* (1984-2009) e *Matrix* (1999-2003), entre outras referências. No campo da ciência assiste-se a uma crescente investigação e progresso de trabalhos científicos em áreas como a cibernética, inteligência artificial e nas teorias *cyborg* contemporâneas.[39] Perante a evolução

---

[37] De acordo com Burnham, foi Karel Čapek, na sua peça *R.U.R.* [*Rossum's Universal Robots*] (1921), que cunhou o termo *robot*. Este deriva da palavra checa *robota* que significa 'trabalho forçado' [escravidão] e implica falta de autonomia e livre-arbítrio. BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 202.

[38] BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 201.

[39] KANG, Minsoo - *Sublime dreams of living machines: The automaton in the european imagination*, p. 298.

da ciência e da tecnologia os dispositivos mecânicos tendem a ficar obsoletos, segundo Menéres:

> Estamos a assistir ao fim de uma época em que os instrumentos mecânicos e analógicos foram agentes culturais muito importantes. Actualmente, vemos surgir um outro período cujas ferramentas são os dispositivos cibernéticos.
> A mudança de ferramentas é extremamente significativa. Já na pré-história a pedra lascada e a pedra polida diferenciaram dois períodos culturais. Hoje, a mudança verificada na estrutura e na concepção dos instrumentos revela-nos uma transformação cultural de enorme importância. Se os instrumentos mecânicos eram objectos produzidos pelo conhecimento da física e da matemática, os dispositivos cibernéticos acrescentam a esse saber outras noções muito mais complexas. Estes são aparelhos construídos sobre modelos biológicos, simulando as suas funções de regulação e comunicação.[40]

As inovações tecnológicas do século XVIII foram portanto, de acordo com Gilbert Simondon, o ponto culminante do desenvolvimento de ferramentas e instrumentos. A ferramenta enquanto objecto técnico que permite prolongar e munir o homem para cumprir um gesto [função activa], e o instrumento como objecto técnico que permite ao homem adquirir uma percepção mais apurada [função perceptiva], pelo que, «o instrumento é uma ferramenta de percepção.»[41] Tais inovações foram o motor

---

[40] T. L. de: «Nous assistons à la fin d'une époque où les instruments mécaniques et analogiques ont été des agents culturels très importants. A présent, nous voyons surgir une autre période qui a comme outils des appareils cybernétiques.
Le changement d'outils est extrêmement significatif. Déjà au cours de la préhistoire la pierre taillée et la pierre polie ont différencié deux périodes culturelles. De nos jours, le changement vérifie dans la structure et la conception des instruments nos indique une modification culturelle d'une énorme importance. Si les instruments mécaniques étaient des objets produits par la connaissance de la physique et de la mathématique, les appareils cybernétiques ajoutent à ces savoirs d'autres notions beaucoup plus complexes. Ce sont des instruments construits sur des modèles biologiques, simulant leurs fonctions de régulation et de communication.» MENÉRES, Maria Clara Rebelo de Carvalho - *Ob. cit.*, p. 174.

[41] T. L. de: «l'instrument est outil de perception.» SIMONDON, Gilbert - *Du mode d'existence des objects techniques*, p. 114.

propulsor de novas linguagens e de um inegável progresso das ciências que, segundo Simondon, se traduziu no avanço e aperfeiçoamento dos elementos técnicos.[42]

Em suma, foram os avanços científicos e tecnológicos, nomeadamente a relojoaria e a sua tecnologia aplicada aos autómatos, que estiveram na origem de uma fase muito importante e que permitiram aos artistas do início do século XX sublinhar uma cultura que já existia.

1.1.2. Máquinas sonoras ou a sonoridade dos automatismos

Ao percorrer o universo dos automatismos encontramos um conjunto significativo de elementos da esfera do sonoro. Assim, no âmbito do tema deste trabalho, consideramos que a análise destes são da maior relevância para a correlação do movimento mecânico com o som das esculturas cinéticas do século XX.

Autómatos com som? Como vimos, qualquer mecanismo quando accionado só pelo simples movimento já produz som em maior ou menor intensidade. Não sendo excepção, as máquinas do tempo, mais que objectos de contemplação visual, são objectos indiscutivelmente sonoros que marcam sistematicamente o tempo. E tanto o tempo como o som são ambos intangíveis, invisíveis, qualidades que suscitam no homem uma tremenda incredulidade, já Hipólito dizia que «uma conexão invisível é mais poderosa que uma visível.»[43] É esse fascínio que se procura acentuar na construção de máquinas sonoras, de automatismos 'vivos' capazes de 'falar', produzir sons bizarros ou interpretar melodias.

Quando observamos um objecto tão vulgar nos dias de hoje como o relógio, mais do que a sensação de ver passar o tempo pelo movimento dos seus ponteiros,

---

[42] SIMONDON, Gilbert - *Ob. cit.*, p. 115.

[43] KIRK, G. S.; RAVEN, J. E. - *Ob. cit.*, p. 195.

apercebe-mo-nos do movimento mecânico constante e preciso. Mas muito antes da sua visualização o tempo era anunciado pelo som. Tal como a rádio antecedeu a televisão por ser um sistema tecnologicamente mais simples,[44] também os primeiros engenhos mecânicos do tempo eram apenas sonoros, ou seja, a medição do tempo apareceu primeiro através da audição e só muito mais tarde é que foram concebidos mecanismos que permitiam 'ver o tempo passar'. Os primeiros dispositivos eram simples e accionados manualmente, como é o caso do sino[45], esse objecto sonoro magnífico da nossa cultura.

Presente em quase todas as culturas, o sino é um objecto que quando percutido emite um sinal acústico peculiar que se propaga esfericamente a longas distâncias. É geralmente definido como um instrumento musical de percussão[46]. A própria ciência que os estuda, a campanologia[47], aborda todo um conjunto de conhecimentos técnicos e científicos fundamentais sobre a acústica do sino,[48] mas na perspectiva de arte sonora é tendencialmente dominado pela cultura musical. Comparados a outros engenhos, nas suas mais variadas formas e tamanhos, os sinos mais carismáticos são um autêntico colosso sonoro. A aparente simplicidade formal da campânula de bronze[49] e do seu pêndulo [badalo ou lingueta] requerem um grande domínio técnico em campos afins à escultura e à acústica. A sua construção é sem dúvida um processo 'alquímico' comple-

---

[44] HALL, Edward T. - *Ob. cit.*, p. 57.

[45] Nome que deriva de *signum* do latim, e significa signo, sinal, marca, manifestação, etc.

[46] Enquanto instrumento musical é classificado como um idiofone. Ver descrição de idiofone no ponto I.1. Classificação e sistemática, no Apêndice I, pp. 244-245.

[47] «Ciência relativa aos sinos ou à arte de os tocar por música.» *campanologia* In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2014. [Consult. 2014-07-31]. Disponível em WWW: <URL: http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa-aao/campanologia>.

[48] Campanologia.Org - Acústica da campânula e análise tonal. http://www.campanologia.org/1-acustica-della-campana-e-analisi-tonale. 2014-07-31 15:53.

[49] Ver fig. 171, p. 286, em anexo.

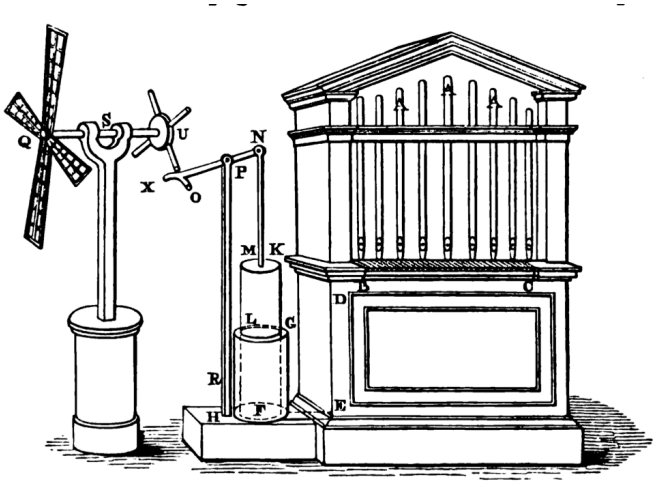


Fig. 15 - Desenho de um órgão eólico, projecto atribuído a Hero de Alexandria , século I.

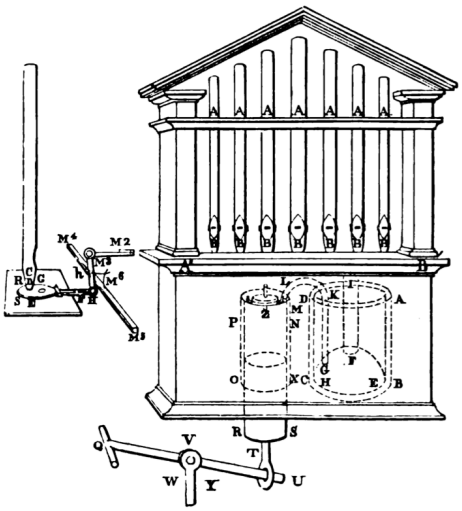


Fig. 16 - Desenho de um órgão manual, projecto atribuído a Hero de Alexandria , século I.

xo, é uma criação tão impressionante que foi imortalizada pelo génio de Tarkovsky no drama de Andrei Rublev[50].

Segundo Menéres, durante a Idade Média o tempo do trabalho e o tempo das orações quotidianas era ritmado pelos sinos dos mosteiros que de forma sistemática marcavam as horas canónicas[51]. Com a evolução da medida do tempo os sinos passaram a estar ligados ao relógio, percutindo e difundindo os intervalos que este media, perdendo as horas a sua qualidade 'canónica' para se tornarem regulares e mecanizadas, ou seja, horas 'temporais'.[52] Enraizado na vida e nas tradições do povo, o sino para além de ser um dispositivo usado para medir o tempo quotidiano, quando badalado aflitivamente alertava a população para situações de emergência ou catástrofe, funcionando de modo similar a uma sirene.

Portanto, seja em dispositivos aparentemente simples como um sino ou nos complexos andróides de Droz, o som é indissociável dos mecanismos e quando explo-

---

[50] No filme Andrei Rublev, de Andrei Tarkovsky, o processo da fundição ocorre no momento em que Boriska, filho do sineiro, com a morte do pai é incumbido de fundir um sino para o príncipe. Um desafio que aceita e que Boriska pagaria com a sua própria vida se o sino não tocasse.

[51] De acordo com Menéres, as horas canónicas (de *canon*) estão relacionadas com os intervalos de tempo que se encontram nos livros de Horas, ou seja, eram divisões do tempo quotidiano que regulavam o período de trabalho e os momentos de oração. MENÉRES, Maria Clara Rebelo de Carvalho - *Ob. cit.*, p. 133.

[52] IDEM, *Ibidem*, p. 145.

rado acrescenta outras valências ao mero objecto, transportando-o mais além da sua presença física para uma dimensão acusmática.

Revisitemos alguns dos inventos de Hero para demonstrar que estes dispositivos, mais do que ensaios de princípios mecânicos, são máquinas sonoras equiparadas aos dias de hoje a máquinas de efeitos especiais para teatro ou cinema. Entre elas encontramos dragões que silvam, pássaros a chilrear, autómatos que tocam instrumentos musicais [trompetes] com a força da água e do ar comprimido ou ainda com a pressão do vapor, assim como peças destinadas a produzir sons específicos, como portas automáticas que fazem ruídos estranhos, ou de trovões gerados pela queda de bolas de metal sobre um tambor oculto. Efeitos sonoros que dão vida ao espectáculo dos seus teatros mecânicos, alguns com sistemas tão elaborados que o acto teria uma duração aproximada de dez minutos![53] É também atribuído a Hero a invenção a de um órgão accionado pela força eólica (fig. 15), outro pela força manual (fig. 16) e ainda um outro hidráulico.[54]

No universo lúdico dos automatismos, para além dos andróides existem outros engenhos classificados, ou melhor dizendo, desclassificados como brinquedos mecânicos, munidos com sistemas que derivam da cultura de construção de instrumentos musicais. Contemporâneo de Vaucanson e Droz, encontramos um autómato sonoro magnífico comissionado por Tipu Sultan[55], governador de uma grande parte do sul da Índia que lutou contra o domínio das forças britânicas no país e a quem se atribui a expressão: '*é melhor viver um dia como um tigre do que uma vida como uma ovelha*'. Aparentemente a expressão que acabou por se materializar numa peça invulgar de madeira talhada e policromada denominada *Tipu's Tiger*[56] (fig. 17 e 18), que ilustra o momento de ataque e

---

[53] Ver outros desenhos das invenções de Hero, fig. 174 a 179, pp. 188-289, em anexo.

[54] De acordo com Bennet WoodCroft, Hero teria sido discípulo de Ctesibius de Alexandria [ou Ktesibius], e nesse sentido supõe-se que algumas das suas invenções possam ser da autoria de Ctesibius, nomeadamente o *Hydraulos*, também conhecido por órgão de água. WOODCROFT, Bennet (ed) - *Ob. cit.*, p. ix.

[55] Sultão indiano do reino de Mysore no século XVIII, também conhecido por Tipu Sahib ou tigre de Mysore, foi militar, poeta e um estudioso que à época introduziu um conjunto de inovações.

[56] Também designado por *Tippoo's Tiger*. Ver também fig. 180, 181, e 182 pp. 290-291, em anexo.

Fig. 17 - Autor desconhecido, *Tipu's Tiger* , 1890. Madeira policromada.

Fig. 18 - *Tipu's Tiger* sem a parte superior que permite aceder ao dispositivo sonoro, 1890.

a supremacia do tigre selvagem [oriente] sobre um soldado britânico [ocidente]. Retirando a parte superior da escultura [animal] é possível aceder às 'entranhas mecânicas' onde se encontra embutido o mecanismo sonoro[57] e o cinético. Quando accionado manualmente através de uma manivela, o fole que controla o fluxo de ar permite ao tigre rugir enquanto que a vítima emite 'gritos' de lamento e articula o braço esquerdo em gesto de desespero [a única parte móvel]. Embora, à semelhança de outras obras, a peça cause impacto pela sua a escala em tamanho real, composição e cor, a 'subtil' presença do movimento e do som reveste a escultura de curiosidade e fascínio, atributos que a transformam num polo de atracção que dá espaço à imaginação do observador.

Muito embora os autómatos tenham sido objectos 'vivos' de grande curiosidade e entretenimento por produzirem movimento, eram dispositivos 'vivos' porque produziam som. E essa qualidade de intangível é um sinal de vida presente em quase todos os mecanismos. Desde as profecias 'sobrenaturais' dos oráculos falantes egípcios, dos engenhos hidráulicos e pneumáticos de Ctesibius e Hero de Alexandria, passando pelos automatismos paradigmáticos do século XVIII aos andróides que interpretam instrumentos musicais, que respiram e falam, até à escultura cinética contemporânea, conclui-se que: o som é uma constante inegável da presença de vida, pois, é no seu âmago uma vibração que está presente em toda a matéria.

---

[57] Órgão de tubos com 18 notas.

1.2. Movimento e som na arte no início do século XX

A transposição da alta tecnologia do relógio para os autómatos, permitiu que estes mecanismos 'vivos' passassem a ter outro prestígio. Tal notoriedade têm de ser valorizada com uma referência importante para os mais diversos campos da arte, em particular para o desenvolvimento da escultura cinética.

A sua influência no futurismo e no construtivismo, foi relevante na transformação e introdução da máquina como símbolo da própria vida. O avanço da técnica despertou na natureza humana profundos desejos e impulsos. Desencadeou revoluções, paixões e vícios suicidas embebidos na adrenalina da velocidade e das novas atmosferas sonoras do progresso industrial. Com base nesta crescente acumulação de desenvolvimento técnico, no presente subcapítulo vamos analisar de que modo o movimento motorizado, fruto de um nova cultura mecânica, teve impacto e que inovações introduziu no início do século XX sobre as artes visuais e sonoras.

1.2.1. O fascínio da velocidade

Segundo Herbert Read, a Humanidade tem uma insaciável necessidade de ícones, de imagens e de metáforas. A máquina, uma das mais incontornáveis criações da nossa civilização moderna, adquiriu esse estatuto de símbolo: «um símbolo de poder, dinamismo, velocidade, todos os conceitos ideais de nosso modo de vida mecanizada.»[58] O *Manifesto futurista*[59] foi o primeiro de uma série de proclamações que procurou a fractura com a 'monotonia' da arte tradicional, fazendo apologia ao culto da máquina, da velocidade, da destruição e da procura de uma simultaneidade de novas sensações, que dão início à exploração da interactividade. Com a proliferação da industria moderna os engenhos técnicos assumem-se cada vez mais em objectos de obsessão, de domínio e de poder, da mesma forma como hoje somos seduzidos por dezenas

[58] T. L. de: «a symbol of power, dynamism, speed, all the ideal concepts of our mechanized way of life.» READ, Herbert - *Modern sculpture*, p. 87.

[59] Redigido em 1909 pelo poeta italiano Filippo Tommaso Marinetti e que esteve na origem do movimento Futurista.

de *gadgets* que nos rodeiam e fazem parte do nosso quotidiano, e dos quais não abdicamos, segundo Mumford, «vivemos numa idade da máquina e orgulhosos desses facto, todas as outras idades foram, tal como a nossa, dominadas e influenciadas pelos seus utensílios e inventos técnicos.»[60] Com o *Manifesto* da ruptura assiste-se a um processo de identificação do homem com a máquina no qual, segundo Rosalind Krauss, o conceito de velocidade é assumido como um valor plástico associado ao progresso e à vanguarda. A velocidade transformou-se assim, «numa metáfora da progressão temporal tornada explícita e visível. O objecto em movimento torna-se veículo do tempo percebido, e o tempo torna-se dimensão visível do espaço, uma vez que o movimento temporal assume a forma do movimento mecânico.»[61] No entanto, o fascínio pela alta velocidade, que no início do século XX tanto deslumbrou Marinetti, é um dos maiores flagelos da actualidade, segundo Paul Virilio, «se tudo é movimento, tudo é ao mesmo tempo acidente, [...], a velocidade é uma causa de morte da qual somos não somente responsáveis mas, também, criadores e inventores.»[62]. De acordo com o estudo do progresso dromológico[63] de Virilio, a velocidade não só permite criar mais velozmente mas também destrói mais velozmente. Basta analisar a quantidade de tecnologias que derivam das máquinas de guerra para perceber que a produção da destruição ultrapassa qualquer outra produção tecnológica e o seu constante progresso conduz a humanidade não para um estágio evolutivo superior, mas para o seu retrocesso, para a sua involução. Ou seja, é um prenúncio de uma cultura que promove a sua própria extinção.

Assim, o dinamismo das tecnologias emergentes permitiu aos artistas do princípio da era moderna, como diria Aldous Huxley, a descoberta de um 'admirável mundo novo', ou seja, a descoberta de uma nova dimensão visível. Como vimos anteriormente

---

[60] MUMFORD, Lewis - *Ob. cit.*, p. 40.

[61] KRAUSS, Rosalind E. - *Caminhos da escultura moderna*, p. 51-52.

[62] T. L. de: «Si todo es movimiento, todo es al mismo tiempo accidente, [...], la velocidad es una causa de muerte de la que somos no sólo responsables sino, además, creadores e inventores.» VIRILIO, Paul - *Estética de la desaparición*, p. 118.

[63] De dromologia [do grego Dromo= corrida], termo criado e usado por Paul Virilio, trata do estudo dos efeitos da velocidade na sociedade e do impacto cultural e social das novas tecnologias.

com Schaeffer, o tempo é a dimensão que permite a existência do som, uma dimensão temporal que na teoria da relatividade de Albert Einstein é designada quarta dimensão — procedendo três dimensões espaciais e uma temporal. Neste sentido, contrariamente ao tempo intangível habitado pelo som, o tempo visível, de que fala Krauss, é uma representação material da velocidade, do movimento mecânico, ou seja, de um tempo físico. Deste modo, Krauss reitera que a escultura, com base na sua natureza estática, seria de todas as formas de expressão visual, a mais inconcebível para representar o desenvolvimento desse tempo visível.[64]

Contudo, um grande ícone do futurismo, Umberto Boccioni, desafia esse princípio improvável, propondo através da escultura um 'novo' conceito de continuidade e de visão simultânea de um objecto em movimento no espaço.[65] A transmutação formal operada por Boccioni, procura representar uma síntese de todas as perspectivas possíveis do objecto: as visíveis e as ininteligíveis. Esse *continuum* sintético foi assimilado primeiramente na natureza-morta *Sviluppo di una bottiglia nello spazio*[66] [Desenvolvimento de uma garrafa no espaço] (fig. 19). Uma síntese que paralisa fisicamente a intelecção do seu observador num único plano e simultaneamente, ao facultar todos os ângulos de visão do objecto, «liberta-o, em termos conceptuais, dessa posição fisicamente estática.»[67] Contudo, não se trata apenas de facultar ao observador uma visão simultânea de todo o exterior do objecto num momento temporal, mas também, permitir o entendimento do objecto e de toda a sua estrutura a partir do seu interior, do seu nú-

---

[64] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 52.

[65] Segundo Krauss, o grande desafio para Boccioni prendia-se com a fusão de dois estados distintos em que o objecto participa, estados estes que ele designa por 'movimento absoluto' e 'movimento relativo'. O primeiro movimento diz respeito à essência estrutural e material do objecto. O 'movimento relativo' refere-se a duas situações: a primeira, à mudança de posição do observador em relação ao objecto, que implica uma nova percepção do objecto com os restantes elementos circundantes; a segunda, relacionada-se com as «distensões e mudanças de forma que ocorreriam quando uma figura em repouso fosse precipitada em movimento.» IDEM, *Ibidem*, p. 52.

[66] A escolha da natureza-morta não é aleatória, surge pela influência das temáticas do Cubismo, de acordo com Krauss, «a *Garrafa* é uma tentativa parcial de destacar um objecto de inspiração cubista da situação pictórica a que se prende de forma ilusória e mergulhá-lo na vida da tridimensionalidade do espaço real.» *Ibidem*, p. 59.

[67] *Ibidem*, p. 52.

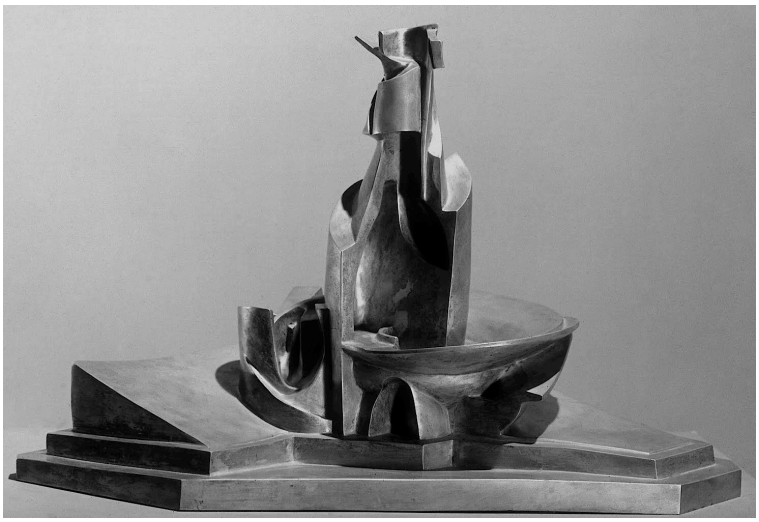


Fig. 19 - Umberto Boccioni, *Sviluppo di una bottiglia nello spazio,* 1912. Bronze.

Fig. 20 - Umberto Boccioni, *Forme uniche della continuità nello spazio,* 1913. Bronze.

cleo. Nesse sentido, a sequência dos diversos perfis com o formato de garrafa facultam ao observador a ideia «esquemática, sintetizada, da estrutura da garrafa — um emblema intelectual da sua essência.»[68] Mas já antes da sua interpretação do conceito de continuidade podemos encontrar outros dois momentos análogos: o primeiro, na representação neoclássica da figura pela múltipla representação das três vistas simultâneas do seu exterior;[69] o segundo, pela descrição que o escultor Medardo Rosso[70] faz relativa à face inferior de um objecto — «cujo conhecimento é levado a existir em uma indissolúvel fusão com a face frontal.»[71] Neste sentido, de acordo com Krauss, a originalidade do futurismo tem por base a associação de um ideal do princípio do século XX com as tecnologias emergentes. «O futurismo transforma uma meditação clássica sobre a beleza em uma visão de poder tecnologicamente informada.»[72]

---

[68] *Ibidem*, p. 57.

[69] De acordo com o que o escultor alemão Adolf Van Hildebrand (1847-1921) descreve na sua obra teórica — *O Problema da Forma na Pintura e Escultura.*

[70] Escultor italiano (1858-1928), considerado por Boccioni como o único grande escultor moderno que tentou criar um novo caminho para a escultura, como escreve no seu *Manifesto técnico da escultura futurista*.

[71] *Ibidem*, p. 58.

[72] *Ibidem*, p. 58.

A escultura mais representativa da obra de Boccioni, e provavelmente a mais emblemática do movimento futurista, é a peça *Forme uniche della continuità nello* [Formas únicas de continuidade no espaço] (fig. 20). De modo análogo a uma das obras mais influentes da história do movimento moderno, o *Nu descendant un escalier Nº 2* de Marcel Duchamp, a peça de Boccioni representa a síntese formal de um corpo humano em movimento. Para além do movimento, esta escultura advoga o conceito de velocidade que induz a uma transmutação formal na qual, segundo Krauss, o tempo assume uma dimensão visível do espaço — que podemos considerar como uma quarta dimensão física. É nesta dimensão visível que este *continuum* sintético de bronze polido se digladia velozmente contra uma força invisível.

Não obstante, ambas peças de Boccioni são incongruentes com o ímpeto futurista que pretende romper com modelo tradicional, ou seja, como ruptura, as esculturas não são de todo inovadoras. A proclamação apela ao amor pelo perigo e pela velocidade, postulando «um novo culto da beleza, no qual "um automóvel em alta velocidade (...) é mais belo que a *Vitória de Samotrácia*"»[73], assim como o repúdio por temas da arte do passado, fazem da natureza-morta de uma peça incoerente. É incoerente no tema e no material nobre em que foi concebida, o bronze, em detrimento dos materiais não-convencionais da escultura como arame, vidro, metal laminado, iluminação eléctrica, entre outros, tal como era mencionado no *Manifesto*.

Muito embora Boccioni seja uma referência na história do movimento moderno e uma nova abordagem na escultura, do ponto de vista da modelação e da execução, está ainda no paradigma antigo. Boccioni tem uma linguagem classicista e não é a verdadeira ruptura com o passado. Podemos mesmo dizer que entre Boccioni e os autómatos do século XVIII, estes são muito mais interessantes e inovadores. Como peças tridimensionais munidos de sistemas mecânicos, vimos que são verdadeiramente deslumbrantes e igualmente complexos na sua concepção, são de um domínio tecnológico que só terá expressão próxima na escultura cinética do início do século XX em obras como *Light-Space Modulator* de László Moholy-Nagy ou nas esculturas cibernéticas de

[73] *Ibidem*, p. 50.

Nicolas Schöffer. Mas se os autómatos já continham um potencial sonoro muito rico, o modelo industrial e o fascínio da velocidade trouxe consigo um incremento de sons inauditos aos quais os artistas não ficaram indiferentes.

1.2.2. A evocação do ruído

O efervescente ambiente industrial revela aos artistas um novo mundo de estímulos criativos não só na escultura mas também na pintura, na poesia e na música. A crescente presença de sonoridades menos convencionais permitiu aos artistas novas manifestações sonoras e a proclamação de uma nova linguagem — o ruído. *L'Arte dei Rumori*[74], de Luigi Russolo, trata-se uma proclação que só foi possível graças à obra onomatopeica de Marinetti, baseada nos «novos ruídos da Guerra Moderna»[75], e às tecnologias mecânicas emergentes. Uma revelação sobre a qual Russolo, iluminado pelo novo universo sonoro, escreve o seguinte:

> Na antiguidade, a vida não era nada além de silêncio. O ruído realmente não nasceu antes do século XIX, com o advento das máquinas. Hoje o ruído reina supremo sobre a sensibilidade humana. Durante vários séculos, a vida continuou em silêncio, ou muda. Os ruídos mais altos não eram nem intensos, nem prolongados ou variados. Na verdade, a natureza é normalmente silenciosa, com excepção para as tempestades, furacões, avalanches, cascatas e alguns movimentos telúricos excepcionais.[76]

---

[74] *A Arte do Ruído* (1913) proclamação futurista do pintor e compositor italiano Luigi Russolo, dirigido ao músico futurista Francesco Balilla Pratella.

[75] T. L. de: «new noises of Modern Warfare» RUSSOLO, Luigi - *The Art of Noise (futurist manifesto, 1913)*, p. 7.

[76] T. L. de: «In antiquity, life was nothing but silence. Noise was really not born before the 19th century, with the advent of machinery. Today noise reigns supreme over human sensibility. For several centuries, life went on silently, or mutedly. The loudest noises were neither intense, nor prolonged nor varied. In fact, nature is normally silent, except for storms, hurricanes, avalanches, cascades and some exceptional telluric movements.» IDEM, *Ibidem*, p. 4.

Na perspectiva de Alan Licht a grande revolução sonora teve a sua génese com Russolo, considerando-o o primeiro «*influential noise thinker*»[77]. De forma análoga podemos considerar que John Cage foi o primeiro '*influential silence thinker*' pela sua permanente invocação do silêncio como um elemento base da composição sonora. Um exemplo explícito é a sua mais controversa obra *4'33"*[78], uma composição musical de três movimentos composta para qualquer instrumento musical ou qualquer combinação de instrumentos, por muitos entendida com a obra dos quatro minutos e trinta e três segundos de silêncio. Interpretada pela primeira vez pelo pianista David Tudor, esta obra personifica as reflexões de Cage sobre o silêncio e sobre qualquer som como matéria passível de constituir música. Neste sentido, menosprezando a música como sendo um universo fantástico que se sobrepõe ao universo real, Russolo afirma que, no início a arte musical procura a pureza límpida do som e suaves harmonias pela combinação sonora. No entanto, constatou que essas harmonias se estavam a metamorfosear numa amálgama de sons estranhos, complexos, estridentes e dissonantes, muito próximos do que ele definia por 'som-ruído' (barulho). Assim, defendia que essa 'estranheza musical' advinha da influência sonora da crescente proliferação das máquinas, que propaga uma multiplicidade de ruídos.[79] Russolo considerava que a variedade de ruídos é infinita, de acordo com as suas palavras: «Nós certamente teremos hoje em dia mais de mil máquinas diferentes, entre os quais podemos distinguir mil ruídos diferentes.»[80] Neste sentido, proclama a necessidade de alargar e enriquecer cada vez mais o domínio dos sons musicais,[81] ao ponto de fazer uma apologia ao ruído considerando-o 'agradável', citando Russolo:

---

[77] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 77.

[78] Lê-se quatro minutos e trinta e três segundos, de 1952.

[79] RUSSOLO, Luigi - *Ob. cit.*, p. 5.

[80] T. L. de: «We certainly possess nowadays over a thousand different machines, among whose thousand different noises we can distinguish.» IDEM, *Ibidem*, p. 12.

[81] *Ibidem*, p. 11.

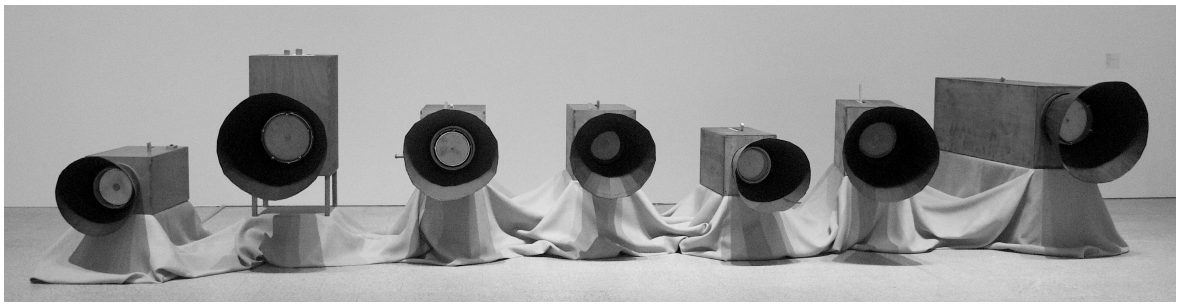


Fig. 21 - Luigi Russolo, *Intonarumori,* (réplicas) 2002.

> É preciso romper a todo custo a partir deste círculo restrito de sons puros e conquistar a infinita variedade de ruídos-sonoros [...] Obteremos infinitamente mais prazer imaginando combinações de sons de carrinhos, automóveis e outros veículos, e o barulho das multidões, do que ouvir mais uma vez, por exemplo, as sinfonias heróicas ou pastorais.[82]

Imbuído de uma nova linguagem sonora, Russolo defende que se deve substituir a limitada variedade de timbres dos instrumentos musicais das orquestras pela infinita variedade de timbres do ruído produzidos por mecanismos especiais.[83] Deste modo, promove a criação de instrumentos para formar uma orquestra do barulho que, de acordo com Licht, esta ideia representa a domesticação do ruído ambiental. Com o reconhecimento e a apropriação da máquina como um gerador de sons, Russolo abre no domínio da arte um caminho para concepção múltiplas manifestações de arte sonora, nomeadamente a criação de esculturas sonoras. Um caminho no qual iremos posteriormente encontrar um dos exemplos mais evidentes, as 'máquinas-ruído' do suíço Jean Tinguely.[84] O próprio Russolo inspirado na sua teoria das orquestras futuristas, com a colaboração do pintor Ugo Piatti, criou uma série de máquinas de fazer ruído que denominou de *Intonarumori*[85]. De acordo com Stefania Serafin, o *Intonarumori* consiste

---

[82] T. L. de: «We must break at all cost from this restrictive circle of pure sounds and conquer the infinite variety of noise-sounds. (...) we get infinitely more pleasure imagining combinations of the sounds of trolleys, autos and other vehicles, and loud crowds, than listening once more, for instance, to the heroic or pastoral symphonies.» *Ibidem*, p. 6.

[83] *Ibidem*, p. 11.

[84] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 78.

[85] *Intonarumori* que podemos traduzir por 'entoadores de ruído'. Ver fig. 21, ouvir faixas áudio nº 5 a 9 no anexo II [DVD].

num gerador acústico de ruído, que permite produzir e controlar dinamicamente o tom de diferentes tipos de ruído. Morfologicamente resumem-se a uma caixa de madeira paralelepipédica com um altifalante, em cartão ou metal. No interior da caixa existe uma corda de metal em tensão que é excitada por uma roda giratória. Dependendo do intérprete é possível reproduzir vários ruídos distintos, para tal basta manipular uma manivela para controlar a velocidade da roda e o uso de uma alavanca para alterar a tensão da corda.[86] De acordo com Russolo, os *Intonarumori* permitem simular diferentes géneros de sons do quotidiano, desde o ruído mais baixo, como sussurrar, até aos mais intensos, como berrar, chiar, guinchar.[87] Os *Intonarumori* representam a materialização das suas teorias para a tão proclamada orquestra futurista, um orquestra que produziria, citando Russolo, «a mais complexa e recente emoção sonora, não através de uma sucessão de sons imitativos que reproduzem a vida, mas sim através de uma fantástica associação destes sons variados.»[88] Segundo Serafin, com a crença de que as orquestras tradicionais necessitavam de novas sonoridades, Russolo propõe a taxinomia do barulho em seis grupos de ruído: sussurros, assobios, guinchos, ruídos de percussão, vozes humanas e de animais. Para a simulação de uma grande diversidade de ruídos, Russolo elaborou cerca de 27 variedades de *Intonarumori,* que eram denominados de acordo com o som que produziam, por exemplo: uivar, crepitar, amarrotar, explodir, gargarejar, zumbir, assobiar, entre outros.[89] Para Russolo cada ruído «possui entre suas vibrações irregulares um tom básico predominante. Isto tornará mais fácil de obter, enquanto a construção de instrumentos destinados a produzir este som, uma grande variedade de

---

[86] SERAFIN, Stefania - Acoustics of the Intonarumori. http://www.acoustics.org/press/149th/serafin.html. 2012-12-07 19:55.

[87] *Ibidem.*

[88] T. L. de: «the most complex and newest sonic emotions, not through a succession of imitative noises reproducing life, but rather through a fantastic association of these varied sounds.» RUSSOLO, Luigi - *Ob. cit.*, p. 11.

[89] SERAFIN, Stefania - Acoustics of the Intonarumori. http://www.acoustics.org/press/149th/serafin.html. 2012-12-07 19:55.

tons, meios-tons e quartos de tom.»[90] Diz ainda que, as dificuldades técnicas na concepção destes instrumentos não são relevante, dado que, diz Russolo, «assim que tenhamos encontrado o princípio mecânico que produz um certo ruído, nós seremos capazes de formar o seu tom de acordo com as leis da acústica.»[91]

1.2.3. A 'cultura de materiais' de Tatlin

Impulsionadas pela hegemonia do progresso tecnológico do início do século XX, as vanguardas russas pretendem compreender o fenómeno artístico proposto pelos movimentos cubista e futurista. Deslumbrado com as novas linguagens plásticas, após várias incursões ao atelier de Pablo Picasso em Paris por volta de 1913, Vladimir Tatlin elabora um conjunto de relevos, que expõe em 1915, que viriam a alterar a trajectória e o protagonismo da sua carreira artística. Caracterizado como o «mais radical escultor russo»[92], segundo Rosalind Krauss, os relevos de Tatlin protagonizaram uma drástica ruptura com a escultura convencional e com todas as propostas tridimensionais mais modernas de influência cubista, incluindo a obra de Boccioni.

A inovação dos relevos de Tatlin, ou, de acordo com Krauss, a sua radicalidade, tem origem na recusa do 'antiilusionismo' do 'espaço transcendente', no qual habita a ilusão de movimento da 'garrafa' de Boccioni.[93] Num segundo sentido, essa rejeição manifesta-se essencialmente em três aspectos: o primeiro diz respeito ao arrojado tratamento formal, o segundo ao sustentáculo físico dos relevos e o último aos materiais utilizados na sua construção. Influenciado pela *collage* dos materiais 'pobres' dos relevos cubistas de Picasso, mas num caminho distinto, a linguagem de Tatlin desenvolve-se

---

[90] T. L. de: «possesses among its irregular vibrations a predominant basic pitch. This will make it easy to obtain, while building instruments meant to produce this sound, a very wide variety of pitches, half-pitches and quarter-pitches.» RUSSOLO, Luigi - *Ob. cit.*, p. 11.

[91] T. L. de: «as soon as we will have found the mechanical principle which produces a certain noise, we will be able to graduate its pitch according to the laws of acoustics.» IDEM, *Ibidem*, p. 11.

[92] *Ibidem*, p. 66.

[93] *Ibidem*, p. 67.

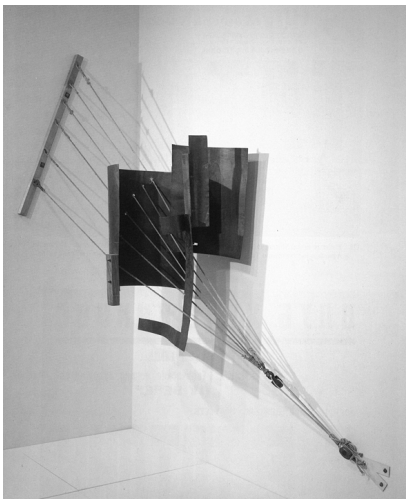


Fig. 22 - Vladimir Tatlin, *Complex Corner Relif,* (réplicas) 1915.

segundo uma "cultura de materiais"[94], tal como ele próprio denominava. Para Tatlin, citando Rosmary Enrich Martín, «as propriedades naturais dos materiais, deviam ser as que condicionassem a forma e o poder expressivo como obra. Com esta crença os materiais deviam utilizar-se conforme a sua "verdadeira natureza".»[95] Segundo este princípio, assimilado pelos construtivistas, depreende-se que os materiais são explorados e aplicados mediante as suas propriedades intrínsecas, as suas relações e com base nas suas características de textura, aparência e cor.[96] De acordo com William Tucker, o artista russo transformava os elementos da natureza-morta cubista em formas 'funcionais', elaboradas com materiais reais, como «chapas de aço e alumínio planas, enroladas ou cortadas em perfil; secções de madeira serradas, aplainadas, perfuradas; arame dobrado em curvas; cabos tensionados, além de vidro, barbante e outros materiais»[97]. Tucker diz ainda que, os materiais eram dispostos de forma tensa e dinâmica segundo estruturas que parecem irromper a cinesfera do observador. Neste sentido, pode-se considerar os relevos de 1915, e a título de exemplo a obra *Complex Corner Relief* (fig.

---

[94] *Ibidem*, p. 70.

[95] T. L. de: «las propiedades naturales de los materiales, debían ser las que condicionasen la forma y el poder expresivo como obra. Con esta creencia los materiales debían utilizarse conforme a su "verdadera naturaleza".» MARTÍN, Rosmary Enrich - *Conceptos fundamentales del espacio escultorico*, pp. 361-362.

[96] MARTÍN, Rosmary Enrich - *Ob. cit.*, p. 362.

[97] TUCKER, William - *A linguagem da escultura*, p. 121.

22), como a súmula da radicalidade de Tatlin. Uma inovação na substância que transcende a incongruência futurista do bronze sólido de Boccioni. Contrariamente à obra do escultor italiano que se apoia sobre um plínto clássico, e de modo imprevisível, os relevos do vanguardista russo apresentam-se ancorados em dois planos de parede, ou seja, a um canto do espaço arquitectónico, como uma nítida negação dos suportes convencionais da escultura: o pedestal[98] e a parede. Os relevos suspensos por meio de cabos tensionados revolucionaram a percepção do espaço tridimensional, um espaço no qual os relevos de Tatlin parecem flutuar livremente.

A colocação de uma estátua sobre um pedestal é uma ideia que só aparece na renascença, pois, anteriormente a escultura tal como a pintura estava integrada na arquitectura, dentro de uma estrutura. A primeira escultura que reduz sensivelmente a base, não a faz desaparecer por completo, é justamente o *Balzac* de Auguste Rodin, uma peça que se pode considerar é um marco e que acrescenta uma nova perspectiva à composição da escultura.

A anulação do elemento pedestal liberta a escultura de um peso visual convencional. No domínio da escultura o pedestal, também comummente denominado por plínto ou base, é segundo a definição do investigador Jack Burnham:

> Uma convenção do escultor para enraizar a sua arte com a realidade circundante, que lhe permite ficar destacada. Como tal, a base cria uma zona de penumbra, tan-

---

[98] Plínto, base ou pedestal, são termos comuns empregues na referência à substrutura da escultura. Na opinião de Jack Burnham a nomenclatura deste elemento encontra-se mal definida, neste sentido, na sua obra *Beyond Modern Sculpture* propõe que estes termos se determinem do seguinte modo: «a base, a maior massa sobre a qual repousa uma escultura, refere-se ao apoio em geral; o pedestal, uma forma semelhante a uma haste que eleva a escultura; o plinto, uma superfície plana, apoio planar que separa a escultura a partir do solo ou de um pedestal. Até recentemente, os alunos eram ensinados que a base deve ser discreta, proporcionando uma melhoria significativa para qualquer escultura colocada em cima dela. As bases consequentemente tendem a ser fortes formas geométricas com uma simplicidade arquitectónica separando-as da actividade orgânica que reside sobre elas.» T. L. de: «the base, the greatest mass upon which a sculpture rests, it refers to the support as a whole; the pedestal, a shaftlike form which elevates the sculpture; the plinth, a flat, planar support which separates the sculpture from the ground or from a pedestal. Until recently students were taught that a base should be unobtrusive while providing maximum enhancement for any sculpture set on top of it. Bases consequently tended to be strong geometric shapes with an architectonic simplicity separating them from the organic activity above.» BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 20.

> to física como psiquicamente. Diz, com efeito, que este objecto esculpido tem uma vida, uma "presença" própria sua. Usada para apoiar várias figuras muito pesadas em pé, e para fornecer um poleiro para minimizar os danos, são as razões físicas óbvias para a sua existência; além disso, a base ajuda a criar uma aura de distância e dignidade em torno do objecto favorecido.[99]

O pedestal tem como função «não somente elevar a obra do solo e destacar o seu carácter erecto mas expressar a ideia de que a obra é um volume pesado, sólido e maciço capaz de sobreviver ao passar do tempo [...].»[100] Neste sentido, a ausência física do pedestal, a sua negação, põe em evidência o carácter efémero da obra que é diametralmente oposto ao conceito de permanência que caracteriza a escultura tradicional.[101] Segundo Burnham, na concepção da substrutura moderna predominam duas tendências. Uma integra o pedestal na própria escultura, ou seja, a base acompanha a forma da peça até ao ponto onde esta repousa no chão, como se pode constatar em algumas obras de Constantin Brancusi, onde a base se funde com a escultura transformando-as numa só unidade. A outra solução tenta libertar a escultura de qualquer elemento auxiliar de apoio visível, deixando-a livre de qualquer contacto com o solo, recorrendo a sistemas de suspensão no ar.[102] Desde os sistemas mais elementares aos mais sofisticados, sistemas físicos nos quais as forças invisíveis do electromagnetismo predominam na definição um novo paradigma entre matéria e energia, sendo a obra de Vassilakis Takis e Alberto Collie dois dos seus expoentes máximos.

---

[99] T. L. de: «is the sculptor's convention for rooting his art to surrounding reality while permitting it to stand apart. As such, the base creates a twilight zone both physically and psychically. It says, in effect, that this sculpted object has a life, a "presence" of its own. Its use to support various top-heavy standing figures, and to provide a perch to minimize damage, are the obvious physical reasons for its existence; beyond that, the base helps to create an aura of distance and dignity around the favored object.» BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 19.

[100] T. L. de: «no sólo elevar la obra del suelo y subrayar su carácter erecto sino expresar la idea de que la obra es un volumen pesado, sólido y macizo capaz de sobrevivir al paso del tiempo [...].» MADERUELO, Javier - *La pérdida del pedestal*, p. 19.

[101] MADERUELO, Javier - *Ob. cit.*, p. 19.

[102] BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 20.

Fig. 23 - Vladimir Tatlin, modelo do *Monumento à Terceira International,* exibida no Estúdio de Materiais, Volume e Construção da Academia de São Petersburgo, 1919-20.

Fig. 24 - Fotomontagem de como Vladimir Tatlin imaginou o Monumento à Terceira International, para ser erguido em São Petersburgo.

Se «a função do pedestal de Boccioni é isolar o objecto escultural do espaço natural, [...], a função do canto de Tatlin é a de insistir em que o relevo que ele contém apresenta uma continuidade em relação ao espaço do mundo e depende deste para ter um significado.»[103] Ou seja, o limite físico dos dois planos verticais ocultam a expansão do relevo para além do espaço visível do observador, que apenas tem acesso a um fragmento. Assim, ao contrário de uma leitura frontal e parcial do 'relevo de canto', a ilusão de movimento da 'garrafa' de Boccioni apresenta-se apoiada num pedestal que, podemos depreender, permite que o espectador quebre a perspectiva estática 'ilusionista', incitando-o a circundar a obra nos seus 360º.

Com a adopção de uma nova cultura de materiais, uma inovadora ocupação do espaço e da supressão da base, Tatlin despoletou uma nova visão espacial e consequentemente um novo ciclo de abordagens plásticas como, por exemplo, os *mobiles*[104], esculturas cinéticas que começaram a proliferar no final da segunda década do século XX e

---

[103] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 67.

[104] Termo criado por Marcel Duchamp em 1932 para denominar as escultura móveis de Alexander Calder. Segundo Krauss, «Calder descreveu o primeiro encontro de Duchamp com eles: "Perguntei a ele que tipo de nome eu poderia dar a essas coisas e ele de pronto respondeu 'móbile'. Além de designar algo que se move, também significa 'motivo' na França."» IDEM, *Ibidem*, p. 263.

tiveram grandes repercussões na escultura sonora. É também pelos *mobiles* que Tatlin dá início à sua obra cinética, contudo, a mais emblemática obra neste domínio é o projecto para o Monumento à Terceira International (fig. 23)[105]. Realizado em metal e madeira em 1919-20, segundo Frank Popper, este projecto envolve diferentes tipos de movimento. Era um projecto ambicioso do qual só se conhece os desenhos e maquetes, para ser construído numa escala monumental (fig. 24), tal como conhecemos a célebre Torre Eiffel, que propunha uma estrutura dinâmica de grande complexidade para a época.

Por fim, o estudo e experimentação de materiais levou Tatlin a uma nova apreciação da eficácia das formas e das estruturas naturais transpondo-as para escultura, pelo que consideramos importante referir a construção cinética visionária *Letatlin*[106]. Uma construção à frente do seu tempo que evoluiu a partir da investigação do vôo dos pássaros e da sua estrutura anatómica, tendo o seu ensaio dinâmico despoletado grande curiosidade nos especialista de aeronáutica da época. A obra de Tatlin foi um marco importante pela introdução de materiais menos convencionais na escultura e influente para a escultura cinética do início do século XX.

[105] Ver também fig. 185 no anexo I, p. 293.

[106] Ver fig. 184 no anexo I, p. 292.

CAPÍTULO II

Da cinética ao sonoro

Fig. 25 - (Página anterior) Detalhe da escultura sonora de Takis, *Electromagnetic Sculpture in Three Parts*, 1960. Paris.

2. Da cinética ao sonoro

A efervescência tecnológica imprimiu no princípio do século XX uma mudança de paradigma em todos os campos. Tal «como todas as outras formas da actividade humana, a arte foi profundamente influenciada desde há um século pelo extraordinário desenvolvimento duma civilização mecânica.»[107] Esta aceleração temporal provocou sucessivas rupturas estéticas, instigando ao experimentalismo de novas expressões e à recusa de uma linguagem artística tradicional. A nova cultura científica trouxe consigo um mundo novo, um mundo que despertou a curiosidade nos círculos artísticos da época, estreitando o elo entre a ciência, a tecnologia e a arte. É nesta crescente interferência que a arte cinética se revela como sendo parte essencial da génese da relação da escultura com o som. A industrialização teve um profundo impacto na linguagem, nos meios e nos materiais da escultura, que com integração de componentes motorizados encontrou no movimento real novas potencialidades plásticas, um campo denominado por escultura cinética.

No vocabulário geral da obra *Sculpture: méthode et vocabulaire*, Marie-Thérèse Baudry define escultura cinética do seguinte modo:

> Obra à qual damos o princípio do movimento para obtermos um conjunto que se move. Este movimento, com ou sem um jogo de luz, provoca uma alteração na aparência dos elementos. Ele é produzido de um modo mais ou menos complexo pela intervenção do espectador, com a ajuda de mecanismos da relojoaria, motores eléctricos ou simples correntes de ar. A incorporação do movimento real nas obras plásticas não-figurativas, quer por manipulação, quer com a ajuda de motores, aparece por volta de 1912.[108]

---

[107] FRANCASTEL, Pierre - *Arte e técnica*, p. 29.

[108] T. L. de: «Œuvre à laquelle on donne le mouvement pour principe afin d'obtenir un ensemble changeant. Ce mouvement, accompagné ou non d'un jeu de lumière, engendre une modification de l'apparence des éléments. Il est produit de façon plus ou moins complexe par une intervention du spectateur, à l'aide de mécanismes d'horlogerie, de moteurs électriques ou de simples courants d'air. L'incorporation du mouvement réel dans des œuvres plastiques non figuratives, soit par manipulation, soit à l'aide de moteurs, apparaît vers 1912.» BAUDRY, Marie-Thérèse - *Ob. cit.*, p. 539.

Paralelamente ao movimento real da escultura cinética, com a industrialização e a súbita expansão da vida moderna assiste-se a uma profunda metamorfose das Paisagens Sonoras [109] . Constata-se que a crescente transformação dos ambientes sonoros, que tanto inspiraram as correntes artísticas do início e ao longo do século XX, tende a ser um dos maiores flagelos contemporâneos a par da poluição da atmosfera, uma mudança que o compositor Murray Schafer descreve do seguinte modo:

> A paisagem sonora do mundo está a mudar. O homem moderno começa a habitar um mundo com um ambiente acústico radicalmente diferente de qualquer outro que ele tenha conhecido até aqui. Estes novos sons, que diferem em qualidade e intensidade daqueles do passado, alertaram vários pesquisadores para os perigos de uma propagação indiscriminada e imperialista de mais e maiores sons em todos os cantos da vida do homem.[110]

Também Mumford já tinha alertado que a evolução técnica trouxe para a civilização moderna tendências destrutivas, desfigurando e poluindo o ambiente a vários níveis, aniquilando «a vida humana com uma crueldade sempre crescente.»[111]

É no desafio dos novos estímulos estéticos, dos novos materiais, do desejo de incorporar a máquina e as suas potencialidades cinéticas na obra de arte que o som se instaura como mais um *modus operandi* artístico. O som deixa de ser acidental para integrar a obra, ou para se constituir como obra. Assim, começando pelas primeiras cesuras estéticas da época moderna, neste capítulo será abordado o movimento físico na escultura como uma nova dimensão temporal e a conversão do som num elemento artístico.

---

[109] Paisagem Sonora — *Soundscape* — foi definida pelo canadiano Raymond Murray Schafer como sendo os distintos sons que compõem e identificam um determinado ambiente, quer seja de origem natural, industrial ou tecnológico.

[110] T. L. de: «The soundscape of the world is changing. Modern man is beginning to inhabit a world with an acoustic environment radically different from any he has hitherto know. These new sounds, which differ in quality and intensity from those of the past, have alerted many researchers to the dangers of an indiscriminate and imperialistic spread of more and larger sounds into every corner of man's life.» SCHAFER, Raymond Murray - *The soundscape: Our sonic environment and the tuning of the world*, p. 3.

[111] MUMFORD, Lewis - *Ob. cit.*, p. 61.

***

Tendo por base base na investigação sobre arte cinética de Frank Popper — *Origins and Development of Kinetic Art*[112], este subcapítulo pretende analisar em que medida a escultura cinética influenciou a escultura sonora, ou seja, o entendimento do som como consequência colateral do movimento espacial, assim como, a sua posterior apropriação enquanto elemento plástico acrescido à escultura.

A obra de Popper proporciona uma clara e compreensiva perspectiva global sobre a arte cinética, desde as remotas experiências futuristas ao seu apogeu nos anos 50 e 60.[113] Para tal, simplificou as distintas vertentes da arte cinética elaborando um modelo de classificação[114] basilar no qual considera — do universal para o particular — três grupos de movimento: virtual/real, espacial/não espacial, previsível/imprevisível. Segundo esta lógica de classificação o movimento real espacial será o mais aprofundado, visto que no âmbito da escultura cinética ser potencialmente mais susceptível de produzir som. Tal como é descrito, o movimento espacial contém em si duas categorias: a previsível e a imprevisível. A primeira categoria compreende objectos escultóricos que interagem mecanicamente, seja directamente por propulsão humana ou através de um intermediário mecânico, sendo o movimento gerado constante e 'previsível'. A segunda categoria compreende obras que se movem por meio de forças naturais, sem intervenção humana, como é o caso dos *mobiles* que respondem a forças para além do nosso domínio, ou seja, o seu movimento é imprevisível.[115] Mediante esta classificação, Popper dá ênfase à noção de procedimento no âmbito da arte cinética:

> A noção de «procedimento» é suficientemente geral para que possamos lidar com os aspectos técnicos, semânticos e plásticos do movimento. Ao mesmo tempo, é

[112] De acordo com Moloney, é considerada como a primeira obra de referência no campo da arte cinética.

[113] MOLONEY, Jules - *Ob. cit.*, p. 61.

[114] Ver o diagrama da classificação da arte cinética elaborado por Frank Popper, ver diagrama 1 no anexo I, p. 358.

[115] POPPER, Frank - *Origins and development of kinetic art*, p. 121.

> suficientemente particular para nos permitir fazer distinções entre as várias maneiras como os artistas têm abordado o problema.[116]

Em suma, o modelo de classificação de Popper permite que o presente trabalho se foque no domínio da cinética mediante uma perspectiva da relação espaço/tempo, que se resume a duas vertentes interactivas distintas: a primeira assente numa ilusão perceptiva, sem relevância para este estudo; a segunda com base numa interacção espacial real — previsível (mecânica) e imprevisível (forças naturais).

«Arte cinética manifesta-se numa rica variedade de formas desde mobiles flutuantes até ao batimento mecânico, cada um partilha de um foco comum, uma estética do movimento.»[117] Tal como Jules Moloney, é possível afirmar que a arte cinética se manifesta nas formas mais peculiares, entre as quais se enuncia a manifestação sonora.

Esta nova dimensão interactiva tem dois momentos que se distinguem cronologicamente, o primeiro no início do século XX, por volta de 1912, em que alguns artistas se apercebem do potencial cinético na arte, isto é, do movimento como matéria-prima lúdica alargada à escultura. Nesta fase, a *kinetiké* foi explorada por uma série expressiva de artistas, entre os quais se destacam principalmente Naum Gabo, Marcel Duchamp e László Moholy-Nagy.

---

[116] T. L. de: «The notion of 'procedure' is sufficiently general to allow us to deal with the technical, semantic and plastic aspects of movement. At the same time it is sufficiently particular to allow us to make distinctions between the various ways in which artists have approached the problem.» POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 215.

[117] T. L. de: «Kinetic art is manifest in a rich variety of ways from floating mobiles to thumping mechanics, each sharing a common focus, an aesthetic of movement.» MOLONEY, Jules - *Designing kinetics for architectural facades: State change*, p. 57.

2.1. Manifestações sonoras da arte cinética

Segundo Len Lye, a consciência e o reconhecimento da 'Musa do Movimento' teve a sua génese na cultura clássica. Os gregos analisaram e separaram as suas características nos termos *kinein* (movimento) e *aisthesis* (percepção), obtendo a palavra *kinesthesia*[118] através da combinação de ambos os conceitos.[119] Neste sentido, o termo *kinetiké* [120], que advém de *kinetikos* (efeito do movimento), assim como *kinescope* (cinescópio) e *kínema* (cinema), fazem parte de um universo temporal que no domínio da arte deu origem ao que conhecemos por arte cinética. Embora tenham sido os gregos os pioneiros na génese etimológica do movimento, de acordo com a investigação de Frank Popper o termo cinética apareceu pela primeira vez no *Manifesto Realista* publicado em Moscovo, pelos irmãos Naum Gabo e Anton Pevsner. Segundo o historiador, a arte cinética nasceu por volta de 1920, com a escultura *Construção Cinética* de Gabo a par da publicação da profunda reflexão acerca dos problemas do movimento na arte, o *Manifesto Realista*: «Nós renunciamos *à de ilusão com mais de mil anos em que a arte preservou os ritmos estáticos como sendo os únicos elementos das artes plásticas e pictóricas.* Nós afirmamos *nestas artes um novo elemento os ritmos cinéticos como sendo as formas básicas de nossa percepção do tempo real.*»[121] Renunciam ao volume «como uma forma pictórica e plástica do espaço»[122] e reiteram a importância do espaço e do tempo como a base fundamental da escultura,

---

[118] Palavra relacionada à sensação que identifica a posição do corpo, peso, ou o movimento dos músculos, tendões e articulações. The Free Dictionary. http://www.thefreedictionary.com/kinesthesia. 2014-02-03 17:45.

[119] LYE, Len - *Figures of motion: Len lye, selected writings*, p. 78.

[120] Cinética do grego *kinetiké (tékhne)*, «a arte de pôr em movimento». *cinética* In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2013. [Consult. 2012-10-29].Disponível em www:
<URL: http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/cin%C3%A9tica>.

[121] T. L. de: «We renounce *the thousand-year-old delusion in art that held the static rhythms as the only elements of the plastic and pictorial arts*. We affirm *in these arts a new element the kinetic rhythms as the basic forms of our perception of real time*.» GABO, Naum; PEVSNER, Anton - *The Realistic Manifesto*. In HARRISON, Charles; WOOD, Paul - *Art in theory 1900-1990*, p. 299.

[122] T. L. de: «as a pictorial and plastic form of space». GABO, Naum; PEVSNER, Anton - *The Realistic Manifesto*. In HARRISON, Charles; WOOD, Paul - *Ob. cit.*, p. 299.

citando as palavras de Gabo: «O problema do espaço está, em escultura, estreitamente ligado ao do tempo.»[123] De igual modo, rejeitam a massa física como um elemento de plasticidade escultórica e, de acordo com o postulado inicialmente citado, anunciam um novo elemento na arte que tem por base um ritmo cinético. Uma escultura é passível de adquirir capacidades sonoras, admitindo a existência de uma dimensão temporal que se revela pelo movimento e pelo som.

A crescente inevitabilidade de integrar a máquina na obra de arte, de interagir com o espaço, de criar movimento consumado em tempo real e não numa dimensão 'ilusionista', foi determinante para que os artistas estabelecessem uma nova relação espaço/tempo. Neste mútuo desafio, as múltiplas experiências artísticas tomam percursos divergentes, desde a apropriação de sistemas mecânicos simples, máquinas, sistemas de indução humana ou ainda segundo fenómenos naturais, como energia: hidráulica, magnética, térmica, gravítica, lumínica e eólica.

A *kinetiké* permitiu a existência dessa nova relação, a relação do espaço com um tempo visível e simultaneamente, com a produção de som vinculado ao movimento, um tempo evanescente. Esta nova dimensão interactiva tem dois momentos que se distinguem cronologicamente, o primeiro no início do século XX, por volta de 1912, em que alguns artistas se apercebem do potencial cinético na arte, isto é, do movimento como matéria-prima lúdica alargada à escultura. O segundo momento dá-se no pós-guerra, anos 50, período de expansão arte cinética com base nas experiências percursoras. Com a integração de novos e mais avançados elementos mecânicos, a incorporação de elementos lumínicos, de elementos sonoros e, com o advento da electrónica, a arte cinética ascende a um novo espaço de criação, a uma nova estética. Apesar desta nova linguagem ter sido explorada por um extenso número de artistas, no contexto da presente investigação, e pelo grau de relevância, apenas serão estudados com mais profundidade o trabalho de alguns artistas.

No domínio da criação de obras motorizadas que interagem com o espaço, no início do século XX, destaca-se a alguma obra visionária de Gabo, Duchamp e Mo-

[123] T. L. de: «Le problème de l'espace est, en sculpture, étroitement lié à celui du temps.» GABO, Naum - *Naum gabo*, p. 175.

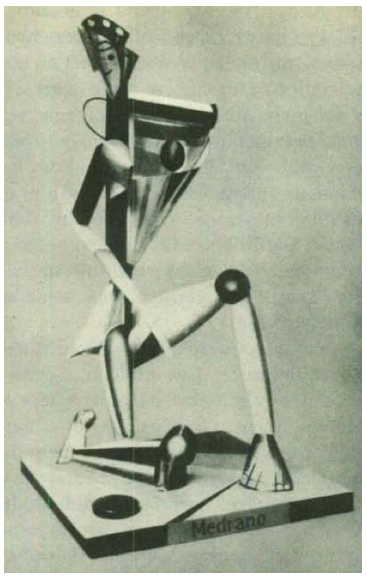


Fig. 26 - A. Archipenko, *Médrano I*, 1912.

Fig. 27 - A. Archipenko, *Médrano II*, 1914.

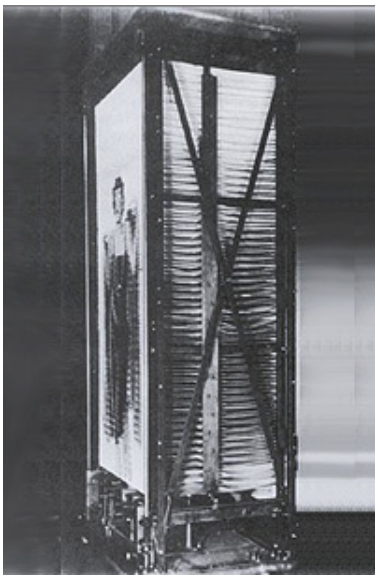


Fig. 28 - A. Archipenko,*Archipentura*, 1927.

holy-Nagy, artistas pioneiros que incorporam um motor eléctrico na escultura para gerar movimento, embora que por volta de 1912, segundo Popper, a incorporação de movimento real em trabalhos artísticos já tivesse sido abordada por Duchamp, Larionov, Balla e Archipenko.

2.1.1. Os primórdios da arte cinética

Inspirado nas colagens cubistas de Picasso e George Braque, à semelhança de Tatlin, Archipenko foi possivelmente o primeiro artista a integrar o movimento numa obra tridimensional, dando início a uma investigação profícua no campo da interacção com o espaço, criando os seus primeiros relevos pintados, as *'Sculpto-Peintures'*. Em *Médrano I* (fig. 26), à semelhança da figura do arlequim — personagem recorrente na obra pictórica cubista. Feito de madeira, vidro e arame, *Médrano I* desafia o uso dos materiais tradicionais e a própria definição de escultura. De acordo com Popper, na perspectiva do artista esta obra foi a primeira construção tridimensional na história do movimento real. Este movimento físico era transmitido pelo braço da figura, pois a restante composição, na qual estão inseridos elementos como três discos e balões, apenas sugere movimento de modo simbólico. Com estrutura e materiais muito similares à primeira *'sculpto-peinture'*, Archipenko elabora em 1914 *Médrano II* (fig.27). Após um intensivo pe-

ríodo de investigação técnica, cria a sua primeira grande obra cinética denominada *Archipentura* (fig. 28). Uma máquina concebida com a intenção de criar a ilusão de movimento mediante um tema pictórico, através de um método similar ao utilizado em cinema.[124] Cada face desta caixa contem uma série de bandas metálicas sobrepostas, segundo o exemplo de Popper, de forma análoga às persianas venezianas. Ligadas a um motor, e pela acção deste, as tiras metálicas pintadas movem-se e geram dois movimentos: um de carácter ilusionista e outro de carácter real. No entanto, de acordo com as palavras de Popper, «Archipenko deixou claro que a essência de sua invenção não estava na importância do tema que foi escolhido, mas na manifestação de mudança.»[125] Ou seja, a dimensão dinâmica do objecto era mais relevante do que o tema representado pelo objecto. Embora seja uma suposição, dada a semelhança a outras obras analisadas, pelo motor e pelo movimento das bandas metálicas, é possível inferir que a *Archipentura* tem propriedades sonoras. A existência e a conjugação dos dois elementos temporais — o movimento e a sonoridade do objecto — fazem parte da identidade da escultura.

2.1.1.1. Naum Gabo

A *Kinetic Construction* [Construção Cinética][126] (fig. 29) de Naum Gabo, elaborada entre 1919 e 1920, é considerada entre os investigadores como a primeira referência tridimensional de movimento motorizado no campo da arte. De acordo com Popper, a obra consiste simplesmente num motor eléctrico que tem acoplado uma haste flexível de aço à qual é transmitida uma vibração rítmica. Este movimento 'veloz' da haste da *Construção cinética*, consequência da 'oscilação motorizada', cria um 'volume virtual' de perfil curvilíneo, «cria a ilusão de uma diáfana coluna perpendicular à sua base sólida.»[127] Com base numa análise meramente formal, podemos considerar que no seu

---

[124] POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 123.

[125] T. L. de: «Archipenko made it clear that the essence of his invention lay not in the importance of the subject which was chosen, but in the manifestation of change.» IDEM, *Ibidem*, p. 123.

[126] Também designada por *Virtual Kinetic Volume* [Volume Virtual Cinético], *Kinetic Sculpture* [Escultura Cinética] ou *Kinetic Model* [Modelo Cinético]. *Ibidem*, p. 125. Ver fig. 186, p. 294, no anexo I.

[127] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 262.

Fig. 29 - Naum Gabo, *Kinetic Construction*, 1919-20.

Fig. 30 - Brancusi, *Bird in Space*, 1928.

Fig. 31 - Len Lye, *Revolving Harmonic*, 1959.

estado dinâmico o 'volume virtual de perfil curvilíneo' de Gabo se assemelha ao antagónico 'volume físico real' do *Pássaro no espaço* (fig. 30) de Constantin Brancusi. Esta observação formal não deixa de ser curiosa e pertinente, dado que ambas as esculturas têm forma análoga e os dois escultores são contemporâneos mas o universo tridimensional de um encontra-se no antípoda do outro. Também Len Lye, na sua investigação do movimento motorizado, desconhecendo a obra de Gabo, concebeu a escultura cinética *Revolving Harmonic* (fig. 31) com uma similaridade formal e dinâmica.

Contrariamente ao ilusionismo estático da *'Garrafa'* de Boccioni, a ilusão tridimensional de Gabo é resultado de um processo mecânico dinâmico real e não a síntese da trajectória de um objecto. Não obstante a experiência perceptiva de um volume virtual, definido por Krauss, seja reveladora de um tempo visível, é possível inferir que o espectador pode testemunhar um outro tempo, o intangível. Uma dimensão temporal produzida não só pelo som do motor eléctrico que, *per se* já é uma fonte de radiação sonora evidente, mas ainda mais relevante é a oscilação da haste flexível que, dependendo da velocidade oscilatória, é um elemento susceptível de produzir um som audível. De acordo com estudo dos fenómenos físicos do som, o movimento de um corpo causa variações na pressão do ar, se essas variações forem superiores a 20 ciclos por segundo, é possível ao sistema auditivo do espectador percepcionar um som que se propaga desse corpo, neste caso específico, da haste flexível. Com base nesta análise, pode-se inferir que a *Construção cinética* de Gabo tem propriedades sonoras e a sua inter-

acção espaço/tempo produz uma relação sinestésica percepcionada pelo espectador. Pode-se igualmente inferir que esta obra, para além de ter sido pioneira no campo da escultura cinética motorizada, foi pioneira na área da escultura sonora a partir de um engenho eléctrico. Apesar do som não ter sido o propósito criador que despoletou a construção dinâmica mecanizada de Gabo, o som faz parte da obra como elemento colateral, como consequência da *kinetiké* da haste flexível e do motor eléctrico. Em suma, concluí-se que o *Volume virtual cinético* é uma obra com potencial sonoro, ou melhor, é uma potencial escultura sonora, a que Gabo não deu continuidade segundo as palavras de Popper:

> Gabo não fez nenhuma tentativa de acompanhar esta experiência interessante. Ele considerou que o motor era um ónus e pensou que o "desenvolvimento futuro no estudo do calor e do rádio, e os poderes liberados no processo, tornaria possíveis soluções cinéticas de um tipo até agora inesperado. Foi puramente por razões técnicas, insistiu ele, que não fez mais investigações sobre o movimento real.[128]

Reticente em prosseguir com a sua inovação no campo do movimento real dado o seu descontentamento com a falta de elementos mecânicos disponíveis na época, Popper propõe que as teorias de Gabo, relativas à sua *Construção cinética,* tenham sido desenvolvidas com uma outra orientação pelo artista László Moholy-Nagy, assim como por Len Lye no início dos anos 60.

2.1.1.2. Marcel Duchamp

Existem artistas que são nitidamente importantes na arte, um deles é Marcel Duchamp, que introduz conceitos absolutamente novos no som e na escultura. Uma personalidade muito à frente do seu tempo e com uma insaciável necessidade de mudança. Ele próprio era o motor de novas manifestações, de novos movimentos, a rup-

[128] T. L. de: «Gabo made no attempt to follow up this interesting experiment. He considered that the motor was an encumbrance and thought that 'future development in the study of heat and radio, and the powers released in the process, would make possible kinetic solutions of a type hitherto unanticipated'. It was purely for technical reasons, he insisted, that he made no further investigations into real movement.» POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 125.

tura visionária em todos os domínios da arte. De acordo com Martín, a ele se deve a origem que conduziu à mutação de muitos dos mais sólidos conceitos que se manifestavam de forma velada em torno da *práxis* artística. Em virtude do seu inconformismo estético uma série de ideias, moldadas segundo a sua doutrina, destacam-se com base no seguinte postulado: «a) Para fazer arte não é preciso realizar operações manuais, basta apenas tomar decisões. b) Qualquer aspecto do mundo pode ser tomado como motivo. c) A obra pode consistir na reunião de materiais pré-existentes.»[129]

Descontente com o estilo adoptado após um período fauvista, Duchamp «trocou os artefactos de natureza-morta e as figuras humanas do cubismo ortodoxo por uma afirmação caracteristicamente mecanicista.»[130] Numa inquietação vanguardista, o imaginário maquinal começava a proliferar nas suas pinturas, dissolvendo impacientemente as angustiantes garrafas, jornais e nus de Picasso, Braque e Léger.[131] A sua apreensão obsessiva transporta-o a um dos períodos mais controversos da arte moderna, no qual concebe a sua paradigmática obra, o *readymade*.[132] Absorvido num ambiente de produtos industriais, Duchamp concebeu o primeiro transplante do mundo de objectos do quotidiano para o domínio da arte[133], as suas 'esculturas' *readymade* — *Roue de bicyclette* [Roda de bicicleta] (fig. 32) e *Sèche-bouteilles* [Secador de garrafas] — materializam o prenúncio de um novo paradigma:

> A Roda de Bicicleta é o meu primeiro readymade, de tal forma que nem sequer é chamado de readymade. Ver esta roda girar era muito calmante, muito reconfortante, era uma abertura para algo diferente de vida quotidiana. Gostei da ideia de

---

[129] T. L. de: «a) Para hacer arte no es preciso realizar operaciones manuales, basta con tomar decisiones. b) Cualquier aspecto del mundo puede ser tomado como motivo. c) La obra puede consistir en la reunión de materiales preexistentes.» MARTÍN, Rosmary Enrich - *Ob. cit.*, p. 422.

[130] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 88.

[131] IDEM, *Ibidem*, p. 88.

[132] DUVE, Thierry de - *Résonances du readymade*, p. 11.

[133] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 88.

Fig. 32 - Marcel Duchamp, *Roue de bicyclette,* 1913.

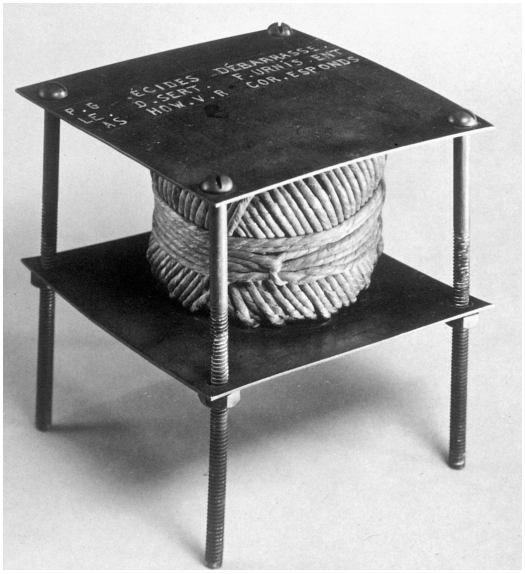


Fig. 33 - Marcel Duchamp, *A bruit secret,* 1916.

> ter uma roda de bicicleta no meu estúdio. Eu adorava observar, tal como adoro ver o movimento do fogo na lareira.[134]

Com a *roda de bicicleta*[135] Duchamp presta claramente uma homenagem à máquina, ao progresso e ao ímpeto futurista. Igualmente explora a dimensão do absurdo, acentuando o paradoxo funcional entre dois objectos quotidianos de universos distintos — o banco pela sua estaticidade e a roda pelo seu potencial dinâmico — disseminando assim, o *non-sense* da doutrina dadaísta. No campo da arte cinética a construção da *roda* é considerada pelos investigadores como a primeira escultura cinética interactiva.

Contrariamente ao movimento ilusionista do *nú descendo escadas nº 2*, nítida influência da decomposição do movimento de Eadweard Muybridge e da *cronofotografia* de Étienne-Jules Marey, a *roda de bicicleta*, apesar da sua descontextualização funcional, contém em si um movimento real imprevisível que é accionado pela interacção do espec-

---

[134] T. L. de: «La Roue de Bicyclette est mon premier readymade, à tel point que ça ne s'appelait même pas un readymade. Voir cette roue tourner était très apaisant, très réconfortant, c'était une ouverture sur autre chose que la vie quotidienne. J'aimais l'idée d'avoir une roue de bicyclette dans mon atelier. J'aimais la regarder comme j'aime regarder le mouvement d'un feu de cheminée.» GERVAIS, André - Roue de bicyclette, épitexte, texte et intertextes, p. 59-80.

[135] Caracteriza-se por uma roda de bicicleta (sem pneu e sem câmara de ar) invertida, fixa num banco de cozinha.

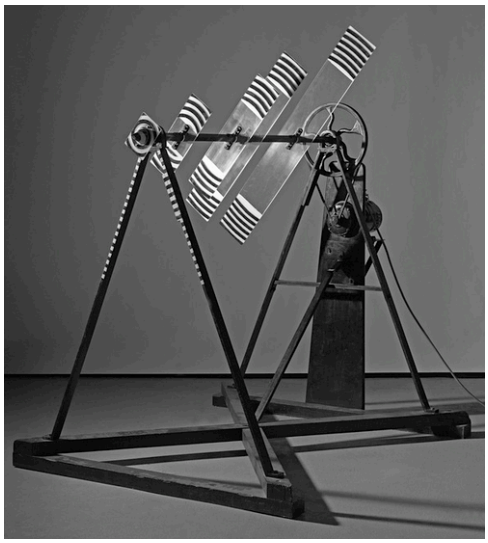


Fig. 34 - Marcel Duchamp, *Rotative Plaque Verre* (parada), 1920.

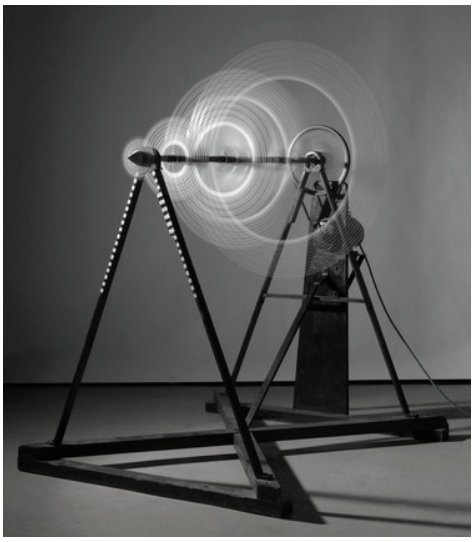


Fig. 35 - Marcel Duchamp, *Rotative Plaque Verre* (em acção), 1920.

tador. Por sua vez, o espectador ao imprimir energia na *roda,* pelo movimento desta, vai dar origem uma imagem circular, que mediante a sua velocidade, a sua força cinética não só reflecte a luz do espaço envolvente como produz som característico deste objecto. Neste sentido, deduz-se que esta seja a primeira escultura cinética com potencial de produzir som quando accionadas, peça que precede o *readymade* intencionalmente sonoro denominado *A bruit secret* [136] (fig. 33).

Sensivelmente no mesmo período em que Gabo concebeu a sua primeira obra de movimento motorizado, a experimentação tridimensional cinética associado ao estudo da ilusão óptica de Duchamp começa a ganhar expressão. Com a colaboração de Man Ray, Duchamp cria a sua primeira escultura cinética motorizada — *Rotative Plaque Verre (optique de précision)* (fig. 34 e 35)[137], com a qual pretende demonstrar a continuidade da percepção visual. É uma escultura composta por cinco placas de vidro pintadas com segmentos de circulo brancos e pretos, que se encontram fixas a um eixo metálico rotativo 'alimentado' por um motor eléctrico, transmitindo-lhe força cinética por meio

[136] *A bruit secret* (1916) é um novelo (bola formada de fio) com um objecto misterioso no seu interior, que cria um som quando é sacudido. LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 200.

[137] Placas de vidro rotativas - óptica de precisão. Também originalmente conhecida do francês por *Plaques de verre rotatives, Appareil Rotatif (Optique de Precision)* e do inglês *Rotary Glass Plates (Precision Optics)* ou *Revolving Glass Machine.* Ver também fig. 187., p. 295, no anexo I.

Fig. 36 - Marcel Duchamp, *Rotative Demi-Sphères*, 1925.

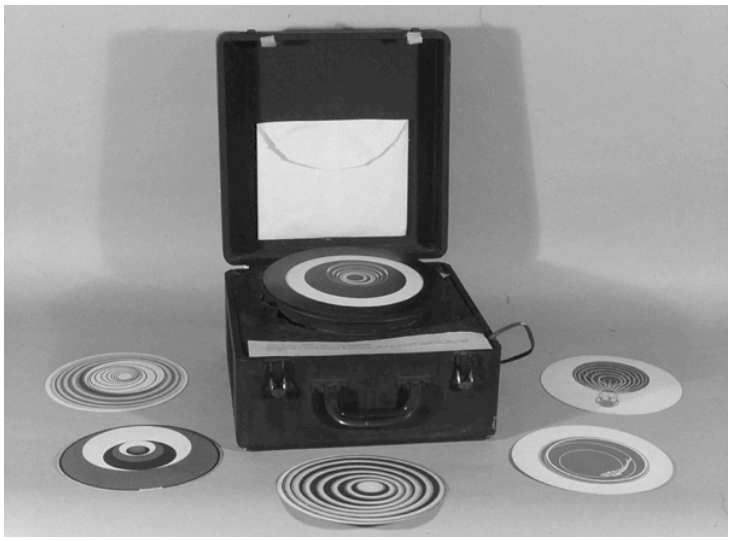


Fig. 37 - Marcel Duchamp, *Disques avec Spirales*, 1923.

de correias de borracha. Por sua vez, todos os componentes encontram-se acoplados a uma estrutura de metal e madeira. Quando o engenho mecânico é accionado a força centrífuga do eixo faz mover as cinco lâminas de vidro pintado que, a uma grande rotação, criam a ilusão óptica de um conjunto de círculos concêntricos num único plano transformando-se numa espiral. *Rotative Plaque Verre* foi a primeira de uma série de obras tridimensionais de cariz mecânico na extensa investigação artística dos fenómenos perceptivos visuais.

Baseado no princípio cinético do seu primeiro dispositivo motorizado, Duchamp elabora uma série de experiências de ilusão óptica usando um gramofone, como plataforma giratória, e sobre este discos de cartão com padrões de espirais impressos aos quais chamou *Disques avec Spirales* (fig. 37). Estas experiência introduziu a espiral na gramática 'duchampiana', temática que surge novamente em *Rotative Demi-Sphères* (fig. 36), no seu filme *Anémic Cinéma* (1926) e na produção de peças denominadas por *Roto-reliefs,* também conhecidos por *disques visuels.*

De acordo com as esculturas cinéticas motorizadas de Gabo, é possível inferir que as obras *Plaques de verre rotatives* e *Rotative Demi-Sphères*, quer pelo movimento, quer enquanto engenhos mecânicos, são igualmente esculturas com potencial sonoro evi-

dente e relevante para o contexto do som na arte do início do século XX.[138] É de sublinhar ainda que Duchamp foi possivelmente um dos pioneiros a explorar e integrar o som como um elemento plástico no seu trabalho, nomeadamente na peça *A bruit secret* , o que demonstra que a dimensão sonora antes do movimento motorizado já proliferava nas artes pelas mãos de um artista visionário.

2.1.1.3. László Moholy-Nagy

No contexto da arte cinética Lázló Moholy-Nagy é um autor de referência absolutamente essencial. Introduziu um conjunto de inovações no domínio dos materiais, do movimento, da luz e subsequentemente do som, portanto, a sua obra é importante na perspectiva do tema deste trabalho. Professor da icónica escola de arte alemã Bauhaus, em Weimar, Dessau e posteriormente na New Bauhaus em Chicago, Moholy-Nagy teve um papel relevante no ensino da arte, em grande medida pela sua investigação e experimentação com materiais tecnologicamente sofisticados como vidro, o aço inox e o plástico. No seu ensaio '*The New Bauhaus and Space Relationships*' procura definir o conceito de espaço e a sua percepção — visual e auditiva. Segundo as palavras de Moholy-Nagy, «Nós sabemos [...], que também é possível distinguir formas e espaço através da audição. Nós sabemos de substitutos para os olhos dos cegos, que significa que a foto célula é usada para traduzir a existência visual em uma acústica.»[139] Com esta afirmação, Moholy-Nagy reforça a ligação entre a dimensão espacial e a temporal como uma componente relevante na percepção da escultura. O interesse pelo espaço, pelo movimento e pela luz, levou Moholy-Nagy a elaborar a sua primeira escultura cinética

---

[138] Podemos comprovar este facto com a visualização de um vídeo de uma réplica da escultura em acção, construída em 1969 pelo Chouinard Art Institute de Los Angeles, Califórnia. Ver vídeo nº 1 no anexo II [DVD].

[139] T. L. de: «We know, (...), that is possible to distinguish forms and space through hearing, too. We know of substitutes for the eyes of the blind which mean that the photo cell is used to translate the visual existence into an acoustic one.» Vd. MOHOLY-NAGY, László - *The New Bauhaus and Space Relationships*. *Apud* WOOD, Jon; HULKS, David; POTTS, Alex - *Modern sculpture reader*, p. 162.

com efeitos de reflexão lumínica — *The Light-Space Modulator* (fig. 38)[140]. Exibida em Paris, na *Exposition Internationale du Bâtiment*, em 1930, a *Lichtmaschine*, segundo a descrição de Popper, a máquina de Moholy-Nagy era essencialmente uma escultura dinâmica, colocada numa base circular, com três células espaciais distintas que conferiam ao movimento um elevado grau de complexidade.[141] Executada em metal polido para reflectir a luz, de modo similar a um espelho, as três células da *Lichtmaschine* estavam divididas da seguinte forma:

> O primeiro consistia em pedaços rectangulares de metal que se movem num modo irregular ondulatório, o segundo dos discos de metal perfurados movendo-se verticalmente para cima e para baixo e libertando uma pequena bola preta, e o terceiro de espiral de vidro girando e produzindo um volume cónico virtual. A construção foi feita com cerca de 130 luzes de lâmpadas eléctricas de cores diferentes que foram ligadas umas às outras e controladas por uma única bobina. Estes davam um espectáculo complexo de luz em movimento.[142]

A interacção das três células compõem um complexo e dinâmico espectáculo sonoro, luminoso e cinético. Segundo Krauss, esta obra tinha por objectivo «funcionar durante uma apresentação como um projector instalado no palco, tecendo em torno de seu centro rotativo um largo tecido de luz e sombra.»[143] Concebida para figurar num espaço onde ocorre um determinado evento, Moholy-Nagy quis dar ênfase ao elemento luz como um fluxo de energia e não como uma matéria inerte, ou seja, a luz enquanto um veículo temporal.[144] Com um motor eléctrico emparelhado, a força cinética da

---

[140] Também conhecida por *Light machine — Lichtmaschine*, ou *Lichtrequisit*. Ver também fig. 188 no anexo I, p. 296, assim como o vídeo nº 2 no anexo II [DVD].

[141] POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 125.

[142] T. L. de: the first consisted of rectangular pieces of metal moving in a irregular, undulatory fashion, the second of perforated metal discs moving vertically up and down and releasing a small black ball, and the third of glass spiral turning and producing a virtual conical volume. The construction was provided with around 130 electric light-bulbs of different colours which were linked together and controlled by a single coil. These gave a complex spectacle of moving light. IDEM, *Ibidem*, p. 125-126.

[143] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 247.

[144] IDEM, *Ibidem*, p. 247.

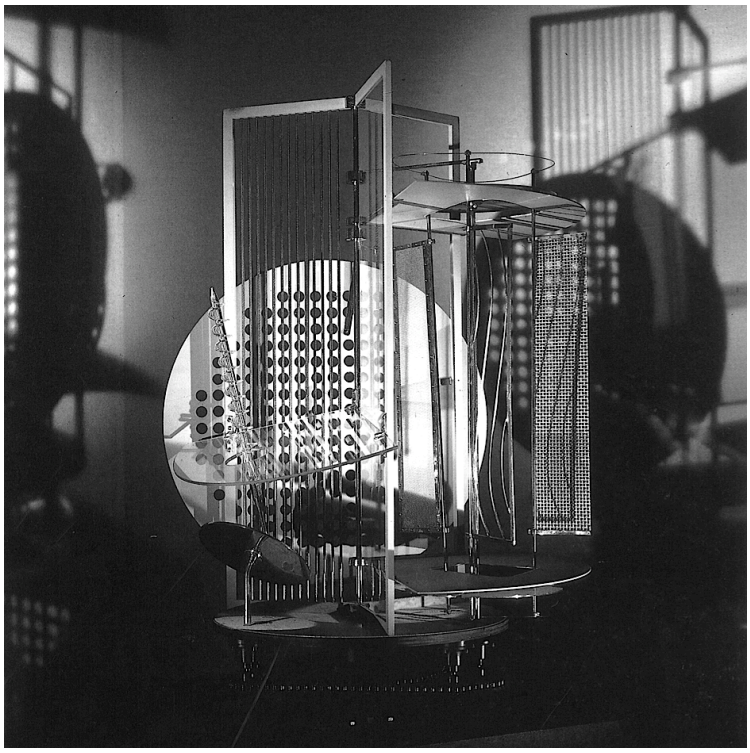


Fig. 38 - László Moholy-Nagy, *The Light-Space Modulator,* 1930.

escultura acentua esse fluxo enérgico lumínico e, segundo Krauss, 'quase' somos levados a julgar que *Light-Space Modulator* manifesta «as possibilidades formais da luz como meio de expressão da escultura.»[145] Partindo da mesma lógica de raciocínio, pode-se igualmente inferir que, de forma análoga à *Construção cinética* de Gabo, a escultura cinética de Moholy-Nagy tem um potencial sonoro inerente, ou seja, o som como meio de expressão da escultura. O motor não só confere força cinética à obra, como lhe atribuí qualidades sonoras que formam a identidade plástica da escultura. No entanto, para Krauss *a Lichtmaschine* tem de ser entendida como se fosse uma personagem de um espectáculo, um actor num traje tecnológico, e não como um simples jogo de luz e sombras. Diz ainda que, «por mais abstractas que sejam suas formas e função, o *Acessório de luz*[146] é uma espécie de robô; o lugar que se destinava a ocupar no palco era o de um

[145] *Ibidem*, p. 248.

[146] Tradução para português do brasil do título da obra *Lichtmaschine,* de Moholy-Nagy.

actor mecânico.»[147] Um actor que, no mesmo ano, viria a ser o protagonista do filme abstracto de Moholy-Nagy, *A Lightplay: Black White Gray*[148]. Esta escultura não só foi um marco histórico da interacção espacial mecânica, como possivelmente, foi uma inspiradora referência para vários artistas, nomeadamente para as esculturas cibernéticas de Nicolas Schöffer, como, por exemplo, a peça *CYPS 1*[149], assim como a inovadora *multimedia art* do artista checo Zdeněk Pešánek.

2.1.2. A difusão da cinética moderna

No pós-guerra, período de desenvolvimento da arte cinética, germina uma nova geração de artistas que, com base nas experiências cinéticas percursoras, propõem um novo ideal estético. Com os sucessivos avanços tecnológicos, na sua maioria propulsionados pela concepção de equipamentos bélicos, o movimento mecanizado assume novos territórios estéticos, cujo motor era principalmente composto por Jean Tinguely, Takis, Nicolas Schöffer e por alguns escultores da nova tendência[150].

2.1.2.1. Pol Bury

Da recente geração de artistas da cinética moderna, destaca-se, em primeiro lugar, Pol Bury pela sua série de esculturas cinéticas dependentes de um motor eléctrico ou da acção humana. Profundamente impressionado pela obra de Alexandre Calder,

---

[147] *Ibidem*, p. 250.

[148] Na sua língua de origem, *Ein Lichtspiel: schwarz weiss grau,* realizado em 1930.

[149] Ver fig. 189 no anexo I, p. 297.

[150] «"Nova Tendência" é uma expressão usada para designar uma sensibilidade pan-européia conscientemente identificada com os valores da ciência e da tecnologia. Ela ganhou força no final dos anos 50 e início dos 60, e foi representada por diversos grupos nacionais. Na Alemanha, o *Grupo Zero* era liderado por Otto Piene, Heinz Mack e Günther Uecker. Na França, o Group de Recherche d'Art Visuel (ou GRAF) incluía Julio Le Parc e François Morellet, entre outros, e tinha fortes ligações com Vasarely e Schoffer. A Itália assistiu à formação de grupos semelhantes no início dos anos 60: o Grupo N, de Pádua, e o Grupo T, de Milão. O ramo holandês desse movimento intitulava-se NUL. Entre os artistas independentes que contribuíram para exposições da Nova Tendência acham-se Pol Bury, Yaacov Agam, Bruno Munari, Piero Dorazio, Luis Tomasello, Dieter Rot e Yajoi Kusama.» IDEM, *Ibidem*, p. 354.

Fig. 39 - Pol Bury, *16 Vertical Coils,* 1990.

Fig. 40 - Pol Bury, *Fountains,* detalhe. Aço inoxidável.

após visitar a exposição deste na Galeria Maeght em Paris, Bury distancia-se gradualmente da pintura rumo a uma profícua investigação tridimensional. Concebe o seu primeiro mobile — *Les Plans mobiles*, que pressupunha a interacção do público para lhe imprimir energia cinética. Após esta primeira série, e de construção similar, criou a peça *Multiplans.* Esta foi a primeira de uma série de esculturas na qual Bury integrou pequenos motores eléctricos que permitiam um movimento previsível à escultura. Na filosofia construtivista, a forma encontrava-se desprendida do seu revestimento, pondo a 'nu' todos os seus componentes e a sua estrutura,[151] como podemos constatar no projecto para o *Monument of the Third International.* Com Bury o motor do movimento mecânico deveria ficar oculto do espectador, segundo Popper, «a disposição visível das formas deveria envolver o maior número de elementos de acaso quanto possível, e que o movimento deveria tornar-se 'anónimo, silencioso e sobrenatural'.»[152] Bury não somente oculta os componentes da obra, mas explora simultaneamente padrões de movimento «imediatamente acima do limite da perceptividade»[153]. O estudo do balanço e da gravidade das formas aliado à experimentação de diversos materiais como a

[151] MARTÍN, Rosmary Enrich - *Ob. cit.*, p. 407.

[152] T. L. de: «the *visible* arrangement of forms should involve as large an element of chance as possible, and that movement should become 'anonymous, silent and supernatural'.» POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 130.

[153] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 271.

borracha, o nylon, o metal, a madeira, entre outros, leva-o a construções de movimento mais complexo, como é o caso da série das fontes (fig. 40). Tal como o movimento, a estrutura e sistema mecânicos encontram-se dissimulados. Em algumas das suas obras, o som propagado deve pairar logo acima do limite audível. Contudo, no contexto deste estudo, na obra de Bury, a relação do movimento com o som é mais evidente e relevante nas suas peças em metal como, por exemplo, na obra *16 Vertical coils* (fig. 39)[154] e particularmente nas *Fountains,* onde o elemento água emite uma cadência sonora numa coreografia rítmica constante.

2.1.2.2. Jean Tinguely

Os avanços tecnológicos do final da primeira metade do século XX também surtem efeito ao nível da investigação sonora. No campo da arte cinética, o som inerente à *'behavioral sculpture'*[155] deixa de existir no anonimato, enquanto subsequência colateral do movimento, e passa a dar forma a uma nova dimensão temporal estética, a uma nova perspectiva de pensar, experimentar e conceber a obra. O som passa a ser assumido, por alguns artistas, como elemento que integra a obra, uma matéria-prima efémera indissociável do 'objecto escultural', de acordo com a descrição de William Furlong, citando:

> Artistas como Le Parc, Tinguely e Takis tomaram o som como uma consideração integral no seu trabalho. O objeto escultural produz som mas ambos não podem ser separados de forma satisfatória. Os sons produzidos também eram dependentes e surgiam a partir do material de natureza cinética do funcionamento da escultura.[156]

---

[154] Ver tambem fig. 190, p. 298, em anexo.

[155] A escultura cinética é analisada e denominada por alguns investigadores como 'escultura comportamental', ou seja, o estudo do movimento.

[156] T. L. de: Artists such as Le Parc, Tinguely and Takis regarded sound as an integral consideration in their work. The sculptural object produced sound but the two could not be satisfactorily separated. The sounds produced were also dependent upon and arose out of the material nature kinetic functioning of the work. FURLONG, William - *Audio arts*, p. 128.

No extremo oposto à ausência de drama na subtileza cinética de Pol Bury, situa-se o trabalho sem precedentes do artista suíço Jean Tinguely, um artista que explora a 'fronteira' entre a escultura cinética e a escultura sonora. Instigado pela estética anti-arte Dada[157] e pelo manifesto de Russolo, Tinguely desenvolve uma série de máquinas onde a presença da cacofonia mecânica é uma constante. A paródia em torno dos excessos da sociedade industrial[158], assim como o humor, são algumas das qualidades que predominam nas suas esculturas cinéticas. Nas suas esculturas, o movimento mecânico e o som são ambos componentes vitais da sua linguagem plástica. A sua extensa obra, no campo da arte cinética, reflecte a estreita ligação entre a ciência, a tecnologia e a arte. Estas criações só foram possíveis, em parte, pelo importante trabalho de engenharia mecânica realizado por Billy Klüver. As suas primeiras experiências no campo do movimento mecânico datam de 1948, ano em que criou uma escultura motorizada fixa no tecto. O próprio motor desta obra foi concebido para produzir um movimento de forma imprevisível, criando, à semelhança da *Construção cinética* de Gabo, um volume virtual.[159] Neste sentido, com base na análise da sonoridade da escultura de Gabo e na similaridade do movimento mecânico obtido por Tinguely, podemos inferir que as suas primeiras experiências cinéticas não só lhe revelaram o seu potencial dinâmico, mas também, o seu potencial sonoro, qualidade que alcança expressão e identidade com o amadurecimento da sua investigação cinética. Segundo Popper, após esta primeira experiência, Tinguely dá continuidade à sua investigação sobre o movimento, focando-se particularmente no movimento motorizado e no movimento induzido pelo espectador, como é o caso da escultura *Cyclograveur* (fig. 41 e 42), na qual a interacção física do espectador é o motor da obra. Em *Cyclograveur* o espectador/*performer* é desafiado a sentar-se numa espécie de selim e a pedalar, tal qual fosse andar numa bicicleta convencional. No entanto, ao accionar os pedais, põe em marcha um engenho com um dispositivo que produz automaticamente uma pintura ou uma gravura, assim como emite simultaneamente uma sonoridade única. Contudo, a dimensão sonora na obra de Tin-

[157] LICHT, Alan - *Sound art*, p. 255.

[158] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 255.

[159] POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 131.

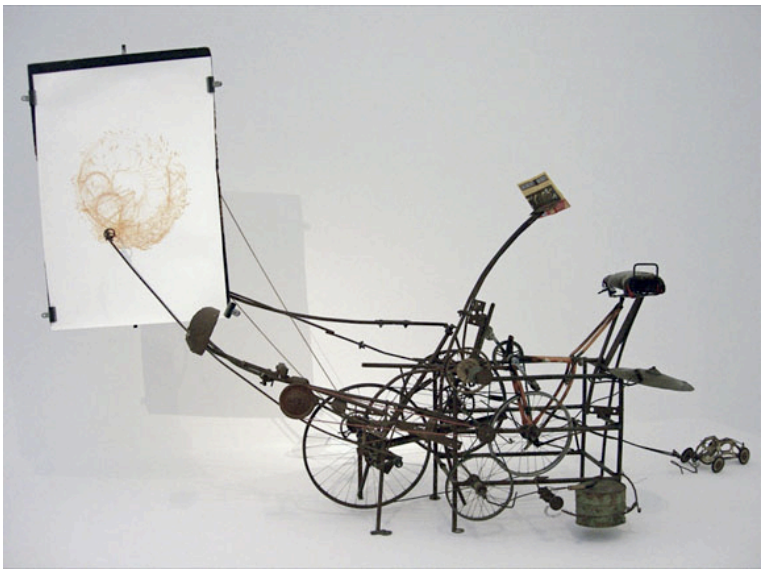


Fig. 41 - Jean Tinguely, *Cyclograveur,* 1960.

Fig. 42 - Jean Tinguely, *Cyclograveur,* 1960.

guely só adquire relevância e autonomia numa fase posterior, numa série de relevos designados por '*Méta-mécanique*', '*Méta-matique*' e '*Méta-mécanique sonore*', tal como descreve Popper, «numa fase posterior, o seu alcance é estendido para incluir o elemento som - uma vez que para Tinguely há uma correspondência mais significativa entre os movimentos de uma máquina e os sons que ela faz.»[160] Com *Méta-mécanique sonore*, de 1955, cujo nome da obra identifica o elemento som como parte integrante da obra, de acordo com Licht, a escultura é composta por uma série pequenos martelos que percutem em copos de vidro, garrafas e latas. O espectador podia interagir com as esculturas, como se fossem um instrumento sonoro, accionando partes que rodavam em diferentes velocidades e produziam «um estranho musical tinir, ressoar, e batida.»[161]

Neste sentido, podemos concluir que as escultura cinéticas de Tinguely preconizaram a emancipação da escultura sonora. Segundo Licht, a obra escultórica de Harry Bertoia e dos irmãos François e Bernard Baschet, iniciada em meados dos anos 50 e princípios dos anos 60, a par de Tinguely, com a sua 'cacofonia mecânica', permite-nos considerá-los as figuras mais proeminentes da escultura sonora contemporânea. Ainda

---

[160] T. L. de: «At a later stage, their range is extended to include an element of sound — since for Tinguely there is a most significant correspondence between the movements of a machine and the sounds which it makes.» *Ibidem*, p. 133.

[161] T. L. de: «a strangely musical ding, clang, and thud.» LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 255.

de acordo com Licht, outros três escultores cinéticos — Nicolas Schöffer, Len Lye e Takis — também exploraram a dimensão sonora nas sua obra tridimensional.

2.1.2.3. Len Lye

O escultor neozelandês Leonard Charles Huia Lye, mais conhecido por Len Lye, dedicou a sua investigação artística à cinética, defendendo o 'movimento' como parte da linguagem da arte. Na sua perspectiva, a «arte cinética é a primeira nova categoria da arte desde a pré-história.»[162] A categoria da arte que se move fisicamente no espaço, arte na qual Lye explorou tridimensionalmente e que designou por *Tangible Motion Sculpture* (Escultura de Movimento Tangível), obra que expôs no Museu de Arte Moderna de Nova Iorque em 1961, e que, de acordo com Jack Burnham, foram «o primeiro sucesso do género de escultura cinética accionada por um motor nos Estados Unidos.»[163] À semelhança das primeiras propostas cinéticas de Gabo e Duchamp, a sua concepção 'tangível' recorre a motores eléctricos e ao estudo da vibração dos materiais, focando-se particularmente nos metais pelo elevado grau de condutibilidade, dureza e flexibilidade. 'Esculturas tangíveis' que, segundo Lye, resultam numa 'composição coreográfica' que dá grande ênfase ao movimento em detrimento do valor estético do objecto, uma característica que as distingue das restantes formas de escultura cinética, como é o caso dos *Mobiles.*[164] Citando as sua palavras, «A minha escultura de movimento tangível, ampliando a variedade infinita de padrões fundamentais do movimento, enfatiza a beleza do movimento *per se*.»[165] Quando accionadas, mediante o controlo manual ou o controlo automatizado segundo um sistema electrónico, as 'esculturas tangíveis' acentuam não só a composição coreografada do movimento, como também propagam uma intangível variedade de frequências ressonantes próprias de

---

[162] T. L. de: «Kinetic art is the first new category of art since prehistory.» LYE, Len - *Ob. cit.*, p.78.

[163] T. L. de: «the first successful type of motor-driven Kinetic Sculpture in the United States.» BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 269.

[164] LYE, Len - *Ob. cit.*, p.75.

[165] T. L. de: «My tangible motion sculpture, extending the infinite variety of fundamental patterns of movement, emphasizes the beauty of motion *per se*.» IDEM, *Ibidem*, p. 75.

cada material, como se pode constatar na obra *Revolving Harmonic (*fig. 43) que Lye descreve do seguinte modo:

> Quase imperceptível uma haste de metal polido com dois metros de altura começa a tremer de uma ponta para o outra. À medida que a força aumenta, o movimento lateral aumenta, até que a haste vertical assume uma curva fundamental. Isto dá-lhe a aparência de um *loop* elíptico com dois metros de altura por dezesseis centímetros de diâmetro no seu ponto mais largo.
> À rápida vibração do movimento lateral adicionamos movimentos rotativos. A curva de base move-se para fora do seu plano bidimensional numa órbita giratória tridimensional. Agora é uma dupla forma oval cilíndrica. A escultura elíptica é uma ilusão que evoluiu a partir de uma única haste. (...) O número e a forma das curvas ovais com duas pontas, de uma extremidade à outra, uma sobre a outra, têm todos os tempos controlados automaticamente. A programação de tais configurações adicionais constitui uma composição coreografada de movimento.[166]

Curiosamente, a descrição da escultura tangível *Revolving Harmonic* por Lye poderia ter sido uma reminiscência da icónica obra de Gabo dos primórdios do movimento motorizado, a *Kinetic Construtions*. No entanto, só em 1961 é que Lye teve conhecimento da escultura e constatou a similaridade entre as duas formas efémeras, um acaso experimental da investigação mecânica do movimento e colateralmente da suas propriedades sonoras. O próprio nome, *Harmónico Rotativo*, pode sugerir a referência a um som harmónico[167] gerado pela rotação da haste metálica.

---

[166] T. L. de: «Almost imperceptible a polished metal rod seven feet high begins to quiver from side to side. As the force increases, the sideways motion increases, until the upright rod assumes a fundamental curve. This gives it the appearance of an elliptical loop standing seven feet high and measuring sixteen inches across at its widest point. To the rapidly vibrating sideways motion we add rotary motion. The fundamental curve moves out of its two-dimensional plane into a three-dimensional revolving orbit. It is now a cylindric double-point oval. This illusion of an elliptic sculpture is actually evolved from a single rod. (...) The number and shape of the double-pointed oval curves, standing end to end, one above the other, are at all times automatically controlled. The programming of such additional configurations constitutes a choreographed composition of motion.» *Ibidem*, p. 76.

[167] Um som harmónico é o som de uma série que constitui uma nota, que tem uma frequência que é um múltiplo inteiro de frequência fundamental da nota. *harmónico* In Infopédia [Em linha]. Porto: Porto Editora, 2003-2014. [Consult. 2014-02-04]. Disponível em WWW:
<URL: http://www.infopedia.pt/lingua-portuguesa/harm%C3%B3nico>.

Fig. 43 - Len Lye, *Revolving Harmonic*, 1959.

Fig. 44 - Len Lye, *Roundhead I*, 1961.

Fig. 45 - Len Lye, *Oscillating steel fountain*, 1963-76.

De acordo com Jack Burnham, a efemeridade das formas das construções de arame em movimento foram para Gabo e Moholy-Nagy o produto final. Para Lye, por sua vez, a forma é apenas uma manifestação de eventos em constante mutação.[168] Partindo do mesmo princípio rotativo Lye desenvolveu diversas esculturas com oscilações subtis e complexas, como *Roundhead I* (fig. 44), que consiste em quatro anéis concêntricos animados de modo mecânico que rodam sobre si, ou *Oscillating steel fountain* (fig. 45). Esta última, segundo Popper, combina a força e flexibilidade do aço com a fluidez da água, aplicando uma força giratória na base que põe em movimento 120 tubos metálicos que sugerem a forma de um repuxo. Estas peças, assim como as suas outras *Tangible Motion Sculpture,* foram o embrião de um trabalho visionário que se estendeu às obras de arte pública, como é o caso das diversas 'fontes cinéticas'. Assim como o movimento, a dimensão áudio-visual é uma constante nas esculturas de Lye. A intensa experimentação e proliferação do motor como elemento que integra a obra cinética nas décadas de 50 e 60, propiciou o aparecimento de diversos trabalhos dentro de uma tipologia similar à de Lye. Nomeadamente, de acordo com Popper, o artista americano Jose de Rivera, que executou uma série de composições rotativas em aço polido, ou ainda, o caso da escultura cinética movida a energia solar *Do-nothing machine*, de Charles Eames.

[168] BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 269.

2.1.2.4. Takis

A gravidade é indubitavelmente o fenómeno físico mais presente na nossa existência, constituindo-se como condição elementar da vida na qual participamos e de tudo o que nos rodeia. Neste sentido, também a escultura participa desta dependência, constituindo-se, desde os tempos mais remotos, como o seu maior desafio. É neste 'duelo de forças' que o artista grego Panayotis Vassilakis, mais conhecido por Takis, a partir dos anos 50, empreende uma obra sem precedentes no domínio da arte cinética e subsequentemente da arte sonora. Takis constrói uma série de esculturas que desafiam a física 'newtoniana', partindo da investigação de duas das quatro forças fundamentais da natureza[169] — a força electromagnética e a gravítica. Como tal, na concepção da escultura, as leis da atracção têm um papel fundamental quer na elaboração, quer na composição, segundo William Tucker:

> Um sentido de gravidade, da forte relação entre a forma do objecto e o solo em que ele repousa, tem desempenhado um papel central na escultura moderna desde Rodin. A gravidade une escultura e espectador numa dependência e resistência comum à atracção exercida pela terra. Os materiais e a estrutura, o volume e o espaço, a unidade e as proporções da escultura,não falam por si mesmos, mas articulam uma percepção complexa e profunda do nosso próprio estar no mundo. Pelo facto de o objecto ser fixo e imóvel, a sua 'vida' consiste na evocação de nossa liberdade de movimento segundo os termos de sua própria estrutura. O senso de gravidade é o factor que medeia a nossa percepção visual da escultura e nosso conhecimento conceitual da sua forma 'real'.[170]

Influenciado pela invenção do radar e pela paisagem tecnológica da estação de Calais, em Paris, a obra mais conhecida de Takis, realizada nos anos 50 e 60, foi a série de esculturas cinéticas ressonantes *Signaux* (fig. 46)[171]. Construções filiformes em ferro e aço que, segundo a descrição de Licht, são essencialmente cordas de piano que emba-

---

[169] No estudo da física as quatro forças fundamentais são: electromagnética, nuclear forte, nuclear fraca e gravítica.

[170] TUCKER, William - *Ob. cit.*, p. 145.

[171] Ver também fig. 191 no anexo I, p. 299.

Fig. 46 - Takis, *Signaux,* 1959.

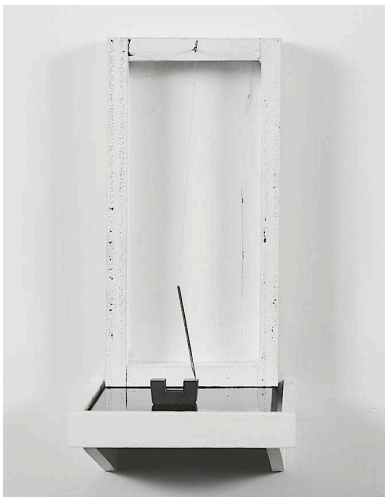


Fig. 47 - Takis, *Télémagnétiques,* 1959.

tem umas nas outras, mediante um movimento vibratório, com a simples força de uma corrente de ar, gerando um conjunto de texturas sonoras e ritmos aleatórios, imprevisíveis. Como vimos, o contacto da obra de Takis com a dimensão sonora, por meio da arte cinética, nasceu precocemente com *Signaux*, contudo, por volta de 1958, a descoberta e o fascínio pelos campos magnéticos levou a que estes passassem a constituir o âmago da sua obra. As inúmeras possibilidades do magnetismo encontravam-se agora em aberto no domínio da arte. A sua primeira escultura magnética, a *Télémagnétiques* (fig. 47), também denominada *Télésculptures* pelo poeta e artista Alain Jouffroy, série que desenvolveu a partir de 1959, consiste num prego preso a um fio de nylon, suspenso no ar pela força de um magneto (íman). Com base nas leis da atracção e no electromagnetismo, ambos dominantes na obra de Takis, a dimensão sonora é produzida a partir da tensão gerada pelo conflito irresoluto entre as duas forças, entre a energia do magnetismo e as forças universais da gravidade, anteriormente representadas pelo metal do prego e pelo magneto. Citando as palavras de Popper, «Takis é, por conseguinte, tentando a capturar as forças naturais que se encontram escondidas nos metais, e a revelar a energia que está ao nosso redor. Alguns destes trabalhos mais bem sucedidos dependem da sua capacidade de controlar e combinar dois tipos de movimento [...].»[172] Da

[172] T. L. de: «Takis is therefore trying to capture the natural forces which lie hidden in metals, and to reveal the energy that is all around us. Some of this most successful works depend on his ability to control and combine two types of movement (...)». POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 142.

combinação destes dois movimentos propaga-se a sonoridade da tensão entre materiais.

2.1.3. Escultura cinética contemporânea

A emergente expansão da arte cinética a partir dos anos 50, alicerçada no progresso da ciência e da tecnologia, teve um profundo impacto nas possibilidades artísticas vindouras. O potencial criativo 'inesgotável' da linguagem cinética desencadeou novas abordagens multimédia que se reflectem na história recente da arte contemporânea. A concepção e integração de dispositivos mecânicos na escultura permitiu as mais diversificadas propostas, das quais iremos destacar as máquinas 'surreais' de Rebecca Horn, as 'criaturas bizarras' do imaginário de Theo Jansen e as peças efémeras de Daniel Wurtzel.

2.1.3.1. Rebecca Horn

A obra multifacetada de Horn é uma referência incontornável na escultura cinética desde a década de 70, tendo-se constituído como um elemento dominante e transversal na sua linguagem plástica.

Embora enraizados na pintura e no desenho, os trabalhos de Rebecca Horn são caracterizados, segundo Armin Zweite, «por ramificações e pelo entrecruzar de fronteiras»[173], onde a linguagem pictórica dissolve os limites entre a pintura, a escultura, o desenho e a performance, num processo peculiar e genuíno descrito por Doris Von Drathen do seguinte modo:

> O termo pintura pode causar estranheza, mas é disso que se trata quando as máquinas de pintura criam imagens que parecem ter sido executadas por um poder desconhecido. Este fenómeno confere às máquinas uma dimensão completamente nova e diferencia-se de todos os autómatos de escrita ou de desenho criados em épocas anteriores, interessadas em objectos mecânicos de representação. Enquanto esses robôs tentavam imitar os homens, as máquinas escultóricas de Rebecca

[173] AA.VV. - *Rebecca horn: Bodylandscapes. Desenhos, esculturas, instalações 1964 - 2004*, p. 13.

Fig. 48 - Rebecca Horn, *Concert for Anarchy,* 1990.

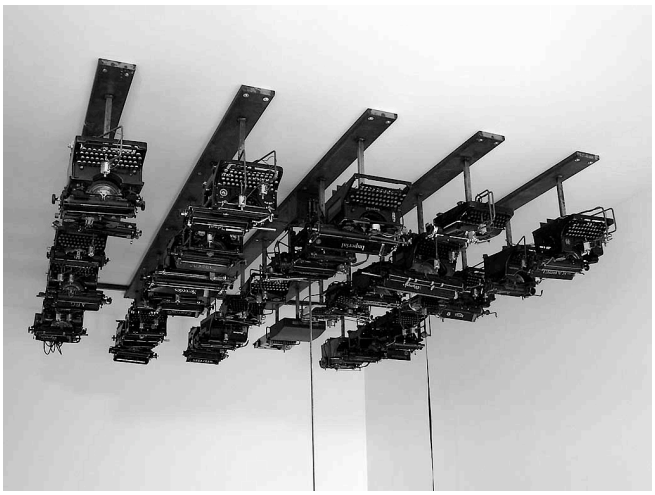


Fig. 49 - Rebecca Horn, *Chor der Heuschrecken,* 1991.

> Horn são concebidas de forma tal que transpõem a consciência humana e descobrem outros mundos visuais por detrás dessa fronteira. Simultaneamente, as frágeis máquinas de Rebecca Horn assemelham-se a seres vivos pelo que, em todas a singularidade dos murais, a própria instrumentária que instiga o processo pictórico pertence à pintura dela resultante, na medida em que constitui a essência da obra. Ambas são apresentadas como unidade.[174]

Animadas por mecanismos de propulsão, as máquinas de pintura de Horn têm uma profunda influência do Surrealismo e da tradição cinética dadaísta de Jean Tinguely. No entanto, de acordo com Zweite, contrariamente a Joseph Beuys, Wolf Vostell e outros artistas do movimento Fluxus que utilizam objectos do quotidiano degradados, objectos encontrados e materiais pobres na concepção das suas peças, Horn «constrói aparelhos muito especiais e máquinas fora do comum, que podem ser de uma exactidão absoluta, de uma manufactura magistral e simultaneamente de uma beleza poética e de uma frágil fantasia.»[175] Os dispositivos cinéticos que concebe são impulsionados através de motores eléctricos, quando accionados «arranham e acariciam, batem e perfuram, agridem espetam, martelam e arranham [...], que desenham e pintam»[176], descre-

[174] AA. VV. - *Ob. cit.*, p. 129.

[175] IDEM, *Ibidem*, p. 22.

[176] *Ibidem*, p. 23.

vendo movimentos circulares e ondulatórios distintos que dão ânimo a um extenso conjunto de objectos tais como, segundo Zweite: martelos, bombas, pincéis, escovas, colheres, espelhos, binóculos, sapatos, escadas, máquinas de escrever, malas, armações de camas, cadeiras de rodas, violinos, pianos, tambores, penas de pássaros, ovos, chifres, escaravelhos, ramos, pistolas, espingardas, água, sangue, pedras mercúrio, carvão e muitos outros.[177] Objectos e materiais escolhidos e combinados meticulosamente para desempenhar um papel especial na «esfera da memória, evocando o passado e sugerindo um horizonte de experiências espirituosas, plenas de insinuações e de sensações.»[178] Sensações que, para além da carga simbólica contida nos objectos, encontra na coreografia da sua acção um comportamento autómato, de acordo com Horn, 'quase humano'. Máquinas com tarefas simples mas que, segundo Zweite, evocam uma atmosfera submersa em mistério e poesia, «e aparentam ser irracionais e incompreensíveis, especialmente porque a repetição incessante dos mesmos movimentos não causa nada além de ruído».[179] 'Ruídos' que se propagam e adensam a atmosfera poética, evocados pela cinética dos objectos que suscitam o insólito, humor e ironia, assemelhando-se de certo modo às provocações de Tinguely, mas com outro grau de refinamento e subtileza. Das múltiplas acções das peças cinéticas, entre o arranhar, bater, perfurar, espetar, agredir, martelar, entre outras, a consequente sonoridade da acção é uma característica inconfundível e dominante na obra plástica tridimensional de Horn, como é possível constatar, por exemplo, nas peças *Concert for Anarchy* (fig. 48)[180] ou *Chor der Heuschrecken* [Coro de Gafanhotos] (fig. 49)[181].

---

[177] *Ibidem*, p. 26.

[178] *Ibidem*, p. 24.

[179] *Ibidem*, p. 24.

[180] Ver também fig. 192 no anexo I, p. 300.

[181] Ver também fig. 193 no anexo I, p. 301.

Fig. 50 - Theo Jansen, *Strandbeest,* 2005.

Fig. 51 - Theo Jansen, *Strandbeest,* 2005.

2.1.3.2. Theo Jansen

Um exemplo notável do movimento real a partir da força física do vento interligada à engenharia mecânica, são as esculturas cinéticas contemporâneas do artista holandês Theo Jansen, que sempre se dedicou a diversos projecto que combinam a física e arte, dizendo que as fronteiras entre arte e engenharia existem apenas nas nossas mentes. Prova disso são os *Animaris*, como lhes chama Jansen, que têm uma presença viva plena de movimentos repetitivos, imprevisíveis e de sons peculiares que nos remetem para a descoberta de um imaginário cheio de criaturas desconhecidas, perdidas no espaço e no tempo, uma 'nova' e estranha 'espécie de vida'. Os *Strandbeests* (fig. 50 e 51)[182], ou 'animais da praia' que caminham ao 'sabor do vento', vivem e crescem da depuração do engenho, pela evolução mecânica do movimento e pela adição de sistemas artesanais de propulsão. Na sua incessante investigação de autómatos, Jansen tem procurado desenvolver sistemas que permitam aos *Strandbeests* um elevado nível de autonomia e locomoção, adaptando para tal mecanismos de captação e armazenamento de energia cinética proveniente de fenómenos naturais. Estas estruturas 'bizarras e animalescas' são construídas com materiais industriais simples e banais[183], que quando accionadas e em movimento propagam uma sonoridade peculiar e não intencional. Em suma, à semelhança dos autómatos do século XVIII, as esculturas de Jansen são manifestações que simulam 'vida', gerada pelo movimento e pelo som.

---

[182] Ver também fig. 194 e 195 no anexo I, p. 302.

[183] Os materiais mais comuns usados por Jansen: madeira, tubos de pvc, mangueiras de borracha, braçadeiras plásticas, garrafas recicladas e manga de plástico, entre outros.

2.1.3.3. Daniel Wurtzel

Possivelmente influenciado pela obra cinética de Haans Hackee e pela efemeridade da peça *Ascension*[184] de Anish Kapoor, Daniel Wurtzel é um outro exemplo contemporâneo que tira partido dos fenómenos eólicos, recorrendo a sistemas mecânicos de ar forçado, seja por projecção ou por sucção, como acontece na peça *Fire Tornado!* (fig. 52)[185]. Tanto nesta como em *Sow*(fig. 53)*[186]*, ou em *Feather Fountain*[187], grande parte do seu trabalho vive da simples transformação da matéria banal em algo extraordinariamente vivo e poético pela 'aproximação' dinâmica e formal de alguns fenómenos naturais. As suas instalações e 'esculturas de ar' envolvem, segundo Wurtzel, materiais leves e humildes, tais como: «penas de aves, pétalas de flores, pequenas esferas de poliestireno expandido, tecido, balões, bolhas de sabão, névoa, fogo ou lixo normal da rua que estão presos, e voam de forma contínua em colunas, vórtices ou ondas de ar livre.»[188] A leveza dos materiais utilizados permite que estes sejam propulsionados por uma força invisível e as suas propriedades aerodinâmicas, bem como «a ordem subjacente dentro destes sistemas de fluxo de ar inerentemente caóticos, revelam-se de um modo que podem ser observados de forma contínua»[189], dando animo a um espectáculo coreográfico propício a um estado de transe. Também a cultura cinematográfica, no filme *American beauty*, de Sam Mendes, produz uma das imagens mais marcantes ao mostrar um momento de 'beleza efémera', quando uma personagem capta um saco de plástico que esvoaça num movimento aleatório.

---

[184] Ver também fig. 196 no anexo I, p.303.

[185] Ver também fig. 197 no anexo I, p. 304.

[186] Ver também fig. 200 no anexo I, p. 305.

[187] Ver fig. 199 no anexo I, p. 305.

[188] T. L. de: «bird feathers, flower petals, styrofoam peanuts, fabric, balloons, soap bubbles, fog, fire or ordinary litter from the street that are trapped, and continuously fly in columns, vortices or waves of open air.» WURTZEL, Daniel - Artist Statement.
http://www.danielwurtzel.com/sculpture-artist-statement-new-york.cfm. 2014-01-17 22:30.

[189] T. L. de: «the underlying order within these inherently chaotic airflow systems are revealed in a way that can be continuously observed». IDEM, *Ibidem.*

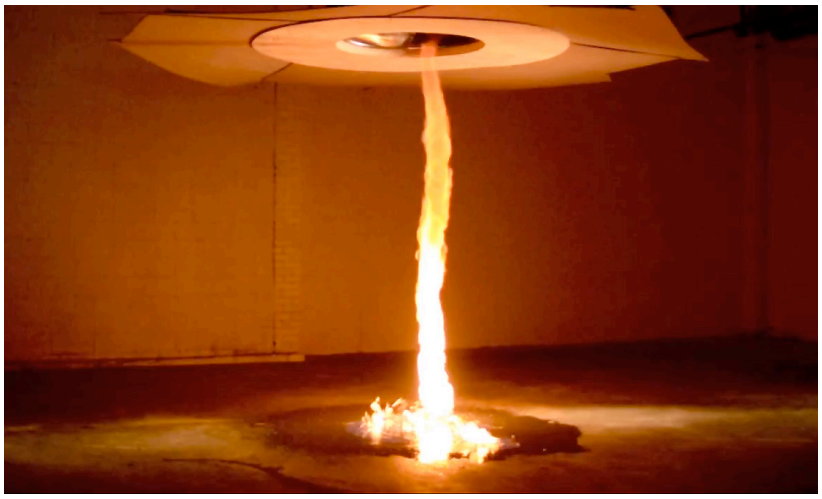


Fig. 52 - Daniel Wurtzel, *Fire Tornado!*, 2011.

Fig. 53 - Daniel Wurtzel, *Snow*, 2009.

Embora as esculturas cinéticas de Wurtzel não tenham um propósito sonoro, a presença do som é uma consequência inevitável não só pela dinâmica dos materiais, mas também, pelo som inerente aos sistemas mecânicos utilizados para gerar movimento.[190] A sonoridade que se propaga das peças reforçam o seu carácter cinético e conferem 'vida' à matéria, um animo particularmente realista na 'recriação' de fenómenos naturais na sua série de tornados de neblina e de fogo. Tais fenómenos são performances que fascinam não só pelo modo como são modeladas [parte técnica], mas porque, de acordo com Mircea Eliade, o fogo é a manifestação de uma força mágico-religiosa, um agente de transmutação capaz de mudar o mundo.[191]

Segundo Miguel Alarcón, a procura das origens da arte sonora, e particularmente da escultura sonora, não está somente vinculada à arte cinética, ou mesmo na vanguarda histórica, dado que todas as manifestações sonoras no passado não se podiam separar do espaço arquitectónico, da sua vinculação com o escultórico, pictórico ou de qualquer outra visualidade do contexto onde sucedia o facto sonoro. Alarcón exemplifica dizendo que é possível conceber uma catedral medieval como uma grande instalação artística onde poderíamos afirmar que se inter-relaciona uma diversidade se expres-

[190] Sonoridades que se podem analisar nos vídeos das obras realizados pelo artista. Ver registos vídeos nº 7, 8, 9 e 10 no anexo II [DVD].

[191] ELIADE, Mircea - *Ferreiros e alquimistas*, p. 60.

sões e até mesmo os cinco sentidos. Na verdade sempre existiu uma comunicação e influência recíproca de todas as artes ao longo da história, apesar da própria especialização tenha separado o seu estudo e educação.[192]

2.2. Arte sonora

O potencial sonoro da escultura cinética manifesta-se nas mais diversas formas. Seja casual ou intencional, o movimento introduz no universo do sonoro novas possibilidades de investigação e participa «de uma forma de arte na qual o som é utilizado de modo peculiar, num processo que se aproxima mais de um contexto expandido de escultura e criação plástica do que dos modos tradicionais de criação musical.»[193]

A dissolução dos limites entre os diversos domínios da arte emerge gradualmente em meados do século XX, num processo que se dinamiza exponencialmente durante os anos 60 e 70, ligado à formação de diversos modos de produção artística como a instalação, a *performance*, o *happening*, entre outras. A indefinição das fronteiras entre as artes visuais e sonoras catalisa uma multiplicidade de experiências plásticas que subsistem enquanto experiência, pondo em questão o objecto de arte. A arte sonora configura-se como o culminar de um processo interdisciplinar que têm origens em movimentos e trabalhos de artistas, sobre a qual desde que começou a tomar forma, início dos anos 60, se tem dado um crescente destaque através de um série de exposições[194].

---

[192] HERAS, Ángel L., GARCÍA, Miguel Á. G. - *Arte electrónico y nuevo entorno digital*, pp. 19-20.

[193] CAMPESATO, Lílian - Som, espaço e tempo na arte sonora.
http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/papers/anppom_2006.pdf 2014-02-22 21:30.

[194] Destacaríamos uma das primeiras exposições com o título *Para los ojos y los oidos* (Galeria Courdier & Ekstrom de Nova York, 1964), ou posteriormente nos anos oitenta: *L'oreille oubliée* (Galeriedu CCI/Centre Georges Pompidou,1983); *A Noise inYour Eye!* (Arnolfini Gallery, Bristol, 1986) Nos anos noventa: *Zeitgleich* (May, Tirol, 1994); *Mursduson* (Ville Arson, Niza, 1995); *Klangkunst* (Akademie der Künste, Berlin, 1996); *Musiques en scène* (Museo de Arte Contemporáneo de Lyon, 1998-99); *El espacio del sonido. El tiempo de la mirada* (Koldo Mitxelena, San Sebastián, 1999). Finalmente na última década: *Sonic Boom. The Art of Sound* (Hayward Gallery, Londres, 2000); *Resonancias* (Museo Municipal de Málaga, 2000) e *Sons & lumières* (Centre Georges Pompidou, Paris, 2004-05). Miguel M. Alarcón *in* HERA, Ángel L., GARCÍA, Miguel Á. G. - *Ob. cit.*, p. 26.
Mais recentemente, no centro cultural La Laboral, sob o título *Ver el Sonido* (Gijón, Astúrias, 2012).

2.2.1. Arte do som ou música?

Investigar as origens da correlação entre a escultura e o som conduz-nos ao vasto universo da arte do som e do som na arte, uma dimensão ambígua entre a música e grande diversidade de manifestações sonoras na artes visuais. Perante a indeterminação verificamos que existem perspectivas distintas sobre o campo da 'arte sonora'. Assim, pela manifesta divergência de pontos de vista urge colocar as seguinte questões: o que é a *Sound Art*[195]? «Será que o som é arte, e é arte sonora?»[196]

De acordo com Douglas Kahn, entre o som e o som musical existia uma fronteira traçada. A inexistência de qualquer estímulo prático das outras artes, a música foi considerada a condição *sine qua non* das artes do som. Não obstante, o que parecia ser um desafio preparado pela música *avantgarde* acabou de modo inverso por se revelar numa apropriação do som para as preocupações musicais.[197] O progresso tecnológico do início do século XX permitiu a introdução do som no «cinema, rádio, amplificação e microfonia, e fonografia, bem como uma sonoridade mudança moldadas pela cultura *mass-mediated*, a problematização da integridade musical começou a tornar-se mais pronunciado.»[198]

O 'Som nas Artes', como designa Douglas Kahn, é aparentemente um extenso campo artístico do qual não se vislumbram com clareza os seus limites, suscitando dúvidas e confusões sobre o que contém e ao que se refere realmente. A *Sound Art* é por natureza uma categoria interdisciplinar, híbrida, que se distende por entre diversos elementos do discurso sonoro como: ruído, sons ambiente, *audio media,* dispositivos áu-

---

[195] *Sound Art* é o vocábulo mais usado contemporaneamente que se encontra relacionado com os seguintes termos: *Klangkunst*, *sound installation* (desde o final dos anos sessenta), *Klanginstallation*, *sound-space-art* (Leitner, 1971), *sound sculpture* (Grayson 1975), *Klangskulptur*, *sound walk*, *sonic art* (Wishart, 1985), *musicalization of sound* (Lander, 1990), *sound in the arts* (Kahn, 1999), *audio art* (Föllmer, 2004), *Audiokunst*, *sound in art*. Monoskop. http://monoskop.org/Sound_art. 2014-03-17 21:10.

[196] T. L. de: «is art sound, and is sound art?» Jim O'Rourke *in* LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 7.

[197] KAHN, Douglas - *Noise, water, meat: A history of sound in the arts*, p. 101.

[198] KAHn, Douglas - *Op. cit.*, p. 101.

dio/vídeo analógicos e digitais, música concreta, música experimental, música electrónica, acústica, entre outros.

Em meados dos anos oitenta o compositor e 'áudio artista' canadiano Dan Lander, instigado pela ausência de informação e análise crítica, compila e edita juntamente com Micah Lexier uma antologia de ensaios intitulada *Sound By Artists*[199], onde surge a ideia de 'musicalização do som'. Segundo Alan Licht, a apropriação e o uso mais comum e mais expressivo do termo 'Arte Sonora' ocorre desde o final dos noventa, embora, tal como em outros movimentos artísticos, os principais intervenientes que precedem à denominação de 'Arte Sonora' duvidem da própria expressão.[200] Embora a crescente e abundante exploração da expressão sonora e das diversas manifestações da época o que é certo, de acordo com Lander, é que não existia um movimento de arte sonora. O som exerce na obra dos artistas uma grande variedade de funções, pelo que, citando, «não é possível articular um grupo distinto de artistas sonoros do mesmo modo como alguém é capaz de identificar outras práticas artísticas.»[201] Em parte, segundo Lander, a ambiguidade da identificação da arte do som reside no seu elo histórico com a música, pelo que, 'nova música', 'música experimental' ou 'arte sonora' são termos entendidos por alguns como sendo sinónimos e permutáveis.[202] Na sua concepção mais elementar a música é a combinação de um conjunto de sons num determinado ritmo e tempo, mas, embora a dimensão sonora contenha em si a música, a tendência, segundo Lander, consistia em trazer para o domínio da música o largo es-

---

[199] LANDER, Dan - Introduction to Sound By Artists.
http://www.soundculture.org/texts/lander_sba_intro.html. 2014-03-20 01:20. *Sound By Artists* é constituído por um conjunto de ensaios escritos por: John Cage, Suzanne Delehanty, Bill Viola, Marysia Lewandowska, Max Neuhaus, Christina Kubisch, Max Bruinsma, Richard Kostelanetz, Bruce Barber, Maurizio Nannucci, Gordon Monahan, Daina Augaitis, Kevin Concannan, Ian Murray, Alvin Lucier, Gregory Whitehead, John Oswald, R. Murray Schaeffer, Annea Lockwood, Hildegaard Westerkamp, Rod Summers, Ihor Holubizky, Jack Goldstein, Moniek Darge e Godfried-Willem Raes, Graf Haufen (Karsten Rodemann), Stelarc, Douglas Kahn, Rita McKeough e Christian Marclay.

[200] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 8.

[201] T. L. de: «it is not possible to articulate a distinct grouping of sound artists in the way one is able to identify other art practices.» LANDER, Dan - Introduction to Sound By Artists.
http://www.soundculture.org/texts/lander_sba_intro.html. 2014-03-20 01:20.

[202] KAHN, Douglas - *Op. cit.*, p. 13.

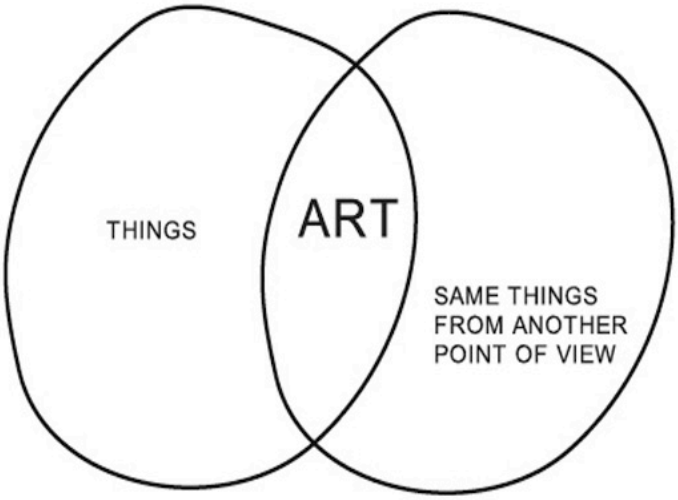


Fig. 54 - John Cage, *Art is everywhere*.

pectro de fenómenos sonoros, nomeadamente os sons da vida e dos objectos do quotidiano. Com a apropriação do ruído, «artistas e compositores criaram obras com base no pressuposto de que todos os sons proferidos são música.»[203] Pressuposto partilhado por John Cage, um dos compositores mais proeminentes no campo da 'música experimental' que, de acordo com Kahn, «ocuparia uma posição central em qualquer discussão sobre som e arte neste século, por causa da importância e influência através da arte da sua música, escritos e ideias sobre som ao longo da sua longa e prolífica carreira.»[204] Segundo Licht, em vez de uma composição de estrutura harmoniosa ou melódica, Cage redefiniu a música como 'uma organização de sons', declarando que, se os sons podem ser música esta pode ser encontrada em toda a parte e em todos os sons, depende do ponto de vista (fig. 54). Sons que podem ser escutados como música ou usados pelos compositores como material musical.[205] Sejam harmoniosos, dissonantes, intensos, débeis ou ruidosos todos os sons constituem-se como matéria de uma vanguarda sonora com origens no manifesto visionário de Russolo, no qual afirma que: «o ruído difere

[203] T. L. de: «artists and composers have created works based on the assumption that all sounds uttered are music.» *Ibidem.*

[204] T. L. de: «occupy a central position within any discussion of sound and art in this century because of the importance and influence across the arts of his music, writings, and ideas about sound throughout his long and prolific career.» IDEM, Ibidem- p. 13.

[205] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 12.

de outro som, na realidade, apenas na medida em que produz vibrações confusas e irregulares (em termos de ritmo e intensidade). Cada ruído tem um campo, alguns até um acorde, que predomina entre a totalidade de suas vibrações irregulares.»[206] De acordo com Cage, se todos sons podem ser matéria para a composição musical e podem ser encontrados em toda a parte, em qualquer objecto, podemos compreender que uma escultura sonora facilmente pode tomada por um instrumento musical, o que constatamos ser uma realidade. Segundo Licht, a *Sound Art* rejeita o potencial da música para competir com outras formas de arte, baseadas no uso do tempo e impulsionadas por narrativas, direccionado o desejo humano básico para o som. No âmbito da sua investigação, Licht definiu a arte sonora em três categorias:

> 1. A instalação de um ambiente sonoro que é definido pelo espaço (e/ou espaço acústico) em vez do tempo e pode ser exibida como uma obra de arte visual seria.
> 2. Uma obra de arte visual que também tem uma função de produção de som, tal como a escultura sonora.
> 3. Som por artistas visuais que actua como uma extensão da estética particular do artista, geralmente expresso em outros media.[207]

Analisando as três categorias propostas por Licht, no contexto do presente trabalho a segunda será a mais visada porque ser onde se concentra com maior especificidade o objecto de estudo da presente investigação.

***

A expressão sonora no campo das artes visuais não é uma componente habitual da escultura, da pintura ou mesmo do desenho, ainda assim, ao longo da história en-

---

[206] T. L. de: «noises differs from other sound in its irregular and confuse vibrations (in terms of tempo and intensity). Each noise possesses a pitch, at times even a chord dominating over the whole of these irregular vibrations.» RUSSOLO, Luigi - *Ob. cit.*, p. 9.

[207] T. L. de: «1. An installed sound environment that is defined by the space (and/or acoustic space) rather than time and can be exhibited as a visual artwork would be. 2. A visual artwork that also has a sound-producing function, such as sound sculpture. 3. Sound by visual artists that serves as an extension of the artist's particular aesthetic, generally expressed in other media.» LICHT, Alan - *Ob. cit.*, pp. 16-17.

contramos artistas que procuram plasmar e integrar na sua obra aspectos sonoros de modo directo ou indirecto.[208] Após as primeiras rupturas estéticas com os *Intonarumori* de Russolo, que no seu conjunto davam corpo a uma orquestra de ruídos, passando pelo *Objet indestructible* (fig. 55) de Man Ray e pelo *A Bruit Secret* de Duchamp, assim como algumas criações dos movimentos de vanguarda do início do século XX, a concepção de objectos com propósito sonoro abrandou até meados dos anos 50.[209] Neste período, de acordo com o que foi analisado anteriormente, apenas um conjunto de esculturas cinéticas tinham propriedades sonoras inerentes, quer pelo movimento, quer pelo motor eléctrico, como foi analisado com Gabo, Duchamp ou Moholy-Nagy. Nos anos 50, com o efervescente desenvolvimento da tecnologia assiste-se subsequentemente à inovação e proliferação de novas propostas de expressão artística. Jean Tinguely, Takis, Len Lye, Nicolas Schöffer, entre outros artistas da 'nova geração', a 'arte do movimento' trouxe consigo a conjugação de diferentes meios para o discurso da criação plástica, como a materialização física do tempo e simultaneamente a intangibilidade da manifestação sonora. Os artistas passaram a explorar e a integrar o som como um componente espacial análogo ao de um pedaço de pedra ou de madeira, pois como Duchamp dizia, '*o som também ocupa espaço*'. A experimentação das potencialidades do som na concepção artística acrescentaram mais uma variável à equação tridimensional, ou seja, a escultura começa a ganhar outras valências. A mudança de paradigma da primeira metade do século XX, operada pela arte cinética e pela redefinição de música segundo os movimentos de vanguarda, permitiu um outro entendimento da arte do tempo e a criação de objectos sonoros para além dos instrumentos musicais convencionais.

Mas o que é a escultura sonora? Segundo Alan Licht, a escultura sonora é a mais antiga forma de arte sonora. Não se trata de conceber um instrumento musical mas sim de criar uma escultura em que a produção de som é inerente.[210] Na sequência do que foi analisado anteriormente, é possível constatar que a construção de um objecto

---

[208] Mikel Arce Sagarduy *in* HERAS,Á. L. ; GARCÍA, M. - *Ob. cit.*, p. 14.

[209] Guy Schraenen *in* AA. VV. - *Ob. cit.*, p. 35.

[210] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 199.

Fig. 55 - Wolf Vostell, *Fluxus-Sinfonie für 40 Hoover Geräte,* 1963.

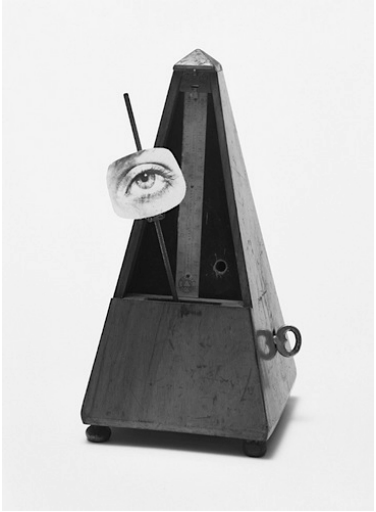


Fig. 56 - Man Ray, *Objet Indestructible,* 1923.

sonoro tem apenas um objectivo, dotar o dispositivo sonoro com um conjunto de características susceptíveis de produzir som que permitam a expressão musical, ou seja, a criação, a execução e a interpretação de música. Para além da concepção do instrumento, a descontextualização de um objecto da sua função inicial e a sua transformação num instrumento musical é uma prática também verificada, de acordo com o mesmo princípio do *ready-made* 'duchampiano', um princípio que o artista alemão Wolf Vostell aplica na concepção do '*ready-made* sonoro' *Fluxus-sinfonie für 40 Hoover Geräte* (fig. 55)[211]. Uma obra constituída, como o próprio nome indica, por 40 aspiradores que, segundo José Iges, são sublimados a instrumentos de uma orquestra sinfónica. Este *ready-made* é considerado como sendo a génese dos ambientes sonoros de Vostell, nos quais usa fontes de ruído distintas como por exemplo: reactores, serras mecânicas, aspiradores, betoneiras e outros objectos eléctricos do quotidiano.

Na vanguarda *Sound Art* da primeira metade do século XX, o incontornável compositor e artista John Cage interessou-se pela propriedade sonora dos objectos, como se pode constatar na sua composição *First Construction in Metal*[212], obra na qual utilizou instrumentos musicais não convencionais, tais como: oito bigornas, quatro tambores de travagem de automóvel, um gongo submerso e cinco chapas suspensas

[211] Ouvir faixa áudio nº 1 no anexo II [DVD].

[212] John Cage, *First Construction in Metal*, 1939, ouvir faixa áudio nº 2 no anexo II [DVD].

que produzem um efeito sonoro semelhante a um trovão. Segundo Licht, a contemplação das propriedades sonoras inerentes aos objectos por Cage advém das conversas com o realizador experimental Oskar Fischinger,[213] segundo as palavras de Cage:

> Quando fomos apresentados, ele [Oskar Fischinger] começou a falar comigo sobre o espírito que está dentro de cada um dos objectos do mundo. Então, ele me disse, tudo o que precisamos fazer para libertar o espírito é escovar o passado do objecto, para estimular a sua sonoridade. Essa foi a ideia que me levou à percussão. Em todos os longos anos que se seguiram à guerra, nunca parei de tocar as coisas, fazendo-as soar e ressoar, para descobrir que sons poderiam produzir. Onde quer que eu fosse, eu sempre ouvia os objectos.[214]

O encantamento expresso por Cage ao desvelar novas sonoridades ocultas nos objectos do quotidiano, é uma característica comum a outros artistas ligados não só à música, mas também às artes visuais. A afinidade entre a escultura sonora e o instrumento musical, segundo Schaeffer, é que um contém o outro. Os instrumentos musicais, os ruídos industriais, o aparelho fonético, ou seja, qualquer dispositivo que produza som é um objecto sonoro.[215] Neste sentido, de acordo com a análise de Schaeffer, todos os corpos que produzem som são sonoros no geral e musicais no particular. Se todos os materiais são passíveis de produzir som, é possível inferir que na generalidade todas as esculturas têm propriedades sonoras. Contudo, na sequência deste princípio não é correcto afirmar que todas as esculturas são sonoras, mas sim que têm um potencial sonoro. A título de exemplo, a escultura de bronze *Formas únicas de continuidade no espaço*, de Boccioni, tem propriedades sonoras, no entanto não é considerada uma escultura sonora, ao contrário das esculturas de Tinguely, Bertoia ou dos irmãos

---

[213] IDEM, *Ibidem*, p. 200.

[214] T. L. de: «When I was introduced to him, he began to talk with me about the spirit which is inside each of the objects of the world. So, he told me, all we need to do to liberate that spirit is to brush past the object, and to draw forth its sound. That's the idea which lead me to percussion. In all many years which followed up to the war, I never stopped touching things, making them sound and resound, to discover what sounds they could produce. Wherever I went, I always listened to objects.» Vd. CAGE, John; CHARLES, Daniel - For the Birds. p. 73-74 *Apud* KAHN, Douglas - *Ob. cit.*, pp.196-197.

[215] SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 347.

Baschet, que são elaboradas com o fim específico de produzirem intencionalmente um determinado som, ou conjunto de sons.

CAPÍTULO III

A escultura como objecto sonoro

Fig. 57 - (Página anterior) Detalhe da peça *Elogio do Horizonte* de Eduardo Chillida.

3. A escultura como objecto sonoro

Antes de darmos início ao presente capítulo é importante definir que quando falamos da escultura como um objecto sonoro estamos a referir-nos a um objecto visual que produz som, e não à definição elaborada por Pierre Schaeffer que entende por objecto sonoro o próprio som, considerado na sua natureza sonora e não como objecto material (instrumento).[216]

O conceito de escultura sonora percorre uma área ambígua de tipologias onde a escultura e o som se correlacionam. Muito embora se dilua no universo temporal da arte sonora, é uma forma de arte que pertence ao domínio visual, criada com a intenção de gerar som. A génese da sua concepção encontra-se estreitamente ligada à exploração das propriedades acústicas do objecto através dos materiais e das formas, sendo que, em alguns casos, a descoberta do seu potencial acústico surge de um acaso experimental.

Todas as esculturas intencionalmente sonoras são elegíveis para este capítulo. Contudo, não se pretende aqui fazem uma colecção exaustiva de todas elas, mas antes uma amostragem representativa das diversas tipologias encontradas. Neste sentido, de modo a expor o assunto de maneira clara, optou-se por dividir as esculturas sonoras em categorias sistemáticas distintas de acordo com a sua natureza. Na primeira o som tem origem na vibração natural da escultura, ou seja, o que vibra é o material que a compõe e lhe confere uma identidade formal e tímbrica. Tendo-se verificado uma quantidade significativa de variáveis optou-se por subdividir esta categoria em três tipologias. A primeira trata de objectos que geram som a partir da acção humana, denominada por 'escultura-instrumento', porque tais objectos podem ser equiparados a instrumentos musicais. A segunda, denominada por 'escultura acústica', está relacionada com peças que pela sua forma e localização o elemento sonoro é activado por fenóme-

[216] SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 23.

nos naturais como, por exemplo, vento e água. Por último, a escultura 'cinético-sonora' diz respeito à escultura concebida a partir de engenhos mecânicos, electrónicos, entre outros, que intencionalmente geram movimento e subsequentemente som. Esta tipologia embora também se integre na família da arte cinética, como analisámos no capítulo anterior, entendemos que deve ser reconhecida e destacada pelas suas qualidades sonoras, dado que esta característica é de modo geral abordada superficialmente ou mesmo ignorada.

Na segunda categoria as vibrações sonoras são geradas a partir de dispositivos que convertem energia eléctrica em acústica e a energia acústica em eléctrica como, por exemplo, altifalantes, microfones, entre outros equipamentos afins. Dada a familiaridade dos elementos que a compõem, optou-se por considerar apenas uma tipologia, denominada por 'escultura electroacústica'. A transformação um sinal eléctrico em sinal acústico e vice-versa, é accionado quando se reproduz um arquivo áudio a partir de uma gravação ou se faz a captação de uma fonte sonora[217]. Na sua maioria, os sinais 'electroacústicos' que estas esculturas reproduzem é percepcionado mas não nos é possível ver a sua origem, pelo que, tal como a rádio, são peças sonoras que podem emitir som de uma forma acusmática[218].

Existem também esculturas sonoras que são compostas por elementos de ambas categorias, ou seja, produzem som a partir da acção humana, do movimento mecânico e de dispositivos electroacústicos, pelo qual consideramos que se devem enquadrar numa categoria híbrida.

Por último, devemos ainda considerar uma última categoria, mas que dada a diferença da sua natureza em relação às categorias anteriormente referidas, optou-se por a integrar e desenvolver no capítulo seguinte. Trata-se de uma categoria, ao contrário das anteriores, na qual é o som que modela a matéria e lhe dá uma expressão tridimensional tangível, embora que efémera. Tal manifestação inscreve-se numa tipologia que denominamos por 'sonoescultura'.

---

[217] O termo 'fonte sonora' diz respeito a todos os dispositivos que emitem sons.

[218] Um som acusmático é um som que se ouve sem que se vejam as causas, as origem, de onde provém.

3.1. Escultura-instrumento

Algumas esculturas sonoras são potencialmente instrumentos musicais não convencionais, assim como o seu contrário, ou seja, instrumentos musicais não convencionais concebidos por músicos, compositores ou construtores de instrumentos. Muito embora possam parecer a mesma coisa, é preciso distinguir, identificar e explicar as diferenças entre ambos assim como o seu propósito construtivo, dado que existem perspectivas diferentes. Pois, a linha que separa estes dois modelos é muito ténue, dado que são quase sempre analisados sob a perspectiva mais comum que pertence ao domínio da música.

Mas antes de analisarmos estes modelos, vamos percorrer a sonoridade de alguns materiais e a sua percepção, como meio de informação elementar na concepção de objectos de grande depuração sonora. Posteriormente observaremos a produção de instrumentos concebidos por compositores, como Harry Partch e Ivor Darreg e por último, pelo facto de terem sido criados também com propósitos de interpretação musical, destacaremos a produção escultórica de Harry Bertoia, dos irmãos Baschet e de Elmar Daucher.

3.1.1. A sonoridade dos materiais

Antropologicamente o som sempre esteve presente na vida do homem, quer pela necessidade básica de comunicação, quer como um propósito mimético, mágico e ritual, que ainda se encontra presente nalgumas culturas contemporâneas.

Segundo o compositor americano Harry Partch, o homem primitivo descobriu nos materiais simples que o rodeavam sons 'mágicos'. Um pedaço de bambu, um fragmento de madeira apertado numa determinada posição, uma pele esticada sobre uma cabaça ou uma casca de tartaruga, pelo seu corpo ressonante, produziam sonoridades únicas e fascinantes. Com os materiais simples que a natureza lhe facultava começou a elaborar o objecto, o veículo, o instrumento, dando-lhe forma e decorando-o.

Fig. 58 - Ulrich Rückriem, *Block split into Four,* 1996. Granito.

Fig. 59 - Ulrich Rückriem, *Castell,* 1993. Granito.

Com a criação do objecto sonoro o seu último passo foi quase automático, diz Partch, os sons mágicos e a beleza visual metamorfosearam-se em algo espiritual.[219]

Conhecer os materiais pelo seu som é possuir um profundo grau de entendimento sobre estes para além de um plano visível e táctil. Tal como os instrumentos musicais têm um timbre próprio, também os materiais que lhes dão corpo vibram com mais ou menos intensidade e de acordo com a sua natureza física. Ao trabalhar fisicamente a matéria-prima as mãos de um escultor sentem essa vibração, desde o som do percutir na pedra, do repuxar uma chapa de cobre ou moldar o ferro incandescente vivo acabado de sair da forja, do entalhar as fibras da madeira a goiva e a formão, ao conformar o barro com o maço, o escultor percepciona que toda a acção sobre a matéria produz uma sonoridade peculiar, única. Esculpir um material como, por exemplo, uma rocha magmática, implica conhecê-la de um modo mais abrangente possível e nesse processo a percepção da sua sonoridade é fundamental para compreender a sua composição, qualidade, resistência, dureza, plasticidade, entre outras propriedades inerentes. Quando esculpida, a rocha propaga distintas sonoridades que variam consoante a técnica, a forma, a força do impacto, e a ferramenta utilizada. Por exemplo um martelo, de acordo com Simondon, é uma ferramenta pela qual os receptores da sensibilidade cinestésica e da sensibilidade vibratória táctil nos permitem perceber com detalhe o

[219] Vd. PARTCH, Harry, 1967 *Apud* GRAYSON, John - *Sound sculpture*, p. 9.

comportamento do material. Um «pedreiro reconhece a qualidade de uma pedra com o martelo, mas isso requer que o martelo entre parcialmente na pedra.»[220] Tal como o martelo, o maço é uma ferramenta de percepção. Cortar, dividir ou subdividir manualmente um bloco de pedra, é uma operação feita pela percepção sonora da sua fractura em consonância com a percepção do som da percussão do maço sobre os cunhos de aço, ou de madeira, numa sequência rítmica de golpes similares aos desferidos num litofone[221]. O impacto que trespassa o bloco produz um som que fica cada vez mais grave, à medida que a linha de fractura avança até alcançar a outra extremidade do bloco. Fracturas que deixam marcas sonoras visíveis da sua divisão, como podemos comprovar, a título de exemplo, nos monólitos fracturados *Block split into Four* (fig. 58) ou *Castell* (fig. 59), do escultor alemão Ulrich Rückriem. Marcas sonoras que aparentemente apenas propagam o silêncio, a dureza e a densidade do granito, tal como as que são impressas nos cilindros de cera para um fonógrafo ou num disco de vinil.

As mãos de um escultor sentem e conhecem a matéria-prima pelo som e pelo toque. 'Tocar' a escultura é já em si um instinto que está na natureza do escultor, pois todos a materiais propagam vibrações únicas que ultrapassam largamente o espectro sonoro percepcionado pelo sistema auditivo humano. Percorrer os materiais com o tacto é também adquirir um conhecimento que os ditos 'receptores à distância'[222] não permitem. É perceber a sua natureza, temperatura, textura e pureza. Assim, esculpir a um material é também esculpir e dar forma à sua sonoridade. Seja segundo um processo subtractivo, aditivo ou construtivo, o acto, é em si uma manifestação física sonora, com mais ou menos intensidade, consoante os materiais, as ferramentas e as técnicas.

Na construção de uma escultura-instrumento a selecção dos materiais é criteriosa, pois deles depende a boa qualidade sonora e o máximo potencial acústico. A madei-

---

[220] T. L. de: «le maçon reconnaît la qualité d'une pierre avec son marteau, mais il faut pour cela que le marteau entame partiellement la pierre.» SIMONDON, Gilbert - *Ob. cit.*, p. 115.

[221] Instrumento musical de percussão feito de pedra, classificado como um idiofone. Ver descrição de idiofone no ponto I.1. Classificação e sistemática, no apêndice, pp. 218-219.

[222] De acordo com a divisão dos sentidos em dois grupos perceptivos, receptores à distância e os imediatos, definido por Hall. HALL, Edward T. - *Ob. cit.*, p. 56.

ra, por exemplo, é uma matéria-prima que tem um enorme potencial de transformação, extensivamente usado como um veículo artístico ao longo de milhares de anos.[223] Com as ferramentas e técnicas adequadas é modelada com relativa facilidade, a sua durabilidade, resistência à humidade da atmosfera, temperatura, fissuras ou fragmentação são propriedades consideradas relevantes para o escultor quando a selecciona.[224] A madeira é também um material elementar na construção de uma série instrumentos musicais, em particular na concepção da caixa acústica dos instrumentos de cordas como, por exemplo, o contrabaixo, a viola, o violoncelo, o violino, entre outros. Objectos musicais de grande refinamento construtivo que desde a sua génese exigem um elevado rigor, como a extrema selecção do tipo árvore, pois só algumas dentro da mesma espécie garantem matéria com qualidades acústicas aceitáveis para a elaboração de um bom instrumento. A título de exemplo, na concepção de um violino é usada uma selecção criteriosa da madeira específica para cada uma das partes.[225]

Ao analisarmos as características particulares de um instrumento musical estamos também a caracterizar um objecto sonoro, pois, «fisicamente, os instrumentos musicais são dispositivos sonoros»[226] e enquanto instrumentos podem ser classificados de acordo com diversos modelos como, por exemplo, o sistema de classificação conhecido por Hornbostel-Sachs, que assenta nos princípios físicos e acústicos que definem os instrumentos mediante o som que produzem.[227]

Dentro de uma perspectiva abrangente, na qual um instrumento musical é «todo o dispositivo susceptível de produzir som, utilizado como meio de expressão musical»[228], podemos inferir que qualquer objecto sonoro é à partida um potencial objecto

---

[223] RICH, Jack - *The materials and methods of sculpture*, p. 284.

[224] RICH, Jack - *Ob. cit.*, p. 284.

[225] Sendo a epícea, o ácer e o ébano as madeiras mais apreciadas.

[226] HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, p. 15.

[227] Ver o sistema de classificação Hornbostel-Sachs no ponto I.1., no apêndice , p. 218.

[228] HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, p. 3.

Fig. 60 - Richard Wagner, *Wagnertuben,* 1853. Bronze.

Fig. 61 - Iannis Xenakis, *Sixxen,* 1978-79. Alumínio, madeira e aço.

musical. Neste sentido, uma escultura sonora não se pode definir como um instrumento musical, embora, enquanto objecto sonoro possa ser utilizado como um instrumento não convencional em composições musicais. Schaeffer sintetiza claramente esta ideia quando escreve: «Uma boa descrição tecnológica dos corpos sonoros deve levar-nos a uma generalização da noção de instrumento musical, [...] o que é o sonoro em geral, e musical em particular.»[229]

3.1.2. Instrumentos não convencionais

Estudar e entender as características dos instrumentos musicais, as suas propriedades, formas, bem como os materiais e técnicas com que são construídos, é adquirir um amplo conhecimento que também é comum à escultura elaborada com o propósito de gerar som. A concepção dos instrumentos encontra-se estreitamente relacionada com a música e «a sua evolução é determinada essencialmente pela acção dos vários agentes envolvidos: compositores, músicos e construtores.»[230] Compositores que pro-

[229] T. L. de: «Une bonne description technologique des corps sonores doit nous amener à une généralisation de la notion d'instrument de musique, (...) ce qui est sonore en général, et musical en particulier.» SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 411.

[230] HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, p. 23.

Fig. 62 - Harry Partch, *Cloud chamber bowls*, 1950-51. 180 x 200 x 80 cm. Madeira, garrafões de vidro, funis de metal e corda. Gualala, Califórnia.

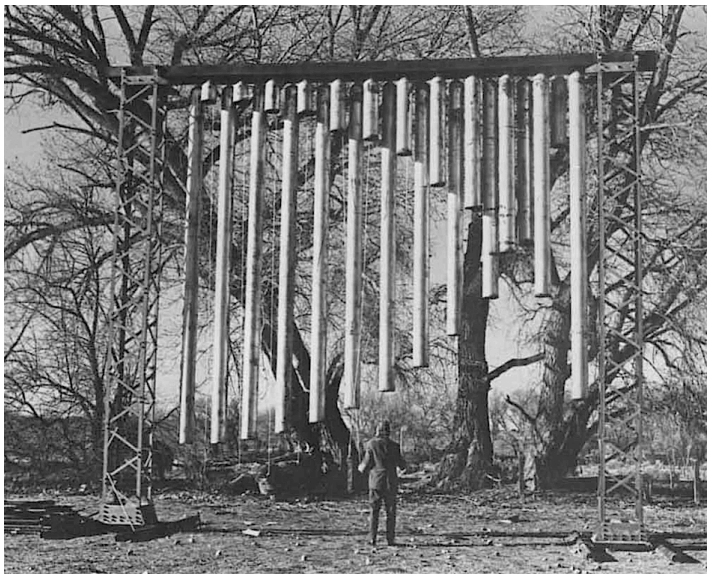


Fig. 63 - Ivor Darreg, *A Musical Carillion*, 1983. Aço e ferro.

curam constantemente novas sonoridades e efeitos sonoros para a execução das suas peças, músicos virtuosos que se especializam num determinado instrumento e construtores que, experimentam, desenvolvem, depuram e exploram novos materiais, a par da «evolução científica e tecnológica.»[231] Todos dão corpo a um conjunto de transformações e criações de novos dispositivos sonoros, dos mais convencionais como, por exemplo, a tuba concebida por Richard Wagner (fig. 60), aos menos convencionais como o *Sixxen*[232] (fig. 61) do compositor grego Iannis Xenakis. Desde os primeiros construtores de instrumentos musicais não convencionais como Russolo com a orquestra de *Intonarumori*, aos objectos sonoros experimentais de John Cage, existem muitos músicos/compositores, como Ivor Darreg ou Harry Partch, que construíram os próprios instrumentos na procura de outras escalas.[233] Instrumentos que «para além de serem construídos para execução em concerto, foram também concebidos como obras

[231] IDEM, *Ibidem*, p. 23.

[232] *Sixxen* [de six (seis) + xen (de Xenakis)], com a configuração de um vibrafone ou marimba, é um instrumento musical do tipo percussão/ressonância feito em tubos de alumínio, ou bronze, construído por Xenakis para a composição musical *Pléïades*, interpretada pelo seu sexteto de percussão.

[233] PARTCH, Harry - *Genesis of a music: An account of creative work, its roots and its fulfillments*, p. 5.

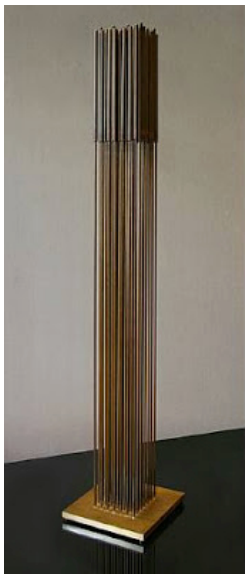


Fig. 64 e 65 - Harry Bertoia , *Untitled*, 1978. 100 x 40 x 40 cm. Varões e chapa de cobre.

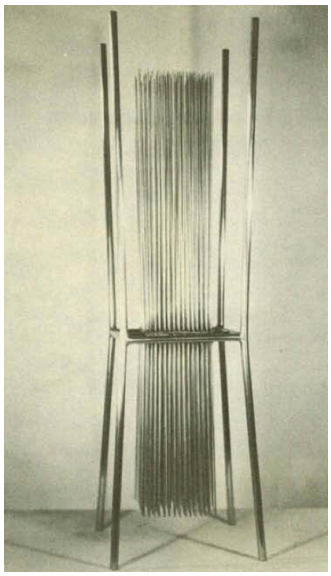


Fig. 66 - Harry Bertoia, *Untitled*, 1960.

de arte do ponto de vista visual»[234] como, por exemplo, *A Musical Carillion* (fig. 63) de Darreg, ou ainda, *Cloud chamber bowls* (fig. 62)[235] de Partch, que diz que qualquer música «revela a atitude filosófica do seu criador»[236]. Neste sentido, tal como um músico, ou um compositor, na procura de novas sonoridades gera novas formas, também o escultor pega na matéria e muda-a dando-lhe energia e ânimo.

3.1.3. *'Sounding sculptures'* de Bertoia

No caso de Bertoia a inspiração para a concepção de esculturas sonoras surge na sequência de um acaso. Trabalhava num elemento metálico que partiu e desferiu um golpe sobre outro, produzindo uma vibração ressonante.[237] Consciente desse fenómeno acústico, Bertoia desenvolve uma série de esculturas sonoras conhecidas, segundo

---

[234] Vd. DAVIES, H., 1984 *Apud* HENRIQUE, Luís L., *ob. cit.*, p. 748.

[235] Ver também fig. 216, assim como outros instrumentos construídos por Harry Partch, fig. 217, pp. 313-314, em anexo.

[236] T. L. de: «reveals the philosophic attitude of its creator.» PARTCH, Harry - *Ob. cit.*, p. 3.

[237] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 253.

Licht, por *tonal sculpture*[238] [escultura tonal]. Estas são construídas em finas varas de latão, cobre ou bronze que quando tocadas oscilam e colidem umas nas outras, produzindo sons metálicos semelhantes ao de sinos tubulares (fig. 64, 65 e 66) [239]. No seu *sound studio* Bertoia elaborou um extenso conjunto de esculturas sonoras, variando a escala das esculturas, o tipo de metal, a quantidade e a espessura das varas com o objectivo de criar um espectro sonoro,[240] segundo as suas palavras, «para desenvolver a escala, autonomia, ritmo e continuidade dos sons.»[241] Tal como os Pitagóricos, Bertoia explora a continuidade dos sons pela multiplicação das formas, segundo sucessivas tentativas para alcançar uma harmonia, uma harmonia sensível pelo som *versus* uma harmonia inteligível pela forma, como Jean Brun descreve nas seguintes palavras:

> A harmonia sensível é a que se faz sentir pelos instrumentos, a harmonia inteligível, a que consiste nos números. Por essa razão os Pitagóricos se debruçaram sobre as relações entre o comprimento e a espessura das cordas, bem como entre a tensão a que são submetidas pelo rodar das cavilhas e os sons que as mesmas cordas poderiam emitir quando se fizessem vibrar. [...] Os Pitagóricos estudaram igualmente as relações entre sons e volumes de vasos percutidos: "uns pretenderam obter tais consonâncias por meio de pesos, outros, de movimentos numerados, outros ainda, pela capacidade dos vasos. [...]"[242]

Ou seja, o equilíbrio entre o sensível e inteligível modelam as esculturas de Bertoia tal como se ele estivesse a dar corpo a um instrumentos musical, não existindo margem

---

[238] IDEM, *Ibidem*, p. 253.

[239] Ver também as fig. 219 e 219 no anexo I, p. 315-316. Ouvir faixa áudio nº 10 e visualizar registo vídeo nº 11 no anexo II [DVD].
Os sinos tubulares são um conjunto de tubos, em metal, de tamanhos graduados, mas todos com o mesmo diâmetro. Os tubos são abertos nas extremidades e têm dois orifícios pelos quais são suspensos numa estrutura. Este instrumento é tocado com um martelo de madeira, e através de um mecanismo abafador que permite forçar a extinção das vibrações. HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, p. 43.

[240] LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 253.

[241] T. L. de: «to develop the range, autonomy, rhythm, and continuity of the sounds.» Harry Bertoia in GRAYSON, John - *Ob. cit.*, p. 20.

[242] BRUN, Jean - *Os pré-socráticos*, p. 32

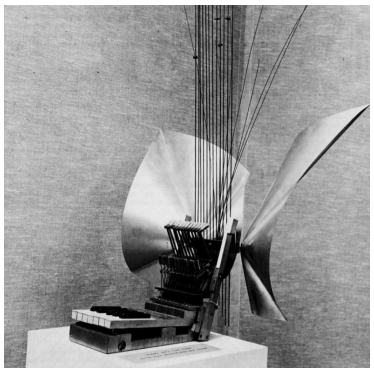


Fig. 67 - Baschet, *Piano with Two Ears*, 1962. 120 x 68 x ? cm. Madeira, aço, ferro e chapa de alumínio.

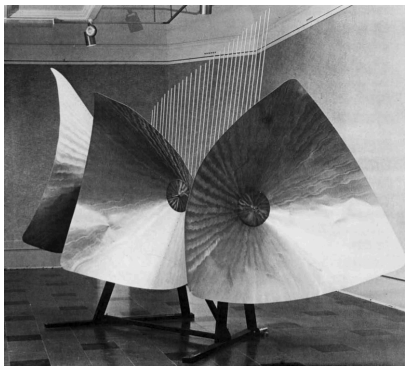


Fig. 68 - Baschet, *French Monument Born on 57th St.*, 1963. 400 x 180 x 240 cm. Alumínio.

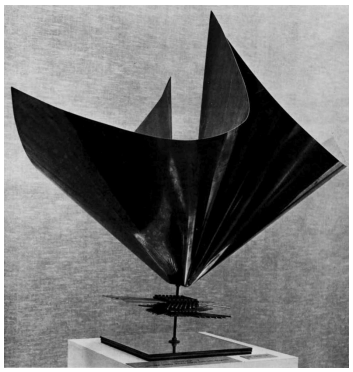


Fig. 69 - Baschet, *Untitled No. 7*, 1962. 89 x 122 x 56 cm. Aço inoxidável.

para um processo sonoro aleatório. A procura de um determinado som implica a selecção do material, da escala, da técnica, da posição e da forma da escultura. O acaso acidental de Bertoia desvelou-lhe uma linguagem muito particular na qual o metal, pela sua propriedade de excelente condutor sonoro, e a verticalidade são uma constante com algumas variáveis

3.1.4. *'Les structures sonores'* dos irmãos Baschet

Os irmãos François e Bernard Baschet, o primeiro com formação em escultura e o outro engenheiro de som, com base na investigação e análise de todos os instrumentos musicais, elaboraram também uma vasta variedade de esculturas sonoras que designaram de *structures sonores*, partindo do mesmo princípio 'pitagórico' adoptado por Bertoia. De acordo com Bernard Baschet, uma vez encontrado o modo de produzir som, as estruturas sonoras são concebidas com a forma adequada e necessária para a propagação desse som específico.[243] As sua esculturas sonoras são para serem tocadas manualmente, tal como se tratassem de um instrumento musical convencional, citando Bernard, «a 'escultura-objecto musical' pode ser considerada como um instrumento musical, como um instrumento fácil de tocar, como uma 'escultura-objecto', para a qual o som é apenas complementar, ou mesmo um ponto de partida para trabalhar

[243] Bernard Baschet *in* GRAYSON, John - *Ob. cit.*, p. 1.

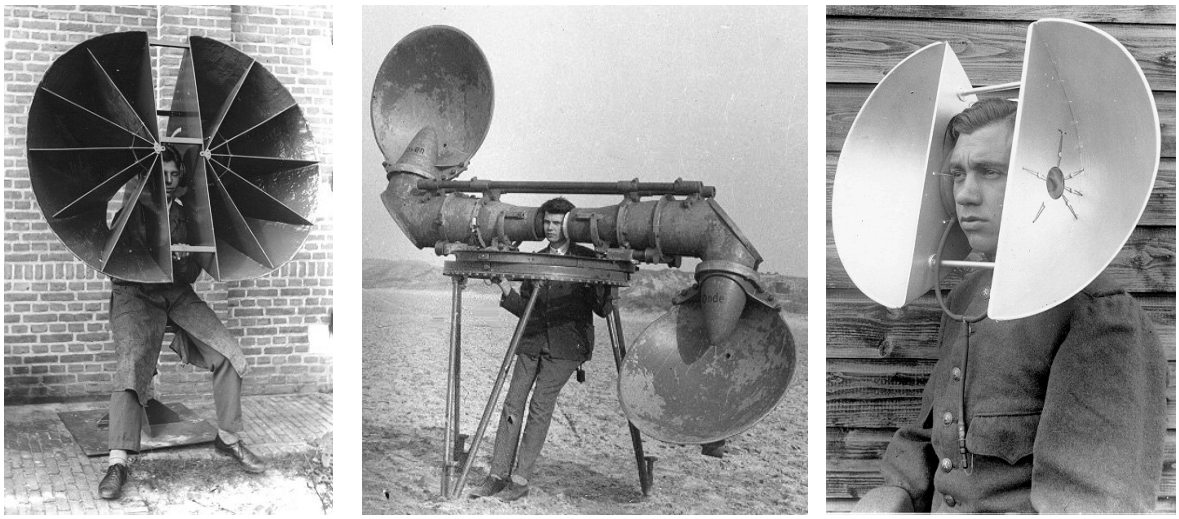


Fig. 70, 71 e 72 - Estruturas acústicas portáteis designadas de *Sound Mirrors,* construídas com o propósito de captar o som dos aviões inimigos durante a 1ª guerra mundial.

com materiais.»[244] Numa primeira instância o seu processo criativo tem por base um método empírico, citando Bernard, «nós instintivamente procuramos a harmonia que existe entre a forma, som, escultura, luz, poesia, música [...].»[245] Tal como podemos constatar, por exemplo em *Piano with Two Ear*s (fig. 67), em *French Monument Born on 57th St.* (fig. 68) ou ainda em *Untitled No. 7* (fig. 69), os desenhos das peças são todos muito semelhantes.[246] A forma final das esculturas sonoras é determinada mediante o som que produzem e pelo material utilizado na elaboração da peça. A partir da sua investigação empreendida no campo morfológico dos instrumentos musicais, o segundo método baseia-se na análise de que um instrumento musical pode ser decomposto de acordo com quatro parâmetros: «a) um elemento excitatório (estimulante); b) um elemento de vibração; c) um elemento de ressonância, o qual produz os tons; d) um elemento que se irradia pelo ar (acoplamento); entre (b) e (c), estamos a introduzir um

[244] T. L. de: «the 'musical sculpture-object' can be considered either as a musical instrument, as an instrument easy to play, as a 'sculpture-object' for which sound is only complementary, or even as the starting point for working with materials.» Bernard Baschet *in* IDEM, *Ibidem*, p. 1.

[245] T. L. de: «we instinctively search for the harmony which exists between shape, sound, sculpture, light, poetry, music (...).» Bernard Baschet *in Ibidem*, p. 12.

[246] Ver também as fig. 220, 221 e 222 no anexo I, p. 317.

novo elemento colector sonoro.»[247] Tal como podemos constatar no estudo dos fenómenos físicos do som, a 'decomposição' de um instrumento musical em quatro parâmetros, elaborada pelos irmãos Baschet, é no fundo a base da propagação do som e a base na qual se constitui qualquer objecto sonoro. A primeira instância é definida pela energia, que por sua vez gera um impulso e este por sua vez cria uma perturbação, dando origem à onda sonora que se propaga pelo meio, sólido ou fluído.

Antes da existência do radar foram concebidos alguns objectos acústicos peculiares denominados de *listennig ears* [orelhas de escuta](fig. 70, 71 e 72)[248]. Engenhos com diversos formatos, escalas e materiais, com a função de captar as ondas sonoras dos aviões durante a 1ª guerra, que iremos rever no subcapítulo seguinte. Perante as imagens destas estruturas metálicas, a analogia com as esculturas sonoras dos irmãos Baschet parece-nos evidente. Do ponto de vista da forma e da função, estes instrumentos de auscultação militar, diríamos 'estetoscópios da atmosfera', assemelham-se a uma espécie de próteses biónicas auditivas do pavilhão auricular, com a capacidade de amplificar significativamente um sinal sonoro distante.[249] De forma análoga às 'orelhas de escuta' que captam as ondas sonoras físicas, não confundir com as ondas de rádio, as esculturas de Baschet funcionam como um colector de vibrações e simultaneamente como um transdutor que propaga um sinal sonoro pela vibração do seu corpo.

3.1.5. As esculturas 'litoacústicas' de Daucher

Pelas mãos de Bernini o momento da metamorfose de Dafne propaga-se numa dimensão intemporal. Mais do que a sua transformação mítica em loureiro, Dafne fica fossilizada num bloco metamórfico, encarnando a dureza, o inerte e o profundo silên-

---

[247] T. L. de: «a) an excitatory (stimulating) element; b) a vibrating element; c) a resonant element, which produces the tones; d) a element which radiates through the air (coupling); between (b) and (c), we are introducing a new sound collecting element.» Bernard Baschets *in Ibidem*, p. 11. Ouvir faixa áudio nº 11 e ver registo vídeo nº 12 no anexo II [DVD].

[248] Estas peças também são conhecidas por *sound mirrors* [espelhos acústicos]. Ver também outros modelos distintos, fig. 223, no anexo I, p. 318.

[249] Relativamente ao pavilhão auricular humano ver ponto III.1.1. ouvido externo, no apêndice, p. 250-251.

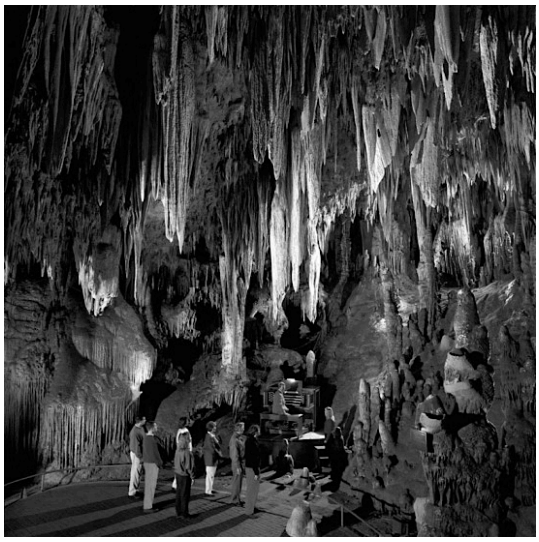


Fig. 73 - Interior da gruta onde se encontra o litofone *The Great Stalacpipe Organ* de Leland W. Sprinkle ,1956.

Fig. 74 - *Rock gong*. 'Bolder' de granito. Moru Kopjes, Tanzânia.

cio da matéria lítica. A pedra reflecte assim a imagem mítica da morte, a ausência de vida, o silêncio eterno.

Mas para além da imagem simbólica de perenidade e do profundo silêncio, a pedra contém outros encantos ocultos na sua matéria densa. É provavelmente o material primordial de uma dimensão 'mágica' e 'misteriosa'. O Homem que penetrou no silêncio obscuro das cavernas encontrou, não só um lugar para a sua expressão pictórica, mas também, um espaço acústico fenomenal onde o mais ínfimo som se reflecte e percorre as mais recônditas entranhas da terra. A lenta infiltração das águas nas galerias e salas das grutas saturam as abóbadas de estalactites e o solo de estalagmites que quando percutidas produzem sons 'cintilantes'. Verificou-se que algumas formações de calcite são mais 'musicais' que outras, na medida em que podem emitir frequências sonoras semelhantes às de um sino, gongo ou tambor, formações que alguns arqueólogos se referem como 'litofones'. Segundo L. Henrique, «existem vários tipos de pedras que, quando percutidas com baquetas duras ou com outras pedras, produzem sons claros e brilhantes, que se podem manter durante muito tempo: são chamadas *pedras musicais* ou *pedras sonoras*.»[250] Um conjunto de pedras sonoras, de diferentes formas e tamanhos,

[250] HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, p. 50.

quando usado como instrumento musical, é denominado de litofone[251]. Embora os exemplares mais antigos de litofones tenham sido encontrados no Vietname, é na China que as pedras musicais e a arte de as afinar mais se desenvolveu,[252] sendo um dos instrumentos que mais se destacou na cultura chinesa. Nas cavernas de Luray, no estado da Virgínia (Estados Unidos), é possível encontrar provavelmente o litofone mais enigmático, *The Great Stalacpipe Organ* (fig. 73)[253], de Leland W. Sprinkle, e talvez o maior instrumento musical do mundo.[254] Um dispositivo electromecânico constituído por uma consola com teclado semelhante ao de um órgão e por uma selecção de várias estalactites, estas quando percutidas por maços de borracha, acoplados e accionados por electroválvulas, produzem uma sonoridade peculiar. A escolha e intervenção nas estalactites foi elaborada de modo a conseguir notas musicais específicas, que quando combinadas é possível criar e interpretar uma melodia. Em algumas grutas, para além das pinturas, encontram-se marcas de percussão antigas, muitas delas tão antigas, na verdade, que apenas são visíveis e identificadas sob um manto de calcite. Por todo o mundo a presença de registos sonoros nas rochas, por golpes desferidos pelo homem e amaciados pelo tempo, é um facto incontestável. Em Portugal, a gruta do Escoural, no distrito em Évora, para além das pinturas rupestres podemos observar estalactites que mostram sinais de terem sido repetidamente percutidas, sugerindo evidências de rituais que remontam ao paleolítico.

A *rock gong* [rocha gongo] (fig. 74) identificada em Moru Kopjes, na Tanzânia, é um outro exemplo de pedra sonora. As marcas de pequenas concavidades cobrem a superfície superior do bloco irregular são claramente visíveis, revelando que foram esculpidas e amaciadas pela percussão com outras pedras durante anos. Qual teria sido a sua função e como teria sido usado? Não é certo, mas especula-se que possa ter de-

---

[251] Na definição de Schaeffer, litofone é um «instrumento primitivo composto de pedras sonoras de diferentes tamanhos, para obter um certo número de sons de diferentes alturas.» T. L. de: «Instrument primitif composé de pierres sonores de différentes tailles, permettant d'obtenir un certain nombre de sons de hauteurs différentes.» SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 45.

[252] HENRIQUE, Luís L. - *ob. cit.*, p. 50.

[253] Ver também fig. 214 no anexo I, p. 319.

[254] COX, Trevor - *The sound book: The science of the sonic wonders of the world*, p. 66.

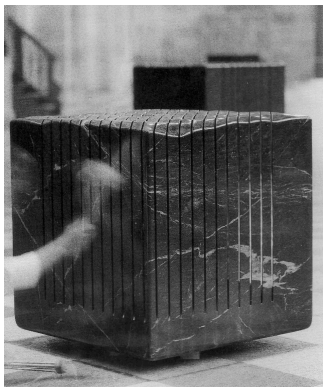


Fig. 75 - Elmar Daucher, *Resonating Stone*, 1983.

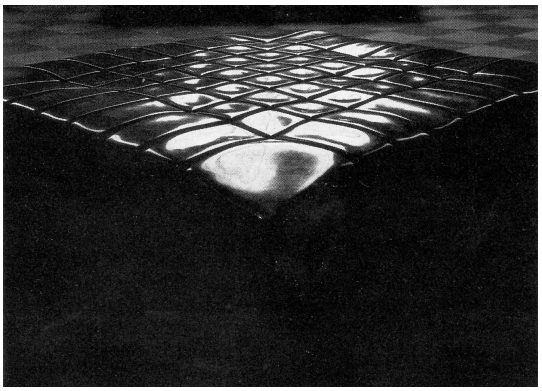


Fig. 76 -Elmar Daucher, *Resonating Stone*, (detalhe), 1986.

Fig. 77 - Elmar Daucher, *Resonating Stone*, 1986.

sempenhado um papel importante na cultura massai em determinados rituais. Portanto, desde do som casual até ao som intencional encontrado na acústica dos monumentos pré-históricos pela arqueoacústica[255], os exemplos de lugares 'mágicos' com propriedades acústicas únicas e de rochas percutidas são imensos, um facto que nos revela a importância do som nas culturas primitivas, ao qual atribuíam uma origem divina.

Embora não muito conhecido, um dos exemplos de pedras sonoras contemporâneas de algum relevo é a obra escultórica do alemão Elmar Daucher, que durante imensos anos, de acordo com Irene Ferch, percorreu a dimensão visual e háptica pelo entalhar do mármore, do granito e do basalto. Como vimos, para além da perspectiva física a pedra perpétua-se por outra dimensão, a sonora. Geralmente ignorada por ser uma matéria considerada inerte que evoca o silêncio, a pedra tem a capacidade de vibrar e produzir som, comunicando numa linguagem oculta na sua densidade matérica. Uma linguagem que é descodificada e presente no vocabulário do canteiro ou do escultor que a trabalha. Ciente dessa dimensão temporal Daucher insiste na igual importância de cada um dos sentidos e defende que, de acordo as suas palavras: «O som está na forma e o som influência a forma.»[256] Ou seja, 'acariciando' a pedra com a mão e com

[255] Estudo acústico de lugares e artefactos arqueológicos, com base numa abordagem metodológica dentro da arqueologia.

[256] Vd. Elmar Daucher *Apud* Irene Ferchl *in* MICUS, Stephan - *The Sound of Stones.*

as ferramentas que a modelam perscruta-se a forma, a temperatura e a sonoridade da sua matéria.

Com base nas propriedades acústicas dos litofones, Daucher concebeu uma série de esculturas sonoras em diversas pedras que produzem som por percussão ou por fricção, reivindicando que o granito sueco negro é uma pedra predestinada para fins acústicos. Segundo as palavras de Ferchl, «a suavidade e brilho negro das pedras incita a tocá-las. Os sons produzidos diferem enormemente seja pelos golpes de maço ou (fig. 75), em contraste, esfregando a superfície polida (fig. 76 e 77). O efeito pode ser seco e de percussão ou vibrante e penetrante.»[257]. De acordo com Ferchl, na sua generalidade as esculturas têm a forma de um cubo e a sua sonoridade é modelada por uma multiplicidade de lâminas obtidas por incisões profundas nos blocos irregulares de granito negro ou de serpentina verde escura. As suas formas são talhadas pela dureza de pequenas partículas de diamante depositadas num disco, fio ou serra, que penetram o bloco em cortes profundos e simples da espessura de um dedo, percorrendo-o de um extremo ao outro em golpes paralelos ou que se intersectam, horizontalmente ou verticalmente, em intervalos regulares. A divisão e subdivisão em lâminas de tamanhos distintos geram nas faces dos blocos formas quadradas, triangulares ou rômbicas que, segundo Frechl, «possuem relações geométricas análogas com os intervalos musicais audíveis. Eles apresentam-se como uma expressão óptica e acústica da firme crença numa predominante harmonia cósmica. As explicações físicas não podem por em causa a magia deste fenómeno.»[258] À semelhança de um instrumento musical, e tal como Bertoia ou os irmãos Baschet, as esculturas de Daucher depois de modeladas necessitam de ser afinadas. Uma parte desse processo passa pelo polimento de determinadas superfícies do bloco que permite ao toque por fricção um movimento delicado e subtil, contrariamente à aspereza e rugosidade das áreas não amaciadas.

---

[257] T. L. de: «The shiny black smoothness of the stones tempts you to touch them. The sounds produced by mallet beats or, by contrast, by rubbing the polished surface differ enormously. The effect may be dry and percussive or vibrating and penetrating.» Irene Ferchl, *The Sound of Stones.*
Ver também as fig. 225 no anexo I, p. 320.

[258] T. L. de: «possess geometric relationships analogous to the audible musical intervals. They stand as an optical and acoustical expression of the firm belief in a prevailing cosmic harmony. Physical explanations cannot impinge on the magic of this phenomenon.» Irene Ferchl, *The Sound of Stones.*

Mais do que propagar a sua sonoridade, num estado de repouso as esculturas litoacústicas, de acordo com Desidério Murcho, traduzem de forma plausível a ideia de que «o verdadeiro silêncio é na verdade um predicado da música, e não o resultado da ausência de som.»[259] Embora a sua presença evoque o silêncio, podem ser ouvidas no álbum *The Music of Stones*,[260] do compositor e intérprete Stephan Micus, gravado na catedral gótica de Ulm, na Alemanha. Um espaço escolhido pelas suas propriedades acústicas, segundo a palavras de Ferchl:

> A escolha de um edifício de pedra, como a catedral de Ulm para realizar um concerto e fazer gravações proporciona uma outra dimensão: a acústica única deste edifício sagrado com um eco de oito segundos. As sobreposição de camadas de som sugerem uma abrangente, vibrante oscilação de intensidade pulsante, um som que parece ultrapassar a nossa capacidade de o perceber com os nossos ouvidos.[261]

A presença aural das esculturas litoacústicas transcende a presença física do objecto sonoro que se dilui na escala de uma catedral. Um lugar com o potencial de transformar o som em algo verdadeiramente intenso, distendendo-o no tempo e no espaço.

---

[259] Desidério Murcho *in* Crítica [Em linha]. [Consult. 2006-06-03]. Disponível em WWW: <URL:www.criticanarede.com/mus_stones.html>.

[260] Álbum editado pela ECM Records em 1989. A título de exemplo ouvir a faixa áudio nº 3 no anexo II.

[261] T. L. de: «The choice of a stone edifice such as the cathedral of Ulm to perform a concert and make recordings provides a further dimension: the unique acoustics of this sacred building with an echo of eight seconds. The overlapping sheets of sound suggest an all-embracing, vibrating oscillation of pulsating intensity, a sound which seems to surpass our ability to perceive it with our ears.» Irene Ferchl *in* MICUS, Stephan - *The Sound of Stones.*

3.2. Escultura acústica

Mais do que a sua presença física, as propriedades acústicas de algumas escultura transformam a natureza sonora da paisagem que habitam. A sua 'voz' ressonante depende da imprevisibilidade de fenómenos naturais como o ciclo das marés, ou a força e direcção do vento. Embora os princípios acústicos presentes nestas esculturas remontem a áreas como a construção de instrumentos musicais [acústica musical], a construção de espaços arquitectónicos [acústica arquitectónica] ou à engenharia acústica, a concepção de peças com potencial sonoro vem acrescentar uma nova dimensão.

Outrora, o homem encontrava-se em consonância com o som nos espaços arquitectónicos e naturais. Edificadas para dar corpo a um lugar de culto religioso, as catedrais góticas compreendem uma escala sobre-humana, um espaço transcendente onde a acústica e a luz 'divina' envolve e submerge quem o percorre, um lugar sobre o qual Bill Viola escreveu o seguinte:

> Quando alguém entra em um santuário gótico, é imediatamente perceptível que o som comanda o espaço. Este não é apenas um efeito de eco simples a funcionar, mas sim de todos os sons, não importa quão perto, longe, ou alto, parecem ter origem no mesmo lugar distante ... Chartres e outros edifícios como ele têm sido descritos como "música congelada na pedra" ...
> A arquitectura antiga está repleta de exemplos de um notável design acústico — galerias sussurrantes onde um murmúrio de uma voz se materializa num ponto a centenas de metros de distância através do salão ou a perfeita clareza dos anfiteatros gregos, onde um altifalante, situando-se num ponto focal criado pelas paredes circundantes, é ouvido claramente por todos os membros da plateia.[262]

---

[262] T. L. de: «When one enters a Gothic sanctuary, it is immediately noticeable that sound commands the space. This is not just a simple echo effect at work, but rather all sounds, no matter how near, far, or loud, appear to be originating at the same distant place ... Chartres and other edifices like it have been described as "music frozen in stone" ...
Ancient architecture abounds with examples of remarkable acoustic design — whispering galleries where a bare murmur of a voice materializes at a point hundreds of feet away across the hall or the perfect clarity of the Greek amphitheaters where a speaker, standing at a focal point created by the surrounding walls, is heard distinctly by all members of the audience.» Bill Viola *in* LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 41.

Cada som é único. No âmago da sua existência define-se como um evento irrepetível. O seu carácter encontra-se intimamente ligado ao espaço que percorre até se dissipar. Esse elo inseparável é a causa pelo qual o 'mesmo som' se repercute de modo distinto num pequeno quarto, numa avenida, numa floresta ou no mar.[263] O lugar condiciona a sua propagação [som] ampliando-o ou anulando-o, pela sua escala, forma e matéria. Tal como os espaços arquitectónicos descritos por Viola têm um design acústico notável, podemos também encontrar esculturas que pelos materiais, escala e forma, contêm em si propriedades acústicas, sendo mesmo possível presenciar fenómenos sonoros impressionantes. Assim, a concepção de uma escultura de acordo o seu estudo acústico pode também ser considerado como uma forma de arte sonora, dado que a peça, para além da presença visual, tem uma presença sonora que transforma o lugar, a *Soundscape* [Paisagem Sonora] tal como é definida por Murrey Schafer, dando-lhe uma identidade acústica única. Neste sentido, a denominação de 'Escultura Acústica' no âmbito deste estudo, tem por base os fenómenos sonoros que ocorrem no espaço envolvente e no vazio contido na escultura, fenómenos esses que se comportam de acordo a ressonância dos materiais que compõem a peça, a forma, o lugar e as forças físicas da natureza.

Dentro desta tipologia de estruturas acústicas, embora que sem qualquer propósito artístico, é possível encontrar na tecnologia militar do início do século XX uma série de objectos e construções acústicas peculiares. De acordo com Luís Ribeiro, «O ruído sempre fez parte da guerra, bem como a música. Primeiro soavam os instrumentos para a preparação depois os gritos para o ataque. O grito tinha uma dupla qualidade: tornar o campo de batalha um espaço só seu e afugentar pela estranheza o inimigo.»[264] Isto significa que, o som sempre foi um elemento presente e determinante na guerra usado como uma arma que inflige medo, sendo que, um grande poder sónico sugeria ao adversário a existência de um potencial bélico massivo com uma inimaginável capacidade destrutiva. Mas o som não se encontra somente associado ao poder de ataque,

---

[263] Bela Belazs *in* LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 40.

[264] RIBEIRO, Luís Cláudio - *O som moderno*, p. 51.

Fig. 78 - *Sound Mirrors* de betão armado em Greatstone Lakes, Inglaterra, realizadas entre 1928-30.

também está presente nos sistemas de defesa e prevenção. Como vimos anteriormente, muito antes da invenção do radar foram concebidos dispositivos para detectar, reflectir, concentrar e amplificar ondas sonoras, denominados de *sound mirrors* [espelhos acústicos][265]. Estas construções foram edificadas na sua maioria na costa sul e nordeste da Grã-Bretanha como elemento de estratégia de defesa nacional durante a Primeira e a Segunda Guerra Mundial, entre os anos 20 até meados dos anos 30, usados como sistema alerta anti-aéreo. Estes dispositivos feitos em betão armado permitiam, antes de qualquer visualização, detectar antecipadamente aeronaves inimigas pelo som dos seus motores que denunciavam um ataque aéreo iminente. Em Denge, nos lagos Greatstones da Reserva Natural Dungeness, foram construídos três modelos de espelhos acústicos com formas diferentes, com o objectivo de testar e discernir a eficácia de cada um dos reflectores (fig. 78). O primeiro espelho a ser construído (1928) têm a forma de prato parabólico com cerca de 6 metros de diâmetro, tendo servido de modelo de ensaio para o segundo espelho, no qual foi corrigido o diâmetro de 6 para 9 metros e o ângulo de inclinação, de modo a proporcionar um maior grau precisão na captação das ondas sonoras. O terceiro espelho (1930) consiste numa barreira curva com cerca de 8 metros de altura por 60 metros de comprimento.[266] Estas estruturas foram desenhadas

[265] Tal como referimos anteriormente, são estruturas sonoras também conhecidos popularmente por *listennig ears* [Orelhas de Escuta].

[266] History: Sound Mirrors. http://www.greatstone.net/history/sound_mirrors.htm. 2014-04-12 00:45.
Ver também fig. 227 a 230 no anexo I, p. 321 e 322.

Fig. 79 - Bill and Mary Buchen, *Parabolic Bench*, 1992. Betão e aço inoxidável. 250 cm de diâmetro. Nova Iorque.

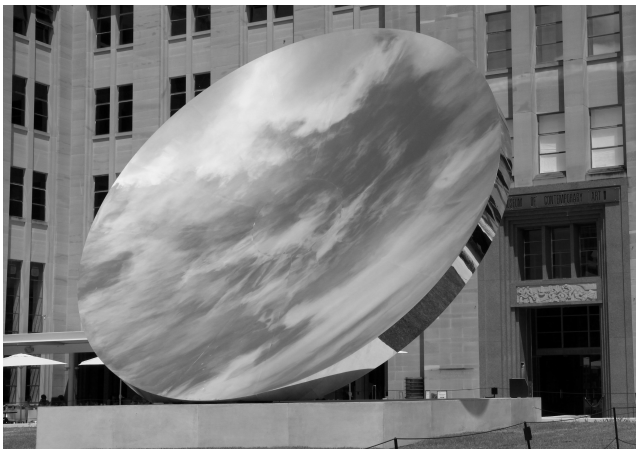


Fig. 80 - Anish Kapoor, *Sky Mirror*, 2006. Aço inoxidável. Austrália.

para conduzir as ondas sonoras a um ponto central, denominado foco dos reflectores, onde em alguns modelos e possível constatar uma estrutura em ferro que indica a existência de um microfone que captava os sinais sonoros. Com a evolução da engenharia aérea e a invenção do radar em 1935, estes dispositivos sonoros rapidamente se tornaram obsoletos e passaram ao estatuto de monumento nacional.[267]

Na arte contemporânea encontramos formas análogas aos *sound mirrors*, como é o caso da escultura *Parabolic Bench* [banco parabólico] (fig. 79)[268], de Bill e Mary Buchen. Integrada num parque temático, esta peça consiste em dois pratos parabólicos de aço inoxidável que reflectem e conduzem o som ambiente, gerando um espaço acústico que amplia a percepção sonora do lugar.

Com um propósito diferente dos sistemas sonoros de defesa militar e dos espaços sonoros criados por Bill e Mary Buchen, encontramos uma série de esculturas como formas similares como, por exemplo, os *sky mirrors* [espelhos do céu] (fig. 80)de Anish Kapoor ou a peça *Tilted Arc* [arco inclinado] (fig. 81)[269] de Richard Serra. Contrariamente ao betão dos 'espelhos acústicos', os 'espelhos do céu' de Kapoor são feitos em aço inoxidável extremamente polido, sendo literalmente um espelho que reflecte o espaço que o envolve, ao passo que o 'arco inclinado' de Serra é feito em aço cor-

[267] *Ibidem.*

[268] Ver também fig. 231 no anexo I, p. 323.

[269] Com base no terceiro 'espelho acústico' de betão armado.

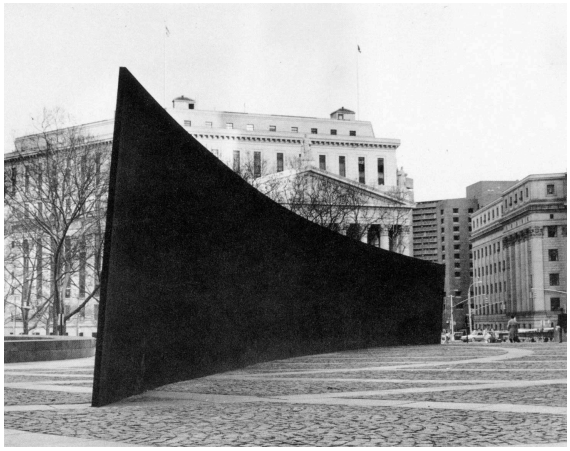


Fig. 81 - Richard Serra, *Tilted Arc*, (destruída) 1981. Aço cortene.

Fig. 82 - Eduardo Chillida, *Elogio del Horizonte*, 1990. Betão armado. Gijón, Astúrias.

tene. Neste sentido, podemos inferir que estas peças também têm propriedades acústicas pela sua semelhança física com as estruturas anteriores e porque materiais como o aço, assim como o betão armado, são excelentes condutores das ondas sonoras.[270]

Dentro do contexto da escultura com potencial sonoro mediante fenómenos naturais, seguir-se-á a analise de alguns exemplos de esculturas com base em fenómenos acústicos particulares do lugar que a escultura habita, seja como caixa de ressonância do seu *soundscape*, ou pelo uivo ou silvo da força eólica sobre o 'vazio' da escultura.

3.2.1. A ressonância do vazio

No topo da falésia da costa de Gijón a obra *Elogio del Horizonte* (fig. 82)[271], do escultor basco Eduardo Chillida, ergue-se numa escala para além dos limites do humano, uma escala de templo divino. Um lugar sublime que nos empequenece, reduzindo a nossa existência à insignificância. Citando Kosme de Barañano, «esta peça, mais do que o nosso olhar, *coloca o nosso corpo*, intercala-o, entre o céu e a terra, olhando o mar.»[272] Contemplar o lugar percorrendo as suas formas de betão armado é percepcionar algo

[270] Ver tabela 1 no apêndice, relativa à velocidade de propagação do som em diferentes materiais, p. 245.

[271] Ver também fig. 232 no anexo I, p. 324.

[272] T. L. de: «Esta pieza, más que nuestra mirada, *coloca nuestro cuerpo*, lo intercala, entre el cielo y la tierra, mirando al mar.» BARAÑANO, Kosme - *Chillida 1948-1998*, p. 31.

mais que matéria física da peça, é perceber que o espaço e o vazio são a matéria da escultura, tal como o som e o silêncio o são para a música. Segundo Barañano, a extensa obra de Chillida constituiu-se como uma obra dirigida ao silêncio, como os próprios títulos documentam, *Espacios Sonoros*, *Elogio del Aire*, *Gran Temblor*, *De Música*, *Lo profundo es el aire*, entre outros. Em Chillida a analogia entre o som e o espaço pelo paralelismo silêncio-vazio é evidente, remetendo-nos ao mito clássico do silêncio inefável do abismo e ao espaço vazio.[273] Um lugar de meditação, um espaço de silêncio, um limite. Mas, a experiência de silêncio na obra de Chillida é um limite distinto da experiência de silêncio absoluto descrita por John Cage em *Silence*[274]. Cage conta que ao entrar dentro de uma câmera anecóica[275] para ouvir o silêncio, deparou-se com dois sons, um grave e outro agudo, e diz que «ao descrevê-los ao engenheiro de som este asseguro-o de que o agudo correspondia ao funcionamento do meu sistema nervoso e que o grave era o som da circulação do meu sangue. Até ao dia em que morra existirão sons e continuarão após a minha morte [...].»[276] Um espaço como a câmera anecóica erradica todos os sons não intencionais provenientes do mundo exterior ao ponto de os únicos não intencionais são os que permanecem com o corpo, são os sons fisiológicos que Cage experimentou ao interiorizar o espaço acústico.[277] Ao entrarmos no vazio monumental do *Elogio del Horizonte* a experiência de silêncio transcende, não pelo som do nosso sistema nervoso ou da nossa circulação mas pelas propriedades acústicas da escultura. De um modo similar aos fenómenos acústicos que ocorrem nos *sound mirrors*, o silêncio do

---

[273] BARAÑANO, Kosme - *Ob. cit.*, p. 31.

[274] *Silence, Lectures and Writings*, livro de John Cage.

[275] Também conhecidas por câmara sem eco, ou câmara surda, é um espaço projectada para conter as reflexões (ecos e reverberações) das ondas sonoras em todas as direcções. A câmara é revestida por um material altamente absorvente, que a isola completamente de qualquer fonte sonora externa, simulando assim um espaço aberto de dimensões infinitas onde se pode experimentar a sensação de total ausência de som. Um estúdio de gravação de música de alta qualidade é uma câmara semi-anecóica, dado que o chão é sólido para suportar objectos pesados como, por exemplo, um piano.

[276] T. L. de: «al describírselos al ingeniero de sonido me aseguró que el agudo correspondía al funcionamiento de mi sistema nervioso y que el grave era el sonido de la circulación de mi sangre. Hasta el día que me muera habrá sonidos y continuarán tras mi muerte, (...).» John Cage *in* IDEM, *Ibidem*, p. 35.

[277] Douglas Kahn *in* AA.VV. - *Sons & lumières. Une histoire du son dans l'art du xx*e *siècle*, p. 81

seu corpo de betão funciona como uma colossal caixa de ressonância que capta o som do mar e o amplifica ao ponto de termos a sensação de estarmos a poucos metros da zona de rebentação. Um fenómeno que impressiona pelo detalhe acústico dentro do imenso vazio da escultura.

Não perdendo em monumentalidade para o *Elogio del Horizonte* de Chillida, algumas das peças de Richard Serra possuem capacidades acústicas notáveis. Embora se possa presumir que a dimensão sonora das suas esculturas seja uma propriedade colateral, resultante da escala, do material e da composição formal, é certo que a sua acústica imprime uma identidade sonora que não deixa indiferente quem a percorre. Um exemplo explícito do fenómeno é o colosso *Vortex*[278]. Uma imponente escultura de 20 metros de altura com 230 toneladas de placas de aço cortene torcido, curvado e montado como se fosse uma estrutura arquitectónica com peças apoiadas umas sobre as outras. Apesar do equilíbrio instável aparente o observador é impelido a penetrar o vazio obscuro da escultura. Estando no seu interior a sensação de insignificância imposta pela sua escala é avassaladora. Desde um forte e sustentado estrondo quando se percute contra o seu interior, até ao mais pequeno sussurro, as vibrações sonoras repercutem-se pela paredes de aço que amplificam e prolongam o sinal acústico.

3.2.2. A sonoridade dos fluxos das marés

Podendo ser descritas como uma manifestação musical das marés, a força do mar é o propulsor de um mecanismo sonoro presente em algumas esculturas acústicas. *Hydraulos,* ou órgão hidráulico[279], é um dispositivo que permitia a entrada de ar forçado em tubos e a sua expulsão gerava um timbre distinto consoante o diâmetro e o comprimento de cada tubo. De um modo análogo ao funcionamento do *Hydraulos*, o movimento cíclico das marés tem sido explorado na concepção de algumas esculturas sonoras próximas do mar. A deslocação de uma massa de ar introduzida sob pressão

[278] Ver fig. 233 no anexol, p. 325.

[279] Invenção com origem na Antiguidade «atribuída ao engenheiro Ktesibius de Alexandria». HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 642. Na organologia é classificado como um aerofone. Ver descrição de aerofone no ponto I.1. Classificação e sistemática, no Apêndice, pp. 217-222.

em canais estreitos, propagam na sua expulsão uma cadência sonora como se o mar respirasse num ritmo por vezes ofegante, por outras violento.

Essa presença de 'vida' pela sonoridade cíclica das marés é um fenómeno natural peculiar captado na obra *Peine del Viento* (fig. 83). Concebida pelo arquitecto do vazio, como lhe chamou Ina Busch, a intervenção marcou a paisagem visual e sonora de um lugar inóspito, onde o horizonte, as rochas, as ondas e o mar se fundem. O conjunto escultórico é composto por três peças similares de aço cortene ancoradas nos rochedos e um anfiteatro de granito sobre o mar que serve de miradouro das esculturas. Uma plataforma sonora que tem por base o fluxo e refluxo das ondas do mar agitado e ríspido de San Sebastián. A penetração das ondas no subsolo da plataforma forçam o ar a deslocar-se por sete orifícios esculpidos com comprimentos e secções diferentes, que condicionam o ar a ser expelido tal como um géiser, emitindo sete sons distintos. Dada a simultaneidade da 'expulsão' sonora não é possível diferenciá-los instantaneamente, contudo, na opinião de Sagarduy, se cada som for gravado individualmente e ordenados segundo uma determinada sequência é possível percepcionar uma aproximação às sete notas da escala musical tradicional.

Embora o propósito da plataforma sonora de Chillida não seja musical, ou mesmo que concepção do mecanismo acústico revele um 'sopro' com características musicais, verifica-se, em boa parte dos casos, que quando uma escultura emite som é equiparada a um instrumento musical 'experimental', mesmo que não seja esse o seu propósito. A integração deste tipo de estruturas sonoras na esfera dos instrumentos musicais revela que fora deste universo cultural a sua compreensão é reduzida, pelo que, a sua aceitação é mais abrangente enquanto instrumento experimental. Este facto é transversal a muitos outros casos como, por exemplo, *Wave Organ*[280], *Sea Organ*[281] ou *Blackpool High Tide Organ* (fig. 84)[282], ou seja, esculturas acústicas próximas dos órgãos hidráulicos de Ctesibius e Hero de Alexandria, reinterpretados por artista contemporâ-

[280] 'Órgão de ondas', ver fig. 235 e 236 no anexo I, p. 327.

[281] 'Órgão de mar', ver fig. 237 no anexo I, p. 328.

[282] 'Órgão de maré alta', ver também fig. 234 no anexo I, p. 326.

Fig. 83 - Eduardo Chillida, *Peine los Vientos*, 1977. Granito e aço. Donostia/San Sebastian, País Basco.

Fig. 84 - Liam Curtin e John Gooding, *Blackpool High Tide Organ* (detalhe), 2002. 15 metros de altura. Aço. Blackpool promenade Inglaterra.

neos. A primeira, construída na baía de São Francisco, interage com as ondas mediante uma série de tubos que conduzem e transmitem o som para diversos terminais (boca do tubo) espalhados no lugar. A sua sonoridade oscila consoante o nível da maré, onde se pode ouvir variações sonoras como estrondos, gorgolejos, chios entre outros efeitos acústicos. A segunda, 'órgão de mar', foi projectada para dar 'voz' ao lugar usando igualmente a energia das ondas. Foi desenhada com o propósito de ser um instrumento musical experimental, mas à semelhança das anteriores, é previsível que a sua sonoridade seja uma expulsão simultânea de diversas frequências. O mesmo se aplica à escultura *Blackpool High Tide Organ,* que comprime o ar deslocado pelo fluxo da água e o expele acusticamente como um géiser, consoante a força das ondas.

3.2.3. O canto do vento

Um exemplo contemporâneo de escultura acústica accionada pela energia eólica é a obra *The Singing Ringing Tree* (fig. 85)[283] de Anna Liu e Mike Tonkin. Isolada num cimo de um monte, a sua forma espiralada sugere uma árvore centenária esculpida pela força do vento, vento esse que a trespassa e propaga na paisagem um som discordan-

[283] Ver também fig. 238 e 239 no anexo I, p. 329 e o registo vídeo nº 13 no anexo II [DVD].

Fig. 85 - A. Liu e M. Tonkin, *The Singing Ringing Tree*, 2004. Tubos de aço galvanizado. Inglaterra.

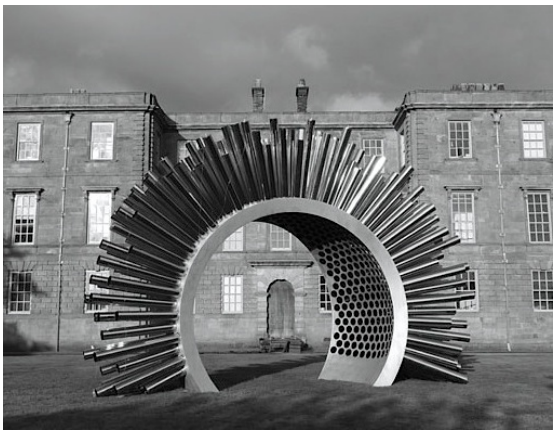


Fig. 86 - Luke Jerram, *Aeolus - Acoustic Wind Pavillion*, 2011. 6 m x 350 m x 9 m. Tubos e chapa de aço inoxidável. Lyme Park, Inglaterra.

temente melodioso. Um som que ressoa longinquamente até se dissipar e que marca o lugar, dando-lhe uma identidade sonora única. As qualidades harmónicas e o 'canto' foram concebidos por meio do ajuste dos tubos de aço galvanizado de acordo com o seu comprimento e pela adição de orifícios na parte inferior de cada tubo, um processo técnico de afinação acústica similar ao de um aerofone simples como, por exemplo, uma flauta.[284] Os ajustes acústicos de Liu e Tonkin, em *The Singing Ringing Tree,* permitiram encontrar uma maior variedade e harmonia entre os sons, à semelhança dos ensaios de tom das esculturas sonoras de Bertoia.

Partindo de um princípio acústico análogo à 'árvore cantante' de Liu e Tonkin, o artista Luke Jerram concebeu a escultura *Aeolus - Acoustic Wind Pavilion* (fig. 87)[285]. Morfologicamente diferem no modo como o vento as trespassa com o seu 'sopro de vida' acústico. De acordo com o seu autor, *Aeolus*, referência mítica ao deus do vento, é uma escultura acústica concebida para tornar audíveis os padrões de mudança silenciosa do vento. É descrita como um pavilhão acústico e óptico, assim como um 'instrumento musical de cordas gigante' composto por longos fios metálicos que captam o

[284] De acordo com L. L. Henrique, o comprimento acústico de um tubo é afectado pela abertura de um orifício lateral porque nesse ponto existe contacto com ar exterior que causa perturbações na onda estacionária, logo, «Quanto maior for o diâmetro do orifício menor será o comprimentos acústico.» HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 534.

[285] Ver também fig. 240, p. 330 e o registo vídeo nº 14 no anexo II [DVD].

Fig. 87 - *Aeolus - Acoustic Wind Pavillion* no *Eden Project*, Inglaterra.

movimento do vento. O desenho seu corpo principal, em forma de pórtico, permite-nos 'entrar' ou 'passar' através do seu interior reverberante, funcionando como 'lente' acústica e óptica que concentra todos os sons produzidos pelos tubos num ponto central, assim como, a partir do seu centro permite focar o céu em constante transformação.[286] Tal como a 'árvore' de Liu e Tonkin, a escultura eólica de Jerram ressoa e 'canta' com o vento sem qualquer tipo de recurso a energia eléctrica ou equipamento de amplificação sonoro.[287] *Aeolus* tem sido alvo de algumas adaptações pontuais consoante o lugar onde é exposta, como foi o caso do *Eden Project* (fig. 87). Nesta apresentação foi acrescentado um conjunto de tubos fixos ao solo onde se ligam cordas metálicas entre estes aos tubos do pavilhão acústico. Esta simples conexão permite captar qualquer oscilação do vento por mais subtil que seja, transferindo essas vibrações à estrutura tubular que amplificam a onda acústica gerada pelo movimento da corda, vibração pela qual é apelidada de 'harpa eólica'.

[286] JERRAM, Luke - Aeolus. http://www.lukejerram.com/aeolus. 2014-04-20 23:57.

[287] *Ibidem*.

3.3. Escultura cinético-sonora

Na sequência do que foi analisado anteriormente no campo da cinética, podemos inferir que quase todas as esculturas cinética têm som pelo movimento, ou pelo motor, como pudemos constatar logo nos primórdios da escultura cinética motorizada de Gabo ou Duchamp. Ao visualizar os vídeos de algumas obras podemos comprovar nos que o som é uma constante dos dispositivos cinética. Do movimento imperceptível nas peças de Pol Bury, passando pela *Lichtmaschine* de Moholy-Nagy, às peças cinéticas de Schöffer, Rickey, Hans Haacke, Lye, Takis, ao caos dada de Tinguely, Vostell, até à subtileza poética de Rebecca Horn, entre muitos outros exemplos. Ou seja, o movimento das esculturas gera som e é esse o principal ponto de análise desta tipologia.

O termo 'cinético-sonora' deriva da associação da cinética com o som que esta produz, ou seja, com base num sistema mecânico ou segundo fenómenos naturais, a escultura adquire propriedades sonoras que derivam do seu movimento e dos seus mecanismos. Para além do termo adoptado nesta investigação, esta tipologia de obra surge também denominada por escultura 'áudio-cinética' no ensaio teórico de Charles Mattox, sob o título: *The Evolution of My Audio-Kinetic Sculptures*, e no vocabulário geral da obra *Sculpture: méthode et vocabulaire*, de Baudry, que a define como:

> Obra cinética, cujo movimento e o espaço são gerados ou modificados pela intensidade ou frequência de um som ambiente, música ou palavras, por exemplo. A energia sonora e convertida em movimento mecânico por meio de sistemas electrónicos que comandam o sentido de rotação dos motores eléctricos.[288]

A intensa produção de escultura cinética na década de 60 não só estreitou a relação entre a engenharia mecânica e a escultura, mas do ponto de vista tecnológico trouxe novas possibilidades performativas para o espectáculo de movimento e som. Pode-se

[288] T. L. de: «Œuvre cinétique, dont le mouvement et l'espace sont engendrés ou modifiés par l'intensité ou la fréquence d'un son ambiant, musique ou paroles, par exemple. L'énergie sonore est convertie en mouvements mécaniques au moyen de systèmes électroniques que commandent le sens de rotation de moteurs électriques.» BAUDRY, Marie-Thérèse - *Ob. cit.*, p. 541.

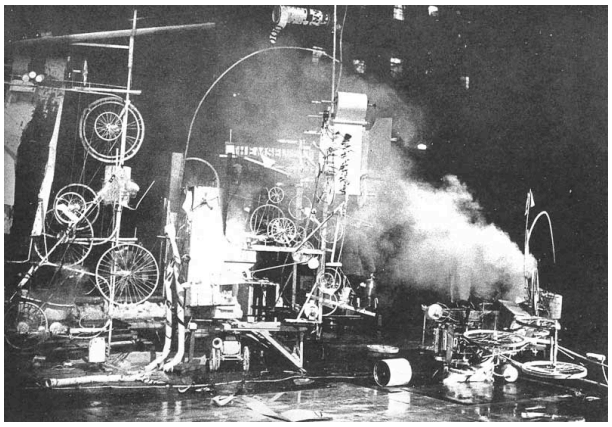


Fig. 88 - Jean Tinguely, *Homage to New York,* 1960.

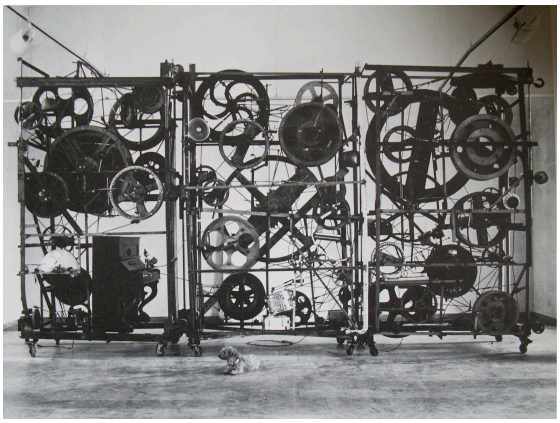


Fig. 89 - Jean Tinguely, *Meta-Harmony I,* 1978.

considerar que Jean Tinguely foi um dos primeiros artistas a compreender melhor essa dimensão sonora contida no movimento e nos mecanismos da escultura. A inclusão de objectos sonoros, assim como a apropriação do ruído propagado pelas '*living creatures*'[289], acentuam o espírito dadaísta de Tinguely numa espécie de espectáculo 'assombroso' pleno de ironia, de sátira, de drama e de *non-sense* 'dada'.[290] Uma das obras que melhor ilustra este cenário de 'paródia' é a enorme 'máquina-suicida', *Homage to New York* (fig. 88). A '*Machine Happening*', montada nos jardins do Museu de Arte Moderna de Nova Iorque, é uma escultura/instalação/performance que explora o território da autodestruição. Uma obra que Licht descreve na biografia de Tinguely com as seguintes palavras:

> Um de seus trabalhos mais famosos foi Homage to New York (1960), uma enorme assemblage auto-destrutiva - incluía rodas de oitenta bicicletas, triciclos e carrinhos de bebé; uma variedade de tambores de metal; quinze motores, um piano, um rádio, e um sino - que criou um grande espectáculo quando ateou fogo no jardim das esculturas do Museu Arte Moderna.[291]

---

[289] POPPER, Frank - *Ob. cit.*, p. 131.

[290] Ver registos vídeo nº 15, 16 e 17 no anexo II [DVD].

[291] T. L. de: «One of his most infamous works was Homage to New York (1960), an enormous self-destructing assemblage — including wheels from eighty bicycles, tricycles, and baby carriages; an assortment of metal drums; fifteen motors; a piano; a radio; and a bell — that created a great spectacle when it went up in flames in the Museum of Modern Art's sculpture garden.» LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 255.

Os «gestos auto-condenatórios»[292] das suas 'criaturas vivas', que parecem pouco mais que 'engenhos decrépitos', propagam uma cacofonia constante num surpreendente *show-off* dramático, mas, mais do que o movimento, a sua sonoridade dá-lhes ânimo, dá-lhes um corpo invisível que as transporta para além das paredes do espaço que habitam.

Simon Herbert, num texto sobre a revista *Performance* escreveu o seguinte: «Em 1982, Stephen Cripps disparou foguetes ao longo de guias de arame para colidir e explodir de encontro a parede onde estão montados címbalos.»[293] Perante este acto devastador, perigoso e a recorrente inclusão de elementos pirotécnicos nas suas esculturas, a comparação da obra de Cripps às peças 'autodestrutivas' de Jean Tinguely parece-nos relevante. Das emocionantes e inconsequentes performances do 'escultor da pirotecnia'[294], restou apenas um reduzido corpo de trabalho, alguns registos fotográficos e um conjunto de desenhos de projectos mirabolantes, elementos que evidenciam a 'melancolia' do pós-industrial e a obsessão pelo equipamento militar, fogo de artifício, fumo, luz e pelo som, que é assumido como uma matéria-prima que pode ser percepcionada como uma forma, como uma mudança alquímica quando os elementos do som e da luz se encontram organizados de uma forma particular.[295] Embora a produção artística de Cripps se distenda a territórios mais ligados à acção, à performance, pode-se considerar que o seu trabalho tridimensional partilha o mesmo ímpeto pela cinética sonora e pelo caracter perturbador das esculturas de Tinguely.

Com Tinguely, Cripps e Vostell a concepção dos objectos vai mais além de um conjunto de movimentos mecânicos simples, a sua elaboração tem a intenção de pro-

---

[292] KRAUSS, Rosalind E. - *Ob. cit.*, p. 270.

[293] HERBERT, Simon - Performance Magazine.
http://www.variant.org.uk/pdfs/issue6/supplement/Herbert.pdf. 2014-03-21 16:30.

[294] Nome atribuído pela integração de componentes pirotécnicos em grande parte sua obra plástica.
Ver fig. 242 e 243 no anexo I, p. 332.

[295] CRIPPS, Stephen - «Pyrotechnic Sculptures» 1974-82. http://www.orbit.zkm.de/?q=node/360. 2006-06-16 10:50.

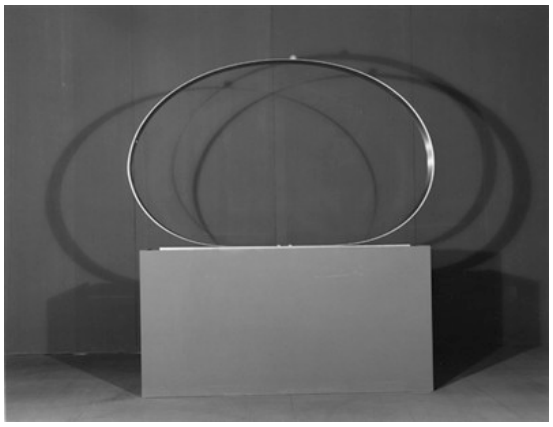


Fig. 90 - Len Lye, *Universe (Loop),* 1963.

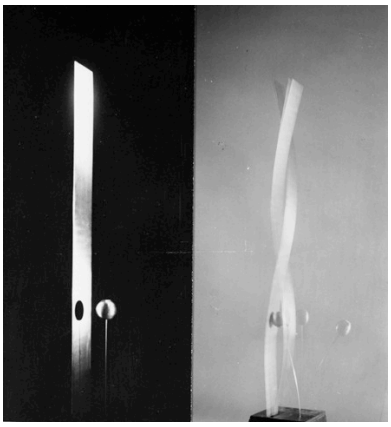


Fig. 91 - Len Lye, *Blade,* 1972-76.

vocar, de atrair o olhar e a atenção do espectador para uma espécie de espectáculo de teatro cinético sonoro imprevisível.

Segundo Krauss, a mecanização interna, ou seja, oculta do espectador, permitiu que a 'actuação' da escultura posicionar-se em pontos distintos do 'espectro da emoção'. Contrariamente ao vocabulário cacofónico mecânico de Tinguely e de Vostell, a «exuberante calistenia mecânica»[296] das 'escultura de movimento tangível' de Lye encenam um espectáculo meticulosamente coreografado, um espectáculo no qual a «escultura pretende "representar" a si mesma»[297], projectando «ocasionalmente um sentimento de violência e agressão como o subproduto dramático do movimento brusco das formas em direcção aos limites dos volumes que descrevem pelo ar.»[298] Um claro exemplo disso, e em total acordo com o exemplo apresentado por Krauss, é a escultura *Universe* (fig. 90)[299], originalmente denominada por *Loop*, que Lye descreve sucintamente nas seguintes palavras:

---

[296] IDEM, *Ibidem*, p. 270.

[297] *Ibidem*, p. 263.

[298] *Ibidem*, p. 263.

[299] O nome *Loop*, traduzido livremente por 'Laço', 'Ciclo', 'Arco', entre outras possíveis, foi mudado por Lye quando uma criança lhe disse que o som da escultura fazia-lhe lembrar o universo. BRETT, Guy - *Force fields: Phases of the kinetic*, p. 49. Ver também fig. 244 no anexo I, p. 333.

> *The Loop*, uma tira em aço polido de 6,7 metros de comprimento, toma a forma de uma cinta apoiada na sua parte posterior numa base magnetizada. A acção começa quando os ímans carregados puxam o anel de aço para baixo, e, depois, soltam-no subitamente. Enquanto luta para retomar a sua forma natural, a cinta de aço lança-se para o alto e cambaleia de um extremo ao outro com movimentos simultâneos feitos de saltos e balanços, orbitando intensos reflexos para o telespectador e emitindo tonalidades musicais fantasiosas que pulsam ritmicamente com *The Loop*. Ocasionalmente, quando o ilimitado Loop atinge a sua altura máxima, colide com uma bola suspensa, levando-o a emitir uma nota musical diferente porém harmoniosa, de modo que ele dança segundo uma estranha e tremulante composição criada por si próprio.[300]

Em *Blade* (fig. 91), podemos igualmente presenciar o movimento brusco de uma lâmina de aço percutida por uma esfera de cortiça. A força do impacto desferido sobre a lâmina vertical propaga pelo espaço uma sonoridade metálica dramática, que sugere um duelo de forças numa sequência rítmica coreografada. Para Jack Burnham, a incorporação de um programa temporal na apresentação revelou ser a característica mais importante das peças de Lye. As 'esculturas de movimento tangível', de acordo com as palavras de Burnham, «empregam os seus próprios ciclos de mudança rítmica áudio e visual. Estes são controlados mecanicamente mas violentos o suficiente para gerar um sentimento de surpresa e expectativa constante.»[301]

Tal com Lye, embora já tendo sido referido no segundo capítulo, no contexto desta secção entendemos ser relevante revisitar a obra do artista grego Takis. Na refe-

---

[300] T. L. de: «*The Loop*, a twenty-two foot strip of polished steel, is formed into a band, which rests on its back on a magnetized bed. The action starts when the charged magnets pull the loop of steel downwards, and then release it suddenly. As it struggles to resume its natural shape, the steel band bounds upwards and lurches from end to end with simultaneous leaping and rocking motions, orbiting powerful reflections at the viewer and emitting fanciful musical tones which pulsate in rhythm with *The Loop*. Occasionally, as the boundless Loop reaches its grates height, it strikes a suspended ball, causing it to emit a different yet harmonious musical note, and so it dances to a weird quavering composition of its own making.» Len Lye *in* BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 270. Ver registo vídeo nº 3 no anexo II [DVD].

[301] T. L. de: «employ their own cycles of audio and visual tempo change. These are mechanically controlled but violent enough so that they constantly generate a sense of surprise and expectation.» BURNHAM, Jack - *Ob. cit.*, p. 269.

rência bibliográfica *Le Sonore et le Visual* , Jean-Yves Bosseur aborda a relação do sonoro com o visual numa perspectiva musical. No seu livro, consideramos que a entrevista realizada a Takis é um elemento muito importante, no sentido em que é um testemunho do escultor a falar da suas peças sonoras, onde indica que não teve nenhum critério musical na sua criação.

Embora os instrumentos musicais, por serem objectos com materiais e processos construtivos afins à escultura, porque são objectos do domínio da tridimensão, tal como foi analisado anteriormente, não se pode afirmar que uma escultura sonora é um instrumento musical. A escultura tem essa particularidade, pode ser um instrumento sonoro mas não necessita de ser musical. Quando Takis diz que 'é um músico que fabrica os seus instrumentos', fala no sentido metafórico, pois pretende estabelecer uma analogia com uma estrutura mais próxima e conhecida, que é a musical. Quando faz esta afirmação podemos equipará-lo a Harry Partch que faz os seus próprios instrumentos, mas apenas com uma diferença significativa, Partch é músico e Takis é escultor. Um está mais preocupado com a sonoridade do objecto e o outro estará mais focado na forma do objecto. As suas peças são animadas pela tensão do electromagnetismo, o desejo de atracção dos seus componentes provoca um estado de vibração que propaga uma sonoridade única.[302] No campo da escultura cinético-sonora Takis é provavelmente um dos escultores mais inovadores do século XX.

Um dos primeiros artistas a abordar a ideia de escultura 'áudio-cinética' foi o escultor americano Charles Mattox. Concebeu a sua primeira obra cinética instigado pela leitura sobre tecnologia de Lewis Mumford e Siegfried Gideon. Paralelamente a Mumford e a Gideon, os modelos cinemáticos do matemático Franz Reuleux[303], que deram origem à concepção de instrumentos específicos para a demonstração de fenó-

[302] Ver registos vídeo nº 4, 5 e 6 no anexo II [DVD].

[303] Franz Reuleaux (1829-1905), matemático alemão do século XIX que contribuiu para a constituição da Cinemática como Ciência. Escreveu o tratado "Cinemática - Princípios Fundamentais de uma Teoria Geral das Máquinas" (*Theoretische Kinematik: Grundzge einer Theorie des Machinenwesens*), que foi uma referência académica no ensino e investigação da cinemática. GUEDES, Manuel - Ciência ou Técnica: Uma colecção de Instrumentos Didácticos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. http://paginas.fe.up.pt/histel/fhistins/GabReuleaux.pdf. 2014-02-17 23:45.

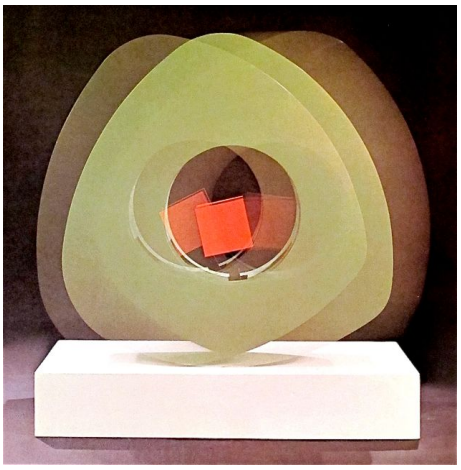


Fig. 92 - Charles Mattox, *Green triangle with red cube* (em acção), 1966.

menos científicos, foram em parte a inspiração para as formas e para o movimento das esculturas cinético sonoras de Mattox. Na sua obra procurou revelar a tecnologia como uma circunstância da cultura anos 60, na qual a sua escultura cinética pretende simbolizar a força de mudança. Para além do culto da máquina, a presença dos novos materiais provenientes duma nova cultura tecnológica industrial é evidente pelo uso da fibra de vidro, resinas, tintas e betumes sintéticos, entre outros, na concepção escultórica de Mattox, da qual se destacam as peças *Green triangle with red cube* (fig. 92)*, Act of Love* e *Blue Seven*.[304]

Numa reflexão da sua obra cinético sonora, Mattox focou um aspecto que nem sempre é considerado dado que a concepção de esculturas com estas características implica simultaneamente a aceitação de um conjunto de problemas inerentes à cultura da máquina. Segundo Mattox, numa escultura concebida com propósitos áudio-cinéticos, à base de motores e componentes electrónicos, a sua manutenção e tempo de vida é consideravelmente distinta comparada à escultura tradicional. Se o tempo já é em si um factor pesado na vida dos materiais, no caso das máquinas esse desgaste é acelerado pela acção que promove, isto é, pelo movimento que lhe dá ânimo.

[304] Ver fig. 245 e 246 no anexo I, p. 334-335.

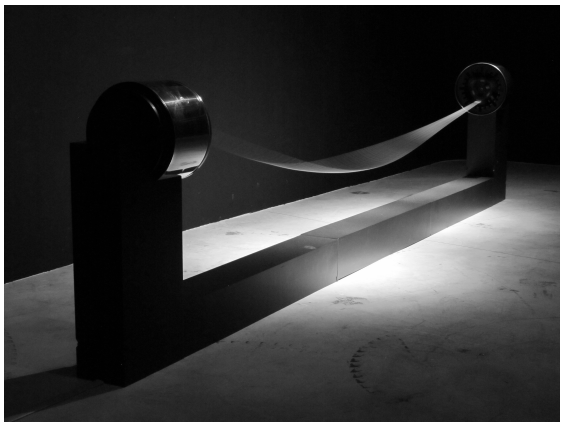


Fig. 93 - Daniel Palacios, *Wave*, (movimento inicial) 2006-07.

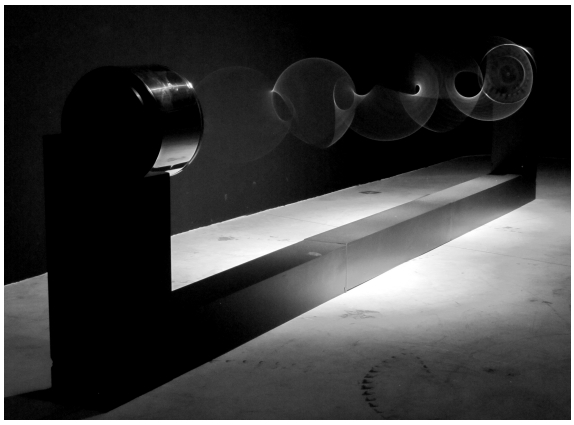


Fig. 94 - Daniel Palacios, *Wave*, (em movimento) 2006-07.

Apresentada no *Centro de Arte y Criación Industrial LABoral* na exposição '*Visualizar el Sonido*', *Wave* (fig. 93 e 94)[305] é um exemplo contemporâneo relevante do que podemos considerar por escultura cinético-sonora interactiva, do artista espanhol Daniel Palacios. No primeiro contacto, a uma certa distância, a peça revela-nos uma estrutura de dois módulos cilíndricos unidos por uma longa corda estática em tensão. Com a aproximação o objecto subitamente desperta de um inerte e profundo silêncio, accionando dois motores acoplados nos módulos cilíndricos. A propulsão da longa corda que os une corta o ar provocando ondas visíveis e audíveis, criando uma experiência sinestésica pelo impressionante som que propaga e pela intangibilidade do volume virtual criado pelo movimento, um volume tridimensional gerado no espaço pela cinética da corda que nos traz à memória a reminiscência das esculturas *Kinetic Construtions* de Naum Gabo e *Revolving Harmonic* de Len Lye. O carácter interactivo, cinético, sonoro e visual de *Waves* é inequívoco, de acordo com as palavra do seu autor:

> A instalação é afectada por aqueles que a observam. Quando o público se move à sua volta, este influi nos movimentos da corda, gerando ondas acústicas e visuais que vão desde padrões harmónicos a ondas complexas. Segundo nos comportemos diante dela, segundo a quantidade de observadores e seus movimentos, passará de uma linha estável sem som a formas caóticas de sons irregulares (quanto mais movimento exista em torno da instalação) através de diferentes estádios de

[305] Ver também as fig. 247 e 248 no anexo I, p. 336 e 337, e o registo vídeo nº 18 no anexo II [DVD].

> ondas sinusoidais e sons harmónicos; examinando o principio de acção-reacção aplicado ao som e ao espaço.[306]

Ainda sobre o espaço que envolve e propaga a sonoridade da escultura, Palacios escreve o seguinte:

> Um espaço, pelas suas qualidades próprias, tem uma forma de se relacionar com o som, entendendo o som como uma série de compressões e descompressões que se deslocam pelo ar, de modo que a própria geometria do espaço, assim como os elementos que nele se encontrem, influirão nos movimentos do som e finalmente em como este é percebido por nós; submergindo todo este sistema estacionário num caos de infinitas variáveis ao mais mínimo movimento da nossa parte, a instalação examina como interpretamos a nossa própria posição numa paisagem sonora.[307]

O trabalho minimal do artista suíço Zimoun é um outro exemplo contemporâneo incontornável da escultura cinético sonora, também presente na exposição *Visualizar el Sonido* com a peça *100 prepared dc-motors, filler wire 1.0 mm (4m)*. Recorrendo à crescente popularidade dos sistemas electrónicos DIY o seu trabalho desenvolve-se a partir de uma tecnologia aparentemente simples combinada com materiais comuns de baixo custo de aquisição. A depurada simplicidade das suas peças contaminam o espaço com um 'zumbido acústico' peculiar, uma característica transversal em quase todas as suas

---

306 T. L. de: «La instalación es afectada por aquellos que la observan. Cuando el público se mueve alrededor suya, este influye en los movimientos de la cuerda, generando ondas acústicas y visuales que van desde patrones armónicos a ondas complejas. Según nos comportemos frente a ella, según la cantidad de observadores y sus movimientos, pasará de una línea estable sin sonido a formas caóticas de sonidos irregulares (cuanto más movimiento haya en torno a la instalación) a través de diferentes estadios de ondas sinusoidales y sonidos armónicos; examinando el principio de acción-reacción aplicado al sonido y el espacio.» PALACIOS, Daniel - Waves. Cómo se mueve el sonido? http://www.danielpalacios.info/es/portfolio/waves/. 2013-07-05 23:55.

307 T. L. de: «Un espacio, por su propias cualidades, tiene una forma de relacionarse con el sonido, entendiendo el sonido como una serie de compresiones y descompresiones que se desplazan por el aire, de modo que la propia geometría del espacio, así como los elementos que en él se encuentren, influirán en los movimientos del sonido y finalmente en cómo este es percibido por nosotros; sumiendo todo este sistema estacionario en un caos de infinitas variables al más mínimo movimiento por nuestra parte, la instalación examina cómo interpretamos nuestra propia posición en un paisaje sonoro.» PALACIOS, Daniel - Waves. Cómo se mueve el sonido? http://www.danielpalacios.info/es/portfolio/waves/.2013-07-05 23:55.

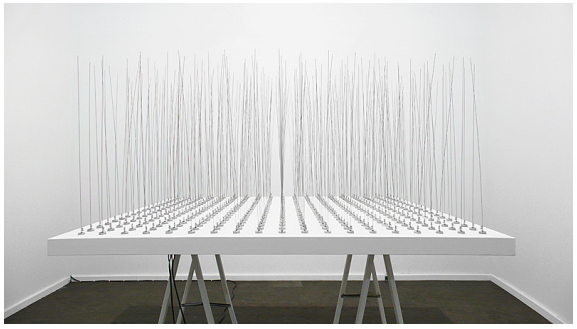


Fig. 95 - Zimoun, *361 prepared dc-motors, filler wire 1.0mm*, 2010.

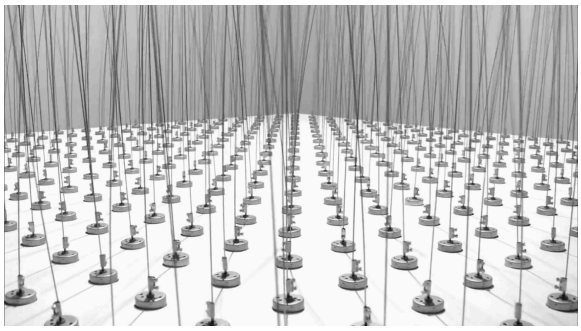


Fig. 96 - Zimoun, *361 prepared dc-motors, filler wire 1.0mm*, (detalhe) 2010.

criações, elaboradas a partir de materiais e objectos industriais banais, como: arames, caixas de cartão, sacos de plástico, algodão, tubos, mangueiras, entre outros, animados por motores eléctricos de movimento rotativo ou pendular. Num total desprendimento pelos materiais nobres da escultura tradicional, Zimoun utiliza compulsivamente nas suas peças cinético sonoras, de acordo com as suas palavras, materiais simples e funcionais, através dos quais as obras «articulam a tensão existente entre os padrões ordenados da Modernidade e as forças caóticas da vida.»[308] Inspirado pela robótica, pela ciência dos sistemas generativos[309] e pelo comportamento de massas, Zimoun cria «estruturas sintéticas muito simples, que se desdobram em sistemas complexos, quase biológicos»[310], assemelhando-se a organismos vivos que se perpetuam pela dimensão efémera do movimento e do som, num binómio de ritmo e caos, de ruído e silêncio. Integrados nas plataformas sonoras arquitectonicamente dispostas, encontra-se uma 'orquestra' de pequenos motores dispostos de forma ordenada mas coreograficamente dessincronizados, propagando uma sinfonia caótica, que sugere um ambiente industrial denso se-

[308] T. L. de: «Simple and functional materials, these works articulate a tension between the orderly patterns of Modernism and the chaotic forces of life.» ZIMOUN - Curriculum Vitae. http://www.zimoun.net/cv.html. 2014-02-25 19:35.

[309] Ligada à ciência da complexidade, os sistemas generativos são sistemas que combinam a ordem com a desordem, como por exemplo algoritmos genéticos, redes neurais, fractais entre muitos outros. Artzero. http://artzero2008.wordpress.com/programacao-generativa-como-linguagem-e-comunicacao/complexidade-da-arte-generativa/. 2014-02-25 12:55.

[310] COLLINS, Nicolas, SCHEDEL, Margaret, WILSON, Scott - *The cambridge companion to electronic music*, p.15.

Fig. 97 - Zimoun, *144 prepared dc-motors, wires isolated, cardboard boxes 27x13x13cm*, 2013.

Fig. 98 - Zimoun, *80 prepared dc-motors, cotton balls, cardboard boxes 71x71x71cm*, 2011.

melhante ao ininterrupto fluxo mecânico dos teares de uma fábrica de lanifícios.[311] Inclusive a própria denominação das obras acentua esse carácter técnico, rigoroso, industrial, uma identidade que numa breve analise podemos sugerir que se divide de acordo uma tipologia de materiais, por séries, onde o motor é o denominador comum. Contrariamente a Pol Bury, Len Lye, Charles Mattox, entre outros escultores da cinética moderna, em Zimoun o motor permanece visível, exposto, é assumido e integrado como um material, tal como o cartão ou o arame. Adicionando ou subtraindo elementos ao espaço, a forma da escultura desenvolve-se com base na sua produção sonora, de modo similar à concepção um instrumento musical no qual Zimoun esculpe o som idealizado, pois o «som é a essência da sua prática artística; [...] O que você ouve é o que você vê, um organismo electromecânico que gera som.»[312]

De acordo com Ethan Rose, a partir do exemplo da peça *80 prepared dc-motors, cotton balls, cardboard boxes 71x71x71cm* (fig. 98) ou também da peça *361 prepared dc-motors, filler wire 1.0mm (*fig. 95 e 96), o somatório dos múltiplos pontos únicos de som cria uma paisagem sonora densa e contínua, análoga aos ambientes gerados pelas tecnologias de gravação mais recentes. Estas permitem aos músicos electrónicos cortar, copiar e colar sons, sobrepondo-os inúmeras vezes numa só camada, criando uma atmosfera sonora

[311] Ver registo vídeo nº 19 no anexo II [DVD].

[312] T. L. de: «The sound is the essence of his artistic practice; [...] What you hear is what you see, an electromechanical sound-making organism.» COLLINS, Nicolas, SCHEDEL, Margaret, WILSON, Scott - *Ob. cit.*, p. 17.

igualmente densa. Um processo de edição digital que Zimoun traduz de modo físico, mecânico e visível.[313] Contrariamente à edição digital, Ethan Rose diz ainda que, a visibilidade do movimento do objecto permite ao ouvinte concentrar-se apenas no evento sonoro de um só objecto, embora que ao entrar no espaço a intensidade do som se propague de forma aparentemente ininterrupta.

As obras anteriormente apresentadas pretendem elucidar em que medida uma escultura se pode categorizar como cinético sonora. Embora se circunscrevam nesta tipologia de escultura dentro do campo da arte sonora, podem abranger outros parâmetros que lhes permitam integrar outras denominações, como *sound installations*. O trabalho tridimensional de Zimoun é um exemplo desse limbo de 'géneros' que se articula entre *instalações sonoras*, *arquitecturas sonoras*, *esculturas (cinético) sonoras* e *objectos*. Esse facto deve-se em parte à linguagem minimal e repetitiva da utilização de elementos industriais para criar uma 'paisagem sonora' densa com uma identidade muito própria, que varia consoante a acústica do espaço. As instalações sonoras de Zimoun, de acordo com a definição de E. Rose, estão na sua base relacionadas com os objectos, contrariamente a outras que têm apenas por base o som. Sejam esculturas ou instalações sonoras, ambas partilham os mesmos elementos construtivos de cariz tridimensional e consequentemente sonoros. Comparando, a título de exemplo, as peças *294 prepared dc-motors, cork balls, cardboard boxes 41x41x41cm*[314]e *144 prepared dc-motors, wires isolated, cardboard boxes 27x13x13cm* (fig. 97), embora construídas com materiais afins, não é possível dizer se a sua categoria está aparente relacionada com a sua escala, quantidade de objectos ou na forma como se articulam física e sonoramente com o espaço, podendo ser simultaneamente escultura e instalação.

[313] ROSE, Ethan - Translating Transformations:Object-Based Sound Installations, p. 65-69.

[314] Ver fig. 251, 252 e 253 no anexo I, p. 339.

3.4. Escultura electroacústica

A escultura elaborada com dispositivos electroacústicos destaca-se das tipologias anteriores porque os seus componentes fazem parte de uma linguagem conotada com o universo sonoro. Equipamentos como radiogravadores, colunas áudio, entre outros, são dispositivos especificamente concebidos para reproduzir som. Tal facto permite que os objectos artísticos munidos destes engenhos sejam identificados, sem grande equívoco, como peças de arte sonora. Não simplesmente porque podem reproduzir som, mas porque visualmente informam que têm potencial sonoro. Ou seja, estes *media* são o símbolo visual de uma dimensão temporal.

Mas a sua visibilidade, enquanto objecto munido de dispositivos que emite som, pode não identificar a fonte de origem do som que se ouve. Ao ouvir a emissão da rádio, um disco a tocar no gramofone ou mesmo falar por telefone, apenas percepcionamos um sinal sonoro e não vemos a sua origem. Estamos perante um 'som invisível', que é denominado por *media* acusmáticos[315].

3.4.1. Transdutores sonoros como linguagem visual

Com o advento da válvula termiónica[316] a criação de um dispositivo transdutor como o altifalante permitiu aos artistas explorar novos territórios sonoros, formais e conceptuais. A excelente qualidade de reprodução sonora aliada a uma construção simples fez com que a morfologia deste dispositivo permanece-se praticamente inalterada desde a sua concepção em 1924, até à presente época. A sua produção e massificação,

---

[315] Acusmático advém do nome dado aos discípulos de Pitágoras que ouviam as lições escondidos atrás de uma cortina, sem ver o mestre. Deste apenas a voz chegava aos discípulos. Assim, acusmático é usado como um adjectivo para dizer que se ouve um som sem que se veja a sua origem. Vd. acusmático *in* Enclopédia Larousse *Apud* SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 91.

[316] Derivada do efeito termiónico descoberto por Edison em 1883, a válvula termiónica ou válvula electrónica é um dispositivo composto por uma cápsula de vidro em vácuo, designada de ampola, que contém diversos elementos metálicos, que segundo um processo (...) amplifica os sinais eléctricos. Usada inicialmente para amplificar os fonógrafos eléctricos e posteriormente os receptores de rádio, entre muitos outros equipamentos, é uma peça utilizada em amplificadores e modificadores para instrumentos musicais. Válvula termiónica *in* Wikipedia [Em linha]. [Consult. 2014-04-20]. Disponível na www:
<URL: http://pt.wikipedia.org/wiki/V%C3%A1lvula_termoi%C3%B4nica>.

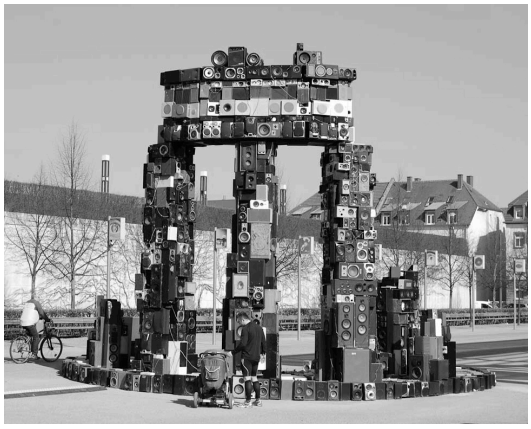


Fig. 99 - Benoît Maubrey, *Temple,* 2012.

Fig. 100 - Benoît Maubrey, *Speakers Wall,* 2011.

transformou o altifalante num componente tecnológico vulgar e banal, que integra o objecto artístico como amplificador e emissor sonoro, constituindo-se em diversas obras da arte sonora como dispositivo principal da composição, facto que se verifica em alguns trabalhos de artistas como Stephen Vitiello, Steve Roden, Bernhard Leitner, Steve Reich, Janet Cardiff, Finnbogi Petursson, Villu Jaaniscoo entre muitos outros, sendo nos *Speakers's Monuments* e *Electroacoustics Sculptures,* do artista Benoît Maubrey, uma referência explícita e evidente da apropriação deste dispositivo acústico.

Retirados do contexto para o qual foram desenhados, os radiogravadores e dispositivos afins têm participado de uma nova dimensão plástica pelas mãos de muitos artistas do universo das artes visuais. Desde casos pontuais, como a peça *Babel*[317] de Cildo Meireles, ou usada como matéria-prima de eleição na produção de um corpo de trabalho de artistas como Maubrey, Rui Toscano ou Maia Urstad, entre outros.

Contrariamente à depuração das peças de Vitiello[318], pelo despojamento volumétrico e o uso cuidado do altifalante, as composições tridimensionais de Maubrey são elaboradas a partir da recolha e reciclagem pouco criteriosa de dispositivos electrónicos com altifalantes integrados, apresentando nas suas peças uma extensa e rica diversidade de modelos. Colunas de radiogravadores, aparelhagens, computadores, alta-fidelidade, monitores de guitarra, altifalantes antigos, entre muitos outros objectos do mesmo género. Todos os elementos recolhidos servem para dar corpo físico e sonoro à sua ideia,

[317] Ver fig. 215 no anexo I, p. 312.

[318] Ver fig. 202 a 205 no anexo I, pp. 306-307.

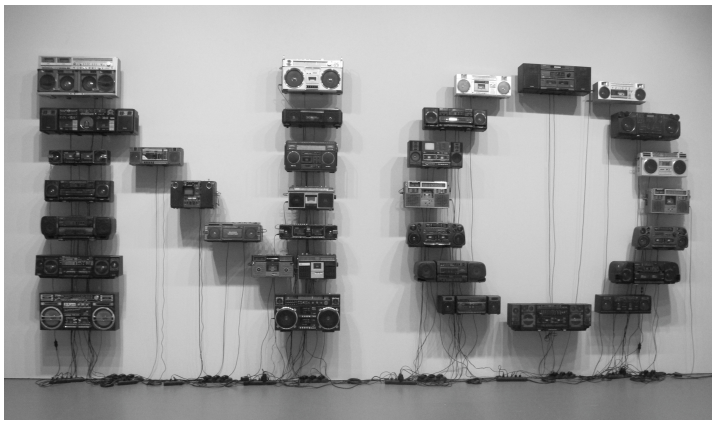


Fig. 101 - Rui Toscano, *No Saying Yes,* 2003-2013.

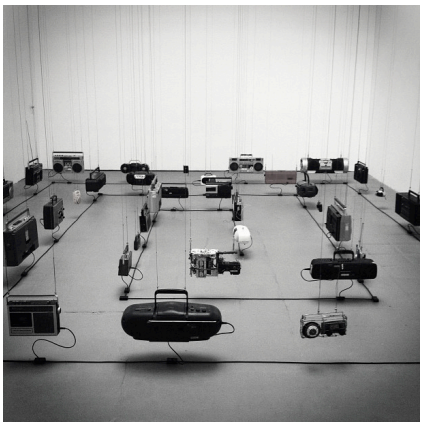


Fig. 102 - Maia Urstad, *Meanwhile, in Shangai...*, 2011-13.

criando uma espécie de 'puzzle' electroacústico, como se pode constatar por exemplo nas peças *Temple* (fig. 99)[319] e *Speakers Wall* (fig. 100). Para além das esculturas interactivas que concebe, desde o início dos anos 80 o director e fundador do DIE AUDIO GRUPPE[320], Benoît Maubrey e os elementos do grupo artístico exploraram outras artes do tempo, construindo roupas electroacústicas equipadas com amplificadores e altifalantes que emitem sons, com as quais realizam performances.[321]

No panorama artístico português da arte sonora, em particular no domínio da escultura sonora, o artista plástico Rui Toscano tem desenvolvido desde 1994 uma série de composições tridimensionais onde utiliza e explora o radiogravador na sua dupla potencialidade: a formal, enquanto objecto, e a sonora, enquanto sistema de amplificação áudio.[322] Embora se possa encontrar alguma afinidade com o trabalho de Maubrey pelo uso de dispositivos sonoros como elemento escultórico, o critério de selecção e composição das esculturas sonoras é mais elaborado e preciso, utilizando apenas um conjunto restrito, mas variado, de radiogravadores portáteis que eram, de acordo o curador Miguel Wandschneider, um objecto obsoleto e em vias de extinção já em meados

---

[319] Ver também fig. 206, 207 e 208 no anexo I, p. 308.

[320] Traduzido livremente por 'O GRUPO AUDIO'.

[321] MAUBREY, Benoît - Statement. http://www.benoitmaubrey.com/?page_id=201. 2014-05-11 15:17.

[322] Ver fig. 101 e tambem fig. 209 e210 no anexo I, p. 309. Esculturas sonoras que mostrou em 2013 numa exposição individual em Lisboa na Culturgest.

da década de 1990, facto que dificultou, mas não impediu, Rui Toscano de desenvolver um corpo de trabalhos coeso.[323] Se em alguns trabalhos de Maubrey é possível identificar uma linguagem próxima à tradição dadaísta de Tinguely, as escultura sonoras de Toscano, segundo Wandschneider, reactivam uma «linguagem formal característica da escultura minimalista [...]. Rui Toscano elabora quadros de experiências e de sentido a partir do cruzamento entre formas simples, minimais, e ocorrências sonoras através das quais o real e a representação irrompem.»[324] Enquanto objecto, os radiogravadores portáteis são uma referência visual e física de um tempo passado, que permitem ainda veicular a efemeridade do tempo presente, captando e ampliando os sinais de rádio, reproduzindo a gravação de uma fita magnética ou ainda em alguns aparelhos ler discos compactos de áudio digital que, embora seja uma tecnologia relativamente recente, no turbilhão das novas tecnologias e do mundo virtual, também já se encontra num estado de obsolescência precoce.

Concebida com um discurso formal minimal similar ao de Toscano, a instalação sonora *Meanwhile, in Shanghai...* (fig. 102)[325], da artista norueguesa Maia Urstad, utiliza também o radiogravador portátil como elemento escultórico e simultaneamente como sistema sonoro. Suspensos por longos cabos de aço, as dezenas de dispositivos da instalação emitem «uma composição de som *multicanal* que consiste em gravações de transmissões de rádio de todo o mundo.»[326] Fisicamente, os aparelhos utilizados são de uma enorme variedade, com algumas marcas que revelam traços de personalidade e de uso dos seus anteriores proprietários. Desde os rádios transístor dos anos 60 aos maravilhosos 'blocos estereofónicos' portáteis, tão populares nos anos 80, até aos rádios de bolso actuais que ainda proliferam e resistem às novas tecnologias, todos eles foram

---

323 Miguel Wandschneider *in* CULTURGEST - Rui Toscano, Esculturas Sonoras 1994-2013 [Em linha]. [Lisboa]. [Consult. 2014-05-12]. Disponível em WWW:
<URL: http://www.culturgest.pt/arquivo/2013/expos/01-ruitoscano.html>.

324 *Ibidem.*

325 Ver também fig. 211 e 212 no anexo I, p. 310.

326 T. L. de: «a multichannel sound composition consisting of recordings of radio transmissions from around the world.» URSTAD, Maia - Meanwhile, in Shangai..., p. 94-95.

considerados uma maravilha *hi-tech* quando lançados no mercado, acabando obsoletos em pouco menos de cinco anos de existência.[327] Revestidos de uma dupla função, visual e conceptual, estes dispositivos electrónicos são um elemento constante na obra de Urstad, presentes desde as composições mais esparsas às peças mais escultóricas ao estilo de Maubrey como, por exemplo, o arco *Stations* ou o empilhamento de 130 'rádios-CD' em *Sound Barrier* como se fosse um muro,[328] uma barreira física e sonora inspirada nas históricas construções de pedra. Visualmente os radiogravadores simulam essa ideia de blocos de pedra que dão corpo a estruturas arquitectónicas, ruínas edificadas com blocos electrónicos que debitam uma composição sonora manipulada e construída electronicamente com sons de ondas de rádio FM, rádio satélite, código morse, entre outro sinais sonoros que também eles serão brevemente obsoletos e esquecidos. Com base neste paralelismo, Urstad não só explora o confronto entre os vestígios físicos de um tempo passado com a decadência da tecnologia electrónica do nosso próprio tempo, como também reflecte e desperta para questões vinculadas a uma cultura de consumo tecnológico, consequência do *Homo Faber* contemporâneo tal como foi proposto por Henri Bergson.

[327] URSTAD, Maia - *Op.cit.*, p. 94-95.

[328] Ver fig. 213 e 214 no anexo I, p. 311.

3.4.2. Laurie Anderson e o fenómeno da audição

Se entender os fenómenos acústicos é importante para a concepção de uma obra sonora, entender os fenómenos como ela é percepcionada revela-se igualmente importante. Um exemplo claro desta premissa é a peça *Handphone Table* (fig. 103), da compositora, artista e *performer* Laurie Anderson, uma obra que nasceu da constatação casual de um fenómeno de condução óssea e engenhosamente materializado numa escultura sonora. No fenómeno da audição é importante conhecer a delicadeza de um complexo mecanismo como o ouvido, no entanto, será que captamos as ondas sonoras somente pelo o ouvido externo? Não. De acordo com Georg von Békésy[329], na sua obra *Experiments in Hearing*, também ouvimos por condução óssea, ou seja, a membrana basilar responsável pela percepção auditiva é estimulada pela vibração do crânio. Se ainda assim parece estranho vejamos o exemplo dado por L. L. Henrique:

> Um fenómeno curioso e bem conhecido de todos é o facto de termos grande dificuldade em reconhecer a nossa voz quando a ouvimos gravada. Isto deve-se essencialmente à estimulação do ouvido por via óssea. A audição da nossa própria voz processa-se por via auricular e por via óssea. A vibração das cordas vocais provoca variações de pressão no interior da boca originando vibrações ósseas, existindo assim uma componente de condução óssea importante. Isto explica o facto de estranharmos a nossa própria voz quando a ouvimos gravada, porque nesta situação desaparece a componente de transmissão óssea; no entanto, por muito estranho que pareça, essa é a nossa voz, aquela que os outros ouvem.[330]

De acordo com a explicação, constata-se que o fenómeno teorizado por Békésy foi o elemento catalisador para a concepção inovadora de Anderson. Morfologicamente a *Handphone Table* é composta por uma simples mesa de madeira com duas depressões (que servem de apoio aos cotovelos) em ambas extremidades da mesa, aparentemente desprovida de qualquer acessório. Segundo José Iges, Anderson 'serve' a sua música ao

---

[329] Georg von Békésy (1899-1972), Prémio Nobel da Medicina pelo seu trabalho de investigação sobre o ouvido. Autor da da teoria da ressonância da membrana basilar, actualmente denominada por teoria do lugar.

[330] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 849.

Fig. 103 - Laurie Anderson, *Handphone Table,* 1978.

espectador somente quando este coloca os seus cotovelos sobre o tampo da mesa. Iges diz ainda que, «servido na sua essência, ou seja, como pura vibração, o som, em seguida, viaja através dos ossos dos antebraços do ouvinte, chegando até aos das suas mãos, usadas ante os ouvidos como auriculares.»[331] Esta peça foi inspirada na experimentação e consciência de um acaso, uma experiência que permitiu a Anderson conceber um objecto peculiar onde explora a percepção e a interactividade das vibrações sonoras, um fenómeno acústico que testemunhou e descreveu com as seguintes palavras:

> Faz já vários anos, o Moma de Nova Iorque convidou-me a realizar uma obra. Tratei de escrever algo, com a esperança de que surgisse alguma ideia da máquina de escrever. Finalmente, detive-me um momento para ler o que tinha escrito, mas era tão estúpido que fiquei muito deprimida: coloquei a cabeça entre as manos e assim fiquei. Logo ouvi um intenso zumbido. Era o som do motor eléctrico da máquina de escrever que subia através dos cotovelos e das mãos até aos meus ouvidos. E pensei: "¡É isso! Construirei uma mesa que cante". Fiz então uma mesa equipada com altifalantes no interior e com um aparato que enviava o som através de umas varas de aço até à mesa. Com os cotovelos apoiados na sua superfície, as manos colocadas contra as orelhas funcionavam como uns auriculares, em virtude

[331] T. L. de: «Servido en su esencia, es decir, como pura vibración, el sonido viaja entonces a través de los huesos de los antebrazos del oyente, llegando hasta los de sus manos, empleadas ante los oídos como auriculares.» AA.VV. - *El espacio del sonido. El tiempo de la mirada*, p. 17.

> do princípio da condução óssea do som. (...) Escrevi vários fragmentos para baixo, violino e piano. Utilizando diversos filtros, consegui fazer passar palavras. Assim, utilizei uma frase de George Herbert, um poeta inglês do século XVII, que dizia "Agora estou em Ti sem um movimento do corpo".[332]

Tecnicamente, este efeito é criado através da realização de sons amplificados que são transformados em impulsos para quatro parafusos que se encontram embutidos nas cavidades do tampo da mesa. Os buracos actuam assim como altifalantes. Os ossos do nosso corpo, por sua vez, tem uma estrutura porosa que os torna bons condutores de som. Com a peça *Handphone Table*, Anderson cria uma versão intimista de sua ideia de espaço relacionado a música que deve ser sentida e ouvida.

[332] T. L. de: «Hace ya varios años, el Moma de Nueva York me invitó a realizar una obra. Traté de escribir algo, com la esperanza de que surgiera alguna idea de la máquina de escribir. Finalmente, me detuve un momento para leer lo que había escrito, pero era tan estúpido que quedé muy deprimida: puse la cabeza entre las manos y así me quedé. De pronto oí un intenso zumbido. Era el sonido del motor eléctrico de la máquina de escribir que subía a través de los codos y las manos hasta mis oídos. Y pensé: "¡Eso es! Construiré una mesa que cante". Hice entonces una mesa equipada con altavoces en el interior y con un aparato que enviaba el sonido a través de unas varillas de acero hasta la mesa. Con los codos apoyados en su superficie, las manos colocadas contra las orejas funcionaban como unos auriculares, en virtud del principio de la conducción ósea del sonido. (...) Escribí varios fragmentos para bajo, violín y piano. Utilizando diversos filtros, conseguí hacer pasar palabras. Así, utilicé una frase de George Herbert, un poeta inglés del siglo XVII, que decía "Now I am in You without a body move".» Vd. Laurie Anderson. *Apud* AA.VV. - *Ob. cit.*, p. 52.

3.4.3. A escultura acusmática de Fontana e Brewster

> Durante os últimos 10 anos coisas realmente surpreendentes têm recebido a denominação de escultura: corredores estreitos com ecrãs de televisão ao fundo; grandes fotografias documentando caminhos no campo; espelhos dispostos em ângulos inusitados em quartos vulgares; linhas temporárias traçadas no chão do deserto. Nada, aparentemente, poderia dar a tal heterogéneo esforço o direito de reivindicar o que qualquer um possa querer dizer com a categoria de escultura. Isto é, a menos que a categoria pode ser feita para se tornar quase infinitamente maleável.[333]

O aparecimento de uma possível 'infinita maleabilidade' das categorias tradicionais, de que fala Rosalind Krauss na sua reflexão *Escultura no Campo Expandido*[334], deveu-se em parte ao contributo e manipulação do tecido crítico que cobria as manifestações artísticas do pós-guerra americano. Crítica que, segundo Krauss, 'amassava', 'esticava' e 'torcia' numa amálgama categorias como escultura e pintura, «numa demonstração extraordinária de elasticidade, evidenciando como o significado de um termo cultural pode ser distendido ao ponto de incluir qualquer coisa.»[335] O termo 'escultura' é assim elasticamente usado nas mais diversas formas em nome das vanguardas estéticas, da ideologia do novo, que se refugiam no historicismo. De acordo com a historiadora, o novo é mais fácil de ser entendido quando visto como uma evolução das formas do passado, neste sentido, «o historicismo actua sobre o novo e o diferente para diminuir a

---

333 T. L. de: «Over the last ten years rather surprising things have come to be called sculpture: narrow corridors with TV monitors at the ends; large photographs documenting country hikes; mirrors placed at strange angles in ordinary rooms; temporary lines cut into the floor of the desert. Nothing, it would seem, could possibly give to such a motley of effort the right to lay claim to whatever one might mean by the category of sculpture. Unless, that is, the category can be made to become almost infinitely malleable.» KRAUSS, Rosalind E. - *The originality of the avant-garde and other modernist myths*, p. 277.

334 Texto importante sobre a escultura pós-moderna. Originalmente publicado em 1979 no número 8 do *October,* jornal académico especializado em arte contemporânea e crítica de arte, publicado pela MIT Press, cujo título original é *Sculpture in the Expanded Field*. Foi posteriormente publicado em 1984 pela editora *Bay Press* no livro *The AntiAesthetic: Essays on PostModern Culture*.

335 T. L. de: «in an extraordinary demonstration of elasticity, a display of the way a cultural term can be extended to include just about anything.» KRAUSS, Rosalind E. - *The Originality of the Avant-Garde and Other Modernist Myths*, p. 277.

novidade e mitigar a diferença.»[336] Ou seja, um subterfúgio para desvanecer o 'estranho' no que já se encontra assimilado segundo os modelos do passado, e que artistas como Bill Fontana ou Michael Brewster adoptaram para justificar o que denominam por 'escultura sonora' e 'escultura acústica'.

Diluindo o que se poderia considerar como um 'território inexplorado' numa linguagem alquímica que tem o poder de dominar e transformar a matéria, a apropriação de uma categoria tradicional permitiu que se legitimasse toda uma dimensão de esculturas concebidas de matéria intangível. Segundo Brewster, embora não seja possível transformar o som em algo sólido e resistente, é possível criar a ilusão de que o som se encontra inerte, flutuando continuamente no lugar, de modo a ser viável caminhar dentro das suas estruturas acústicas. Brewster advoga que, o som é um excelente material para a escultura, pois quando se encontra prolongado, ou seja, em constante propagação, é uma substância dimensional na qual nos podemos mover e trespassar sem bater com a cabeça em qualquer coisa.[337] Muito embora sejam no senso comum matérias díspares, esta perspectiva de tridimensionalidade acústica descrita por Brewster, presume-se que tem por base a correlação de um conjunto de propriedades físicas entre o som e a escultura, de acordo com a sua explicação:

> O som tem propriedades para além dos seus poderes consideráveis de evocação que são coisas físicas espaciais reais que podemos sentir e localizar com os nossos ouvidos, às vezes com os nossos corpos. O som tem tamanho físico, dimensões reais em pés ou metros, bem como densidade, vibração, ritmos e texturas. Andando por ela no seu estado ressonante proporciona uma experiência semelhante à de analisar uma paisagem, mas pelo interior, com todo o seu corpo em vez do lado exterior, apenas com os olhos. Ele mostra-nos o "campo próximo". Tal como um sólido tem volumes, arestas, planos, cheios, nivelamentos, curvas e vazios: os tra-

---

336 T. L. de: «Historicism works on the new and different to diminish newness and mitigate difference.» KRAUSS, Rosalind E - *The Originality of the Avant-Garde and Other Modernist Myths*, p.277.

337 BREWSTER, Michael - Where, There or Here? http://www.michaelbrewsterart.com/news/where-there-or-here-sound-as-sculpture-michael-brewster, 2013-04-10 13.50.

balhos. Ele vem "completamente equipado" para formar a nossa experiência escultural.[338]

***

«*How can I make art out of ambient sounds?*»[339] Foi a questão que o compositor americano Bill Fontana colocou após anos de investigação de distintos ambientes sonoros. Pesquisa que remonta ao início dos anos 60, quando começa por explorar os sons ambiente e a documentar várias amostras sonoras com forma musical. Com a aquisição de um gravador portátil potenciou a exploração a muitos outros tipos de 'paisagens sonoras', como define Murray Schafer, momento em que começou a vislumbrar um vasto e inexplorado território de possibilidades estéticas. Em virtude da crescente recolha e documentação áudio, a resposta à questão aparentemente insolúvel surgiu da «transição do trabalho com gravações de campo para a escultura sonora»[340], na medida em que os ambientes sonoros captados têm um carácter escultural. Segundo Fontana, «adicionalmente à sua capacidade escultórica de pertencer a um espaço particular, os sons ambientes são esculturais como volumes de espaço no sentido de como uma determinada fonte sonora ocupa o seu próprio campo sonoro.»[341] Ao apropriar-se da identidade acústica do lugar, Fontana confere ao som qualidades que pertencem ao

---

338 T. L. de: «Sound has properties beyond its considerable powers of evocation that are actual spacial physical things we can feel and locate with our ears, sometimes with our bodies. Sound has physical size, actual dimensions in feet or meters, as well as density, vibrancy, rhythms and textures. Walking through it in its resonant state provides an experience similar to perusing a landscape but from the inside, with all of your body instead of from the outside with just your eyes. It shows us the "near field". Like a solid it has volumes, edges, planes, fullnesses, flatnesses, roundnesses, and hollows: the works. It comes "fully equipped" to elaborate our experience sculpturally.» BREWSTER, Michael - Where, There or Here? http://www.michaelbrewsterart.com/news/where-there-or-here-sound-as-sculpture-michael-brewster, 2013-04-10 13.50.

339 FONTANA, Bill - The Relocation of Ambient Sound: Urban Sound Sculpture, pp. 154-158.

340 T. L. de: «transition from working with field recording to sound sculpture». FONTANA, Bill - *Op. cit.*, pp. 154-158.

341 T. L. de: «In addition to their sculptural ability to belong to a particular space, ambient sounds are sculptural as volumes of space in terms of how a given sound source occupies its own sound field.» IDEM, *ibidem*, pp. 154-158.

domínio da tridimensão, porque a memória dos sons que apreende fisicamente na fita magnética têm uma relação directa com o espaço, com as formas e com os materiais contidos no lugar. Afirmando-se influenciado pela estratégia dos *'objet-trouvé'* de Duchamp, Fontana opera analogamente à filosofia '*duchampiana*', descontextualizando e recolocando os ambientes sonoros como se fossem objectos, de acordo com a explicação do artista:

> Comecei a perceber que a realocação de uma fonte de um som ambiente dentro de um novo contexto alteraria radicalmente o sentido acústico da fonte sonora. Concebi essas realocações em termos esculturais porque os sons ambientes são esculturais pela forma como eles pertencem a um determinado lugar. Para fazer arte a partir de um som ambiente, o acto de colocar este som teria grande importância estética. Em ambos, gravações de campo e esculturas sonoras, os sons não são isolados dos seus contextos; ao recolocar os sons, preocupo-me com os contextos em que os sons são colocados e com as qualidades esculturais/espaciais da fonte sonora.[342]

A apropriação e descontextualização de um ambiente sonoro, por meio de um processo de trasladação e justaposição a outro, permite-nos tecer um paralelo com as esculturas *readymade* de Duchamp, embora no caso de Fontana estamos perante o que poderemos considerar ser um '*readymade sonoro'* e não 'esculturas sonoras', de acordo com a definição exposta no início deste capítulo.

A peça *Oscillating Steel Grids along the Brooklyn Bridge* (fig. 104 e 105), é um dos exemplos mais relevante da sua obra, realizada pelo centésimo aniversário da ponte de Brooklyn. O movimento dos carros na ponte, circulando sobre as grelhas de aço, produzem um tom que oscila numa frequência precisa resultante da velocidade e composição de cada veículo, difundindo uma sonoridade única, segundo Fontana, com qualida-

---

342 T. L. de: «I began to realize that the relocation of an ambient sound source within a new context would alter radically the acoustic meaning of the ambient sound source. I conceived such relocations in sculptural terms because ambient sounds are sculptural in the way they belong to a particular place. To make art out of an ambient sound, the act of placing this sound would have considerable aesthetic importance. In both my field recording and sound sculpture, sounds are not isolated from their contexts; in relocating sounds, I have been concerned with the contexts in which the sounds are placed and with the sculptural/spacial qualities of the sound source.» *Ibidem*, pp. 154-158.

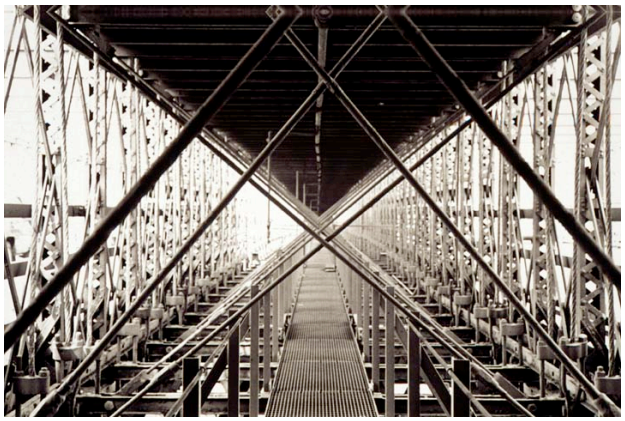


Fig. 104 - Bill Fontana, *Oscillating Steel Grids along the Brooklyn Bridge*, 1983.

Fig. 105 - Praça Austin J. Tobin da Torre I do World Trade Center, lugar da escultura *Oscillating Steel Grids along the Brooklyn Bridge* de Bill Fontana, 1983.

des musicais dentro da linguagem da música contemporânea.[343] Os sons captados por oito microfones instalados na parte inferior da plataforma metálica eram transmitidos em tempo real da ponte de Brooklyn para o exterior de um dos edifícios do World Trade Center[344]. A 'voz da ponte' era reproduzida a partir de oito altifalantes ocultos, embutidos atrás dos suportes verticais da fachada da torre número um para a praça Austin J. Tobin. A presença do som abstracto da ponte flutuava sobre a praça, tornando-se parte do edifício. Confundido por vezes com o vento, o 'zumbido' familiar da ponte de Brooklyn dentro do contexto arquitectónico da praça transformou-se num paradoxo acústico.[345] O segundo exemplo, igualmente contraditório, é a 'escultura sonora urbana' *Distant Trains* (1984), onde Fontana funde o espaço acústico da estação de comboios mais movimentada da Europa, a *Köln Hauptbahnhof* (Estação Central de Colónia), com as memórias acústicas das ruínas do mais importante terminal ferroviário de Berlim antes da Segunda Guerra Mundial, a *Anhalter Bahnhof* (Estação de Anhalter).

---

343 Um dos sistemas de segurança rodoviária actuais de uma auto-estrada são as bandas sonoras que delimitam as extremidades das faixa de rodagem, que emitem um ruído de alerta ao condutor quando este sai da zona de circulação. Com base neste sistema sonoro, empresa nipónica Honda construiu para um anúncio de televisão, numa estrada nos arredores de Lancaster, Califórnia, um sistema que 'toca' parte do tema musical *The William Tell Overture* de Rossini, interpretado pela passagem a uma velocidade de 80 Km/h que com a percussão/fricção dos pneus sobre as ranhuras produz um efeito de 'estrada musical'.

344 Edifícios que colapsaram após o atentado terrorista de 11 de Setembro de 2001.

345 *Ibidem*, pp. 154-158.

Quando visitou pela primeira vez o resquício arquitectónico do terminal, o estranho silêncio do espaço abandonado parecia estar assombrado pelo som dos comboios e pela energia das pessoas que por ali circulavam. O 'assombro acústico', de acordo com Fontana, era tão vívido que decidiu conceber uma 'escultura sonora' que sugeri-se intensamente a mesma experiência 'mediúnica' para qualquer transeunte que passasse pelo lugar.[346] Transformar o espaço num momento transcendente impunha grandes desafios técnicos, entre os quais, como dissimular os altifalantes nas ruínas e ao longo da estação de modo a acentuar o impacto psicológico da peça pela invisibilidade da fonte sonora. Uma outra dificuldade a superar prendia-se com a projecção e qualidade acústica num imenso espaço vazio, obstáculo que foi contornado com a construção de recipientes específicos no chão onde foram embutidos os altifalantes. Esta solução, de acordo com as palavras do artista, «também fez o som de *Köln Hauptbahnhof* parecer '*kinesthetically*' correcto, apesar da ausência de uma estação de comboios real»[347], o seu equilíbrio é para Fontana um aspecto formal importante desta instalação sonora.[348]

[346] *Ibidem*, pp. 154-158.

[347] T. L. de: «also made the sound of *Köln Hauptbahnhof* seem kinesthetically correct, despite the absence of an actual train station». *Ibidem*, pp. 154-158.

[348] Ver vídeo nº 29 no anexo II [DVD].

CAPÍTULO IV

Manifestações tangíveis do som

Fig. 106 - (Página anterior) Detalhe da peça *Cymatics-Water* de Suguru Goto.

4. Manifestações tangíveis do som

O assunto que iremos abordar neste capítulo diz respeito à materialização do som numa expressão tangível e como ferramenta capaz de gerar formas, a partir de um conjunto de novas tecnologias.

O desenvolvimento e a inovação tecnológica encontra-se na origem das grandes transformações da civilização, interferindo em diversos domínios, nomeadamente da política, economia, comunicação e em particular no universo da arte. O tempo que nos separa do século precedente, permite-nos ter uma retrospectiva do que foi a evolução da tecnologia e perceber que a actual, não é nada mais do que o fruto das inovações e tecnologias do passado, com diz Bernard Stiegler, «a técnica é invenção e a invenção é novidade»[349]. Actualmente assistimos à constante renovação e integração das tecnologias numa velocidade 'vertiginosa', num ritmo contínuo que suscita a sensação de estarmos permanentemente desactualizados, fora de uma linguagem que nos ultrapassou.

A mudança de paradigma tecnológico proporcionou aos artistas novos meios de expressão, novas linguagem plásticas, mas também acelerou o processo de criação acentuando o seu carácter experimental e interdisciplinar. A crescente hegemonia da tecnologia electrónica e digital, despoletou uma ininterrupta mutação da novidade, ao ponto de que uma parte significativa da produção do artista implica que este se mantenha permanentemente informado das inovações mais recentes, à semelhança dos artistas na era da mecânica moderna.

Na sua definição mais elementar da física, o som é uma vibração. É uma oscilação que se traduz graficamente numa onda com um determinado comprimento. Com o advento da tecnologia electrónica o desenvolvimento de equipamentos de análise, gravação, reprodução e armazenamento áudio, permitiu a sua visualização. Actualmente, o desenvolvimento inovador da tecnologia digital permite fazer a conversão de um sinal

[349] T. L. de: «la technique est invention, et l'invention est nouveauté». STIEGLER, Bernard - *La techique et le temps. 2. La désorientation*, p. 10.

áudio, representado graficamente num software, numa linguagem tridimensional. A forma traduzida é uma interpretação aproximada de um registo com uma duração, ou seja, um fragmento de um som tangível. Para além desta expressão, a supremacia das novas tecnologias permitiu aos artistas equacionar outro tipo de hipótese, nomeadamente pesquisas com base na força de determinadas frequências sonoras, que quando controladas nos devidos ambientes e com dispositivos específicos permitem modelar matérias leves.

4.1. Cilindros sonoros

Através da escultura cinética *Waves,* de Daniel Palacios, pudémos constatar que o movimento contínuo sobre um eixo de rotação gera um conjunto de formas tridimensionais, ainda que virtuais, de acordo com o mesmo princípio que define um cone ou um cilindro de revolução. De modo análogo a estes sólidos, observámos que existe um conjunto de objectos gerados a partir de um eixo que procuram traduzir fisicamente a intangibilidade do som.

A onda acústica propaga-se por movimentos ondulatórios e como fenómeno periódico de propagação é determinada pelo comprimento de onda, que se define pela distância percorrida de um valor até à sua repetição. O que anteriormente apenas era traduzido graficamente num plano bidimensional por equipamentos electrónicos como o osciloscópio, com o advento das tecnologias digitais foi possível gerar virtualmente objectos virtuais a partir das frequências sonoras. O projecto *Cylinder* (fig. 107, 108 e 109)[350] é um exemplo disso mesmo. Trata-se de um conjunto de oito esculturas complexas, da autoria de Andy Huntington e Drew Allan, que interpretam de forma tangível e permanente as frequências sonoras[351] captadas num curto período de tempo, num determinado ambiente. Segundo Huntington, esta ideia teve por base o intento de plasmar objectos gerados por algoritmos verdadeiramente complexos, como os que se

[350] Ver também fig. 254 a 262 no anexo I, pp. 340-341.

[351] Dentro do espectro audível do ser humano.

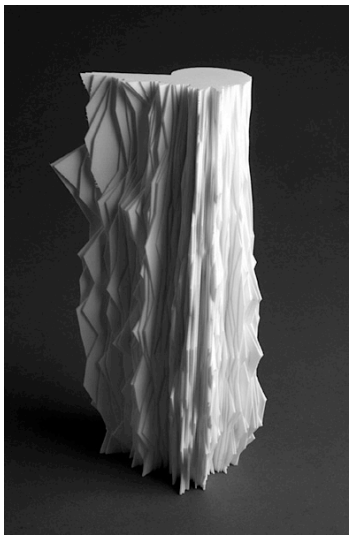


Fig. 107 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder*, 2004. Plástico ABS.

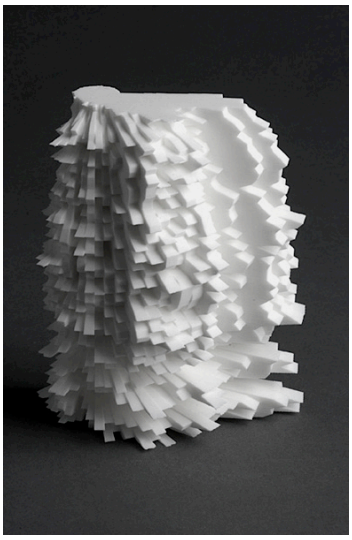


Fig. 108 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder*, 2004. Plástico ABS.

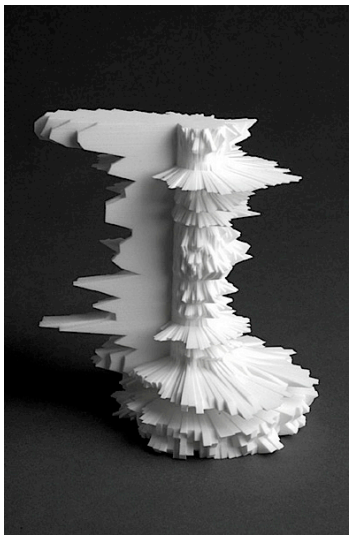


Fig. 109 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder*, 2004. Plástico ABS.

encontram presentes nas leis da natureza.[352] Para este propósito, de acordo Allan, desenvolveram um software «que traduz a entrada do som (vozes, música, espaço ambiente)»[353] em frequências representadas a 360º, das quais seleccionam um *frame* digital do som representado. A partir do objecto tridimensional virtual é gerado um ficheiro[354] com o qual materializam as esculturas, recorrendo a técnicas e equipamentos sofisticados de prototipagem rápida com capacidade para esculpir com um elevadíssimo nível de detalhe.[355] Em suma, *Cylinder* caracteriza-se como o resultado de um dispositivo que traduz sons em objectos tridimensionais. Por analogia, podemos dizer que as tentativas de gravar mecanicamente as vibrações sonoras sobre um suporte físico surgiram no final do século XIX, com o fonógrafo de Thomas Edison. Um engenho que permitiu aos antropólogos e viajantes gravarem em cilindros de cera os mais diversos sons, me-

---

352 HUNTINGTON, Andy - Cylinder. http://andyhuntington.co.uk/2003/cylinder/. 2014-02-22 17:22.

353 ALLAN, Drew - Cylinder. http://drewings.comlivepage.apple.com/. 2014-02-22 17:43.

354 Este tipo de ficheiro é representado pela extensão STL (*StereoLithography Apparatus*), que dentro da linguagem informática é um arquivo de estereolitografia usado como formato padrão na tecnologia desenvolvida para os processos de prototipagem rápida destinados à manufactura e desenvolvimento dos componentes 3D de um projecto CAD. STL *in* Reviver Soft.
http://www.reviversoft.com/pt/file-extensions/stl. 2014-02-24 14:40.

355 ALLAN, Drew - Cylinder. http://drewings.com/. 2014-02-22 17:47.

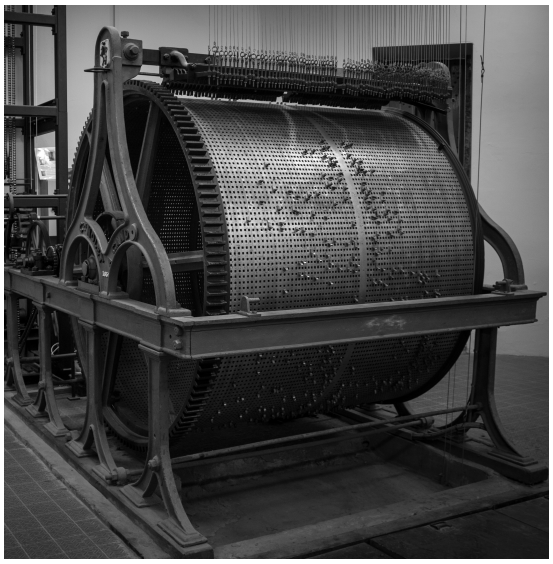


Fig. 110 - Cilindro metálico de uma máquina sonora (carrilhão).

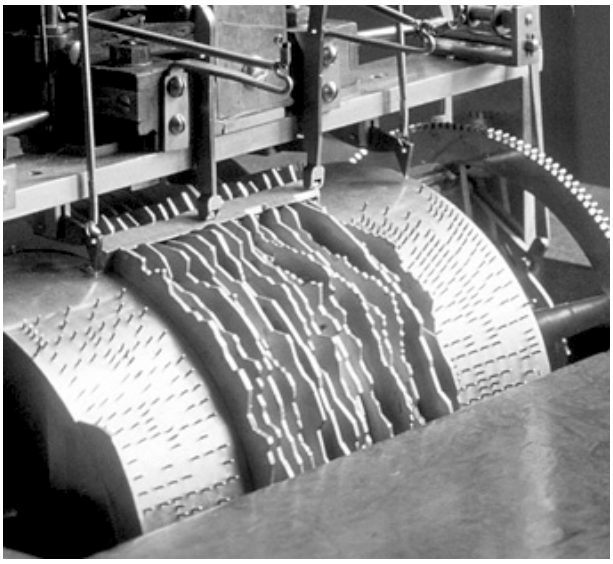


Fig. 111 - Detalhe do cilindro do autómato *La Joueuse de tympanon*, P. Kintzing e D. Roentgen, 1772.

lodias, cânticos, músicas, rituais e falas dos povos que visitavam por todo o mundo.[356] O que outrora foi uma invenção revolucionária, segundo McLuhan, actualmente é visto como um brinquedo que participa numa dimensão lúdica, uma dimensão que também já foi adquirida pela imprensa, rádio e televisão. Um entretenimento que levado ao extremo é transformado na principal forma de política e de negócio.[357]

O paralelismo entre os cilindros fonográficos de cera de Edison e os cilindros de plástico[358] de Huntington e Allan é evidente e incontornável. Contudo, enquanto os cilindros fonográficos de cera, cujas marcas, sulcos, saliências, depressões ou ranhuras impressas pela força física da vibração sonora são visualmente pouco perceptíveis, em *Cylinder* o registo áudio modela no plástico formas dinâmicas e agressivas. De acordo com Andy Cameron, tais formas parecem crescer lentamente, camada a camada, tal como o crescimento milenar de uma estalagmite. Do cilindro mais atarracado ao mais

---

356 PINTO, Tiago de Oliveira - Som e música. Questões de uma Antropologia Sonora, p. 257.

357 MCLUHAN, Marshall - *Ob. cit.*, p. 277.

358 Neste caso trata-se de plástico branco ABS, acrónimo inglês para *Acrylonitrile butadiene styrene*, que designa a combinação de três composto químicos: acrilonitrila, butadieno e estireno. É um copolímero que no seu estado físico resulta num termoplástico rígido, leve, resistente e com alguma flexibilidade. Não confundir ABS com o sistema de travagem *Antilock braking system*. ABS *in* Wikipédia [Em linha]. [Consult. 2014-02-23]. Disponível na www: <URL:http://pt.wikipedia.org/wiki/Acrilonitrila_butadieno_estireno>.

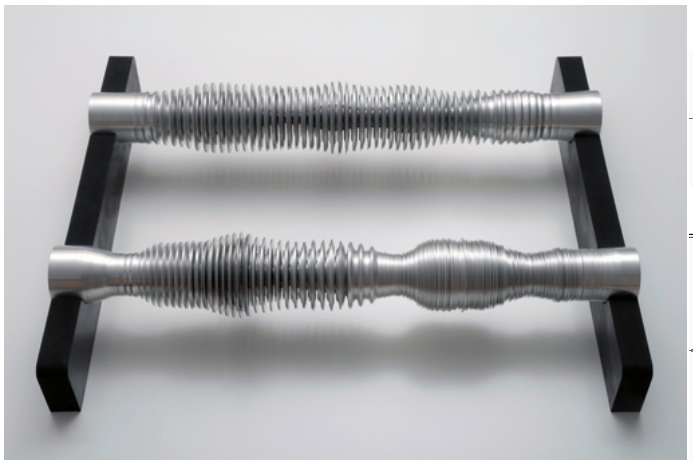


Fig. 112 - Carsten Nicolai, *yes / no*, 2008. 100 x 15 x 15 cm (cada). Alumínio e borracha.

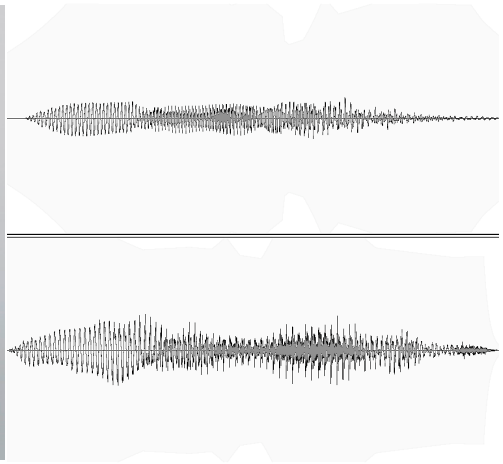


Fig. 113 - Gráficos do registo áudio das palavras *yes / no*, elaborado no software *Audacity*.

esguio, do pontiagudo ao mais delicado, as múltiplas configurações de *Cylinder* parecem assim descrever uma gravação do tipo áudio-físico de um passado que nunca existiu. «Podemos apenas imaginar os dispositivos de reprodução que poderiam ler essas formas e retornar a matéria ao som.»[359] Ou seja, tal como os cilindros de cera de Edison têm um dispositivo que reproduz sonoramente as suas marcas físicas, por analogia ao fonógrafo podemos imaginar um engenho capaz de interpretar o som das formas complexas de *Cylinder*.

Na realidade, já desde do século XVII que existem dispositivos com uma capacidade similar, nomeadamente as máquinas de música mecânica de Salomon de Caus e de Robert Fludd[360]. Recuando ainda aos autómatos do século XVIII analisados no primeiro capítulo, encontramos vários exemplos que dispõem de um cilindro de metal [geralmente de cobre ou latão] com um 'rendilhado volumétrico' complexo, como se fosse uma espécie de 'cilindro de braille' (fig. 110), alguns com semelhanças tridimensionais aos *Cylindre* de Huntington e Allan. Recordamos o mecanismo da célebre figura *La Joueuse de tympanon*, onde se constata que o cilindro situado na parte inferior do autómato (fig. 111)[361] é basicamente uma matriz sonora. Este componente funciona

[359] T. L. de: «We can only imagine the playback devices which could spin these shapes and return matter to sound.» Andy Cameron *in* ALLAN, Drew - Cylinder. http://drewings.com/. 2014-02-22 19:15.

[360] Ver fig. 263 e 264 no anexo I, pp. 342-343.

[361] Ver também fig. 165 e 166 no anexo I, pp. 280-281.

como um género de 'programação cinética' que comunica directamente com os membros superiores articulados da figura, que percutindo o dulcimer traduzem a volumetria irregular do cilindro em som.

A peça *yes/no* (fig. 112) de Carsten Nicolai, é um outro exemplo de escultura concebida a partir das ondas acústicas, nesta caso das palavras 'sim' e 'não', elaboradas a partir de um eixo de revolução. Através de um modelo gráfico bidimensional das ondas acústicas (fig. 113) e de um torno mecânico, Nicolai, dá corpo a duas peças em alumínio que procuram representar as características esculturais do som quando flui através do espaço.

***

Embora não tenha sido com o propósito de ler os cilindros de Huntington e Allan, um grupo de investigadores explorou as possibilidades de mapear um conjunto de esculturas em som com base na ecolocalização. A capacidade de entender as formas tridimensionais pelo som [ecolocalização] é uma 'tecnologia' que já existe na natureza. No reino animal o morcego é um exemplo notável. O seu sistema auditivo ultra-sónico consegue captar frequências máximas 100 vezes superior ao espectro sonoro audível do ser humano.[362] A hipersensibilidade perceptiva às altas frequências permite ao morcego locomover-se em plena escuridão, assim como, localizar objectos e medir distâncias. Segundo os fenómenos da propagação ondulatória, quando um morcego emite uma onda esta propaga-se até encontrar um obstáculo/superfície. Uma parte da onda é difraccionada, outra absorvida e reflectida. A parte reflectida dá origem a outros dois fenómenos: o eco e a reverberação. O retorno de parte do sinal à fonte emissora transporta consigo um conjunto de dados que faculta ao animal calcular com precisão a distância, a localização e dimensão dos objectos. Este fenómeno é designado por ecolocalização, ou também conhecido por biosonar. De forma análoga ao morcego, mas num meio de propagação de distinto, também a comunicação e locomoção de mamíferos como a baleia ou o golfinho funciona pelo sistema de ecolocalização. Um sistema que

[362] Ondas sonoras com frequências inferiores as 20 Hz são denominadas de infra-sons, as superiores a 20 000 Hz de ultra-sons (ondas mecânicas de alta frequência). Os morcegos conseguem captar frequências na ordem dos 120 000 Hz, enquanto o espectro audível do ser humano se situe entre os 20 Hz e 20 000 Hz. Sobre este assunto ver ponto II.1. Propriedades físicas do som, no apêndice, p. 235.

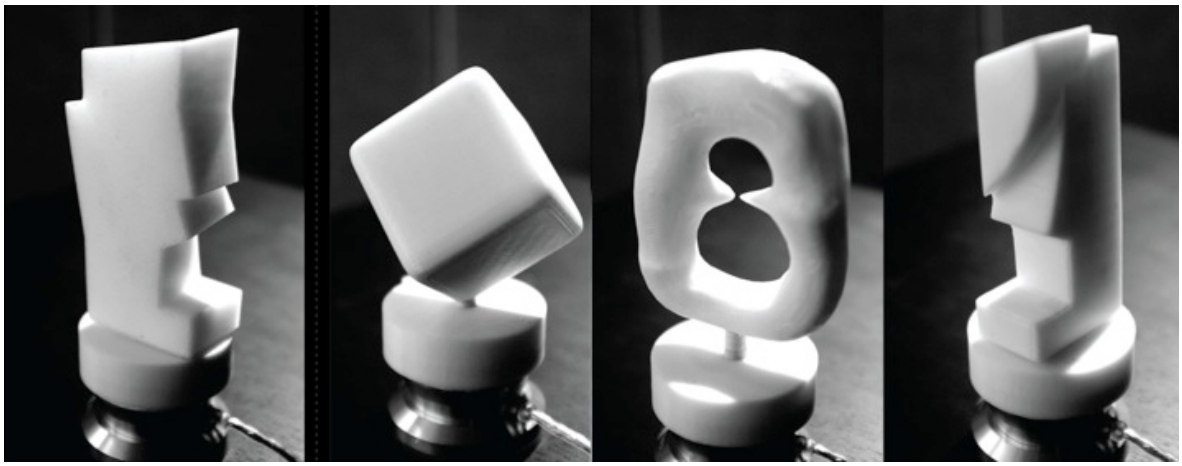


Fig. 114 - Florian Grond, Adriana Olmos e Jeremy Cooperstock, *Audible Sculptures*, 2012. Modelos de plástico de pequena dimensão de esculturas mapeadas.

foi copiado pela ciência sob o nome de sonar, concebido na primeira metade do século XX para equipar os navios de guerra para localizar os submarinos inimigos. Tal como o sonar ou o radar, uma grande parte do desenvolvimentos tecnológicos que hoje nos é familiar teve a sua génese em propósitos militares, sendo a internet um exemplo mais evidente. Subsequentemente, desde esse período até à contemporaneidade a investigação nas áreas da engenharia acústica têm vindo a propagar-se a outras áreas científicas e artísticas, nomeadamente no campo da medicina com a ecografia ou a cavitação ultrasónica, entre outras aplicações, como é o exemplo das *Audible Sculptures* (fig. 114). Um projecto interactivo que traduz as formas da escultura em som, desenvolve a capacidade háptica e outras modalidades de percepção comuns com o campo da arte sonora.[363] De acordo com os autores do projecto, as *Audible Sculptures* pretendem dar uma experiência audível das esculturas de modo a que as pessoas invisuais possam adquirir uma representação mental das suas formas e uma apreciação da sua presença.[364] Neste sentido, recorreram às tecnologias de ecolocalização que permitem ouvir as reflexões acústicas de impulsos nítidos de objectos que estejam próximos, facultando ao receptor informações adicionais sobre essa forma e o seu ambiente envolvente. Usado como um paradigma de interacção, a ecolocalização permite um envolvimento natural com as

[363] GROND, Florian; OLMOS, Adriana; COOPERSTOCK, Jeremy R. - Making Sculptures Audible Through Participatory Sound Design, p. 12-13.

[364] GROND, Florian; OLMOS, Adriana; COOPERSTOCK, Jeremy R. - *Ob. cit.*, p. 12-13.

esculturas, suscitando respostas sonoras mediante o som produzido pelo estalar dos dedos ou da língua. Segundo os autores, os sons das esculturas foram elaborados a partir da sonorização de características geométricas das formas, variando de acordo com a perspectiva do receptor, e não pretendem ser uma reinterpretação musical da escultura, mas sim dar uma representação sistemática de cada posição de audição em torno da escultura.[365]

O processo de criação de uma 'escultura audível' implica diversas fases de trabalho. A primeira etapa concentra-se na recolha precisa das dimensões físicas da escultura, que eventualmente pode ser executada a partir de um *scanner 3D*, de modo a gerar um modelo tridimensional virtual da peça num ficheiro digital[366], e que, servirá posteriormente para realizar um modelo à escala em plástico (que terá a função de sensor). Com a escultura já vectorizada o ficheiro é importado para um software de cálculo matemático[367] que permite manipular uma extensa matriz de vectores normais de superfície, e, exportar esses dados para um outro arquivo[368] que possibilita a leitura e processamento do modelo virtual para o programa de síntese de som em tempo real[369].

Numa perspectiva artística, de acordo os autores de *Audible Sculptures*, o «som pode complementar a experiência do domínio imediato do toque, dando as esculturas de uma presença que se projecta para o espaço, ressoando persistentemente na mente da sua audiência.»[370]

---

[365] IDEM, *Ibidem*, p. 12-13. Ver o exemplo de duas esculturas adoptadas na investigação, a *Working Model for Oval with Points* de Henry Moore e a escultura em pedra *Non Titrée* de Josef Pillhofer, instalada no Parque de Monte Royal, Canadá. Ver fig. 265,266 e 267 no anexo I, pp. 344-345.

[366] Ficheiro no formato .OBJ

[367] Denominado por *Matlab*.

[368] Ficheiro no formato .CVS

[369] Software denominado por *SuperCollider* é um áudio 'livre' escrito originalmente por James McCartney. Criado para projectos de *network music*, música ao vivo, música com base em algoritmos e para instalações de arte. É uma linguagem e ambiente de programação específica para síntese de áudio e composição algorítmica em tempo real. A sua eficiente linguagem de programação dinâmica deu-lhe alguma notoriedade no campo da investigação acústica e da programação interactiva. Tem sido usado e desenvolvido tanto por cientistas como por artistas que trabalham o som. SuperCollider *in* Wikipédia [Em linha]. [Consult. 2014-03-20]. Disponível na www: <URL:http://pt.wikipedia.org/wiki/SuperCollider>.

[370] T. L. de: «sound can complement the experience of the immediate realm of touch by giving the sculptures a presence that projects into space, resonating persistently in the audience's mind.» *Ibidem*, p. 12-13.

4.2. O som como escultor

O som enquanto matéria intangível causa sempre espanto quando se manifesta sobre outras matérias. Todos já sentimos certamente a sua forte vibração sobre o nosso corpo na proximidade de uma fonte sonora de grande intensidade, como, por exemplo, ao estar perto de um altifalante ultra amplificado em espectáculos musicais. Ora, se essa força física têm a capacidade para manipular outras matérias, será que conseguiremos esculpir através dessa força oculta? como? e que materiais? São estas, entre outras questões, que iremos procurar responder mediante a análise do trabalho e experimentação de alguns artistas que dedicaram parte da sua investigação ao estudo dos fenómenos físicos do som. Muito embora não seja uma área completamente nova, a perspectiva sobre o tema é inovadora porque parte da obra de artistas plásticos e não da perspectiva de cientistas que estudam tais fenómenos. Ou seja, existe interacção entre a cultura científica e visual, pois a área de investigação é a mesma mas as premissas, assim como os resultados, são diferentes.

Poderá o som ser um escultor? Tal como 'Tempo', de que fala Marguerite Yourcenar, é entendido como um grande escultor que dá vida às formas, também o som pode dar vida e corpo à matéria. O som é por natureza um escultor de formas, um modelador de matéria física. As suas vibrações propagam-se pelo espaço obedecendo aos fenómenos da propagação ondulatória, dos quais se destacam a absorção, a refracção, a reflexão e a difracção das ondas. Os fenómenos de vibração permitem-nos assim, descobrir e conhecer o som numa perspectiva distinta da escultura sonora. Tal como foi registado pelo investigador Hans Jenny, estamos perante um campo com imenso por explorar e descobrir novos métodos de gerar uma expressão tangível para esta fenomenologia.[371] Um campo de fenómenos onde a investigação empírica e sistemática gradualmente nos proporciona novos discursos plásticos, novas tipologias.

Embora os primeiros registos descritos sobre a visualização dos fenómenos da vibração datam do século XVII, pelo cientista Robert Hooke, as primeiras 'figuras so-

[371] JENNY, Hans - *Cymatics: A study of wave phenomena & vibration*, p. 20.

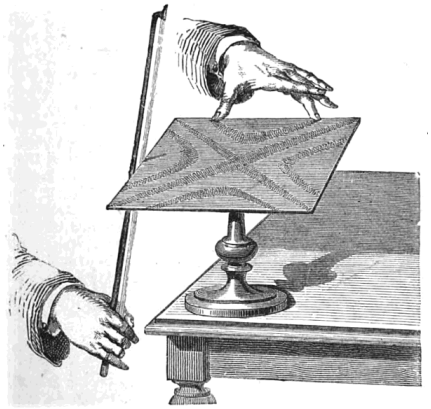


Fig. 115 - Ilustração de uma 'placa da Chladni'.

Fig. 116 - Demonstração de uma 'placa de Chladni'.

noras'[372] foram registadas no final do século XVIII pelo físico, músico e construtor de instrumentos musicais alemão Ernst Chladni, com base no trabalho pioneiro de Hooke[373]. Chladni é actualmente considerado por muitos historiadores como o 'pai da acústica'[374], pela sua investigação produtiva e inspiradora sobre a visualização de padrões de vibrações em superfícies mecânicas. As célebres 'placas Chladni' (fig. 115 e 116)[375], que vibram com a fricção de um arco de violino e revelam a formação de um padrão de areia fina, foram experiências particularmente importantes ao ponto da sua demonstração despertar o interesse do cientista amador e imperador, Napoleão Bonaparte, que financiou a tradução para o francês da obra mais relevante de Chladni, *Die Akustic* (1802).[376] Não menos importante é a obra teórica *Sound* (1867) do físico britâ-

---

372 JENNY, Hans - *Ob. cit.*, p. 21. Segundo o título da obra de Charles Wheatstone, figuras obtidas pela areia espalhada de acordo com a vibração da superfície onde se encontram, também comummente denominadas por 'figuras acústicas'. WHEATSTONE, Charles - *On the figures obtained by strewing sand on vibrating surfaces, commonly called acoustic figures.*, p. 76.

373 Robert Hooke (1635-1703) em 1680 foi pioneiro na observação dos padrões associados à vibrações sonoras. Cobriu uma placa de vidro com uma película de farinha e ao deslizar um arco viu os padrões a emergir.

374 Também considerado 'o pai da acústica moderna' pelos seus contemporâneos, nomeadamente pelo físico britânico John Tyndall (1820-1893). TYNDALL, John - *Sound*, p. 135.

375 Ver também fig. 268 e 269 no anexo I, pp. 346 -347. Visualizar a demonstração no vídeo nº 21, anexo II [DVD].

376 REES, Torben Rees - 'Ernst Chladni: physicist, musician and instrument maker', *Explore Whipple Collections*, [Em linha]. University of Cambridge: Whipple Museum of the History of Science, 2009. [Consult. 2014-02-13]. Disponível em WWW:
<URL: http://www.hps.cam.ac.uk/whipple/explore/acoustics/ernstchladni/>.

nico John Tyndall, que sumariou o trabalho experimental de um grupo de investigadores do início do século XIX auto-denominado '*Acousticians*'[377].

As experiências de observação e manipulação dos fenómenos vibratórios sonoros foram também matéria de investigação do cientista suíço Hans Jenny na década de 60. Percursor do trabalho de Chlandi, Jenny criou do termo *Cymatics*[378] que dá corpo a uma extensa e profícua investigação sobre a observação e o comportamento das vibrações rítmicas. Recorrendo a equipamento de alta tecnologia para a época, como osciladores que calibram de modo preciso o sinal áudio, executou um conjunto de experiências rigorosas com uma série de materiais como madeira, cartão, aço, cobre, vidro, areia de *quartz*, pó de *lycopodium*[379], glicerina líquida, água, luz, entre muitos outros, experiências das quais registou imagens magníficas dos fenómenos da vibração. Mas sobre a investigação de Jenny iremos retomar e desenvolver no decorrer deste capítulo por se revelarem importantes para este estudo e para as artes visuais numa época de grandes transformações estéticas.

Para além das experiências dos *Acousticians*, da *Cymatics* de Hans Jenny, entre diversos ensaios de outros investigadores, os fenómenos das experiências de Chladni ainda hoje influenciam e despertam curiosidade de muitos artistas que procuram na ciência da acústica o carácter mágico das vibrações sonoras visíveis, como por exemplo o concerto visual *The Biophilia Tour*, da cantora islandesa Björk.

É nesse desafio alquímico de visualizar o oculto que o som se assume enquanto 'escultor' da matéria. Um escultor que interfere nas leis da gravidade e inspirou a investigação plástica de artistas contemporâneos como Ayako Ono, Carsten Nicolai, Sachiko Kodama e Minako Takeno, Suguru Goto, Finnbogi Petursson entre outros. Criadores

---

377 O grupo '*Acousticians*' (com possível tradução de 'Acústicos') incluía Chladni, Thomas Young, Félix Savart, Colladon, Faraday, Charles Wheatstone, Lissajous, John Tyndall, Koening, A. Mayer, entre outros. *Ernst Chladni* in Monoskop. http://monoskop.org/Ernst_Chladni . 2014-02-11 14:35.

378 Do grego *Kyma*, que significa onda. Segundo Jenny, *to Kyma*, a onda; *ta kymatika*, relativo a ondas. JENNY, Hans - *Ob. cit.*, p. 20.

379 O Lycopodium, ou licopódio, é a designação comum de planta rasteira (Lycopodium clavatum) da família das Licopodiáceas, semelhante ao musgo. O pó de licopódio é preparado a partir esporos da planta e a sua principal propriedade é ser hidrofóbico.

que modelam a matéria dando-lhe uma forma tridimensional tangível através da manipulação de forças sonoras e forças electromagnéticas, uma manipulação que como analisámos anteriormente também teve um papel fulcral na concepção das esculturas cinético sonoras de Takis e de Lye.

4.2.1. *'Cymatics'*, vibrações sonoras

Respirar, sentir o ritmo mais ou menos veloz do nosso músculo cardíaco, observar a cadência das ondas do mar e o fluxo e refluxo das suas águas pela atracção da Lua e do Sol, é constatar que na natureza existe uma ampla evidência de sistemas periódicos. Sistemas que vivem de acordo uma mudança contínua e repetida, de um ponto ao outro, numa série de eventos. Compreendemos deste modo, que tudo o que nos rodeia está num estado contínuo, não linear, de constante vibração, oscilação, ondulação e pulsação.[380] Assim, tal como as partículas de luz se difundem pelo espaço, também o som se propaga segundo fenómenos vibratórios, sendo que a necessidade da sua observação física tem sido matéria de uma longa investigação por gerações de cientistas, desde Robert Hooke no século XVII, passando por Ernst Chladni e os *Acousticians* até à experiência culminar de Hans Jenny, na segunda metade do século XX. Experiências científicas que têm inspirado e contribuído para a produção de novas linguagens visuais no domínio da arte e que foram também seguidas pelo *Center For Advance Visual Studies* (CAVS)[381], fundado em 1986 no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) por György Kepes, um artista da *light art* cuja pesquisa plástica sobre os fenómenos naturais geraram novas formas expressivas.

No início do século XIX os palcos das óperas eram iluminadas por lâmpadas a gás, cuja chama ocasionalmente mudava de forma consoante o volume e o tom de voz

---

[380] JENNY, Hans - *Ob. cit.*, p. 17.

[381] O CAVS é uma plataforma, um fórum para as artes potencialmente interagirem com todas as disciplinas e media, perscrutando hipóteses inexploradas de expressão criativa. Muitas destas investigações transdisciplinares abrangiam projectos de colaboração entre artistas, cientistas, matemáticos, engenheiros e académicos, dando ênfase à arte experimental e ambiental. SILER, Todd - *Breaking the mind barrier*, p. 307.

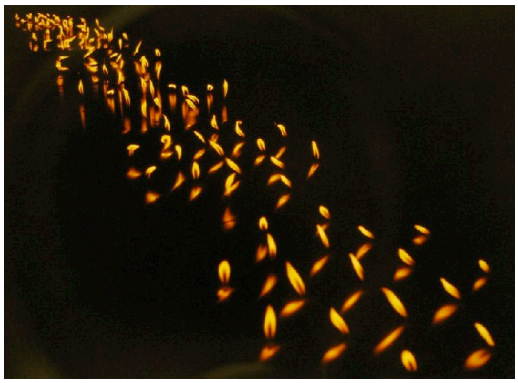


Fig. 117 - György Kepes, *Flame Orchard,* 1972. Alumínio, cobre, gás propano, transdutores e equipamento áudio.

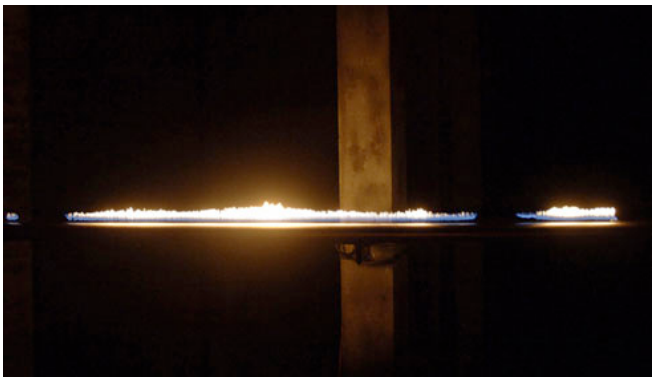


Fig. 118 - Finnbogi Petursson, *The Watertanks,* 2006.

dos cantores líricos.[382] Este fenómeno instigou Kepes a pesquisar a acção do som sobre a luz, que resultou na concepção da peça *Flame Orchard* (fig. 117). Esta obra é composta por um conjunto de pequenas chamas de gás que vibram pela deslocação do ar mediante a acção acústica de um tema musical da autoria do compositor Paul Earls. De modo análogo ao fenómeno abordado por Kepes, também o artista islandês Finnbogi Petursson, em *The Watertanks* (fig. 118)[383], explorou a modelação de chamas de gás propano através da emissão de uma onda sonora de 53Hz. Petursson registou que, consoante a maior ou menor intensidade, a frequência grave desloca uma massa de ar que domina e urde as chamas num ritmo cinético vibrante, transformando-as numa aparente correspondência sinestésica entre da onda sonora que se propaga pelo espaço e a sua formal física.

Inspirado nas performances dos compositores experimentais John Cage e David Tudor, a obra do compositor e performer americano Alvin Lucier tem por base uma profunda exploração das características das ondas sonoras e as propriedades acústicas do espaço, como é o exemplo da sua peça mais conhecida, *I Am Sitting in a Room*

[382] MIT MUSEAM - Flame Orchard [Em linha]. [Consult. 2014-02-18]. Disponível em WWW: <URL: http://museum.mit.edu/150/106>.

[383] Ver também fig. 277 e 278 no anexo I, p. 351, assim como o registo vídeo nº 22 no anexo II [DVD]

(1970)[384]. O contacto com a obra *Cymatics* de Jenny, influenciou Lucier a criar *The Queen of the South* (1972), uma peça na qual os sons são reproduzidos através de transdutores fixos a uma placa de madeira contraplacada, coberta por um pó fino. Mediante a alteração do tom, timbre e sonoridade dos sons o pó gera padrões tridimensionais diferentes de acordo com o modo e intensidade de vibração da placa.[385] Os padrões obtidos nesta peça são semelhantes às 'figuras acústicas' de Chladni, uma investigação que permitiu a Lucier explorar os fenómenos acústicos visíveis de acordo com o mesmo princípio mas adaptando uma tecnologia mais recente.

Sem configuração, sem forma, com maior ou menor densidade a matéria líquida pode fluir e encontrar caminhos através dos obstáculos, assim como também pode, ganhar forma, como vimos nas sonoesculturas de fluídos magnéticos de Kodama ou nas esculturas cinéticas de Hans Haacke. As matérias líquidas pelas suas diversas propriedades como, por exemplo, a adaptabilidade, têm suscitado a investigação de novas expressões artísticas. Tal como Ono ou Kodema, também os artistas Finnbogi Petursson, Carsten Nicolai e Suguru Goto têm explorado o potencial cinético dos fenómenos da vibração sonora, particularmente sobre matérias em estado líquido. A série obras *Milch* (fig. 119), de Nicolai, são um exemplo da visualização dos fenómenos acústicos sobre um líquido natural, o leite. Um fluído que espelha a pureza e simplicidade da natureza, já presente na estética fenomenológica das imperturbáveis *milkstone*[386] de Wolfgang Laib no final da década 70. Paradoxalmente à fragilidade da superfície estática e opaca do leite branco sobre o mármore, na qual o espectador pode sentir-se tentado a tocar para entender o que vê, em *Milch* a propagação das ondas sinusoidais sobre a matéria

---

[384]. Esta peça explora as propriedades acústicas do espaço, pela repetida regravação da gravação da sua voz recitando a explicação da peça, que começa por "*I Am Sitting in a Room…"* . LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 257. Ouvir faixa de áudio nº 4 no anexo II [DVD].

[385] COLLINS, Nicolas - *Handmade electronic music: The art of hardware hacking*, p. 44.

[386] *Milkstone* consiste numa placa de mármore branco com uma camada de leite. A 'fusão' de ambos materiais pela sobreposição, de cor similar, causa no espectador o instinto de tocar pela incerteza do que vê. OTTMANN, Klaus - *Wolfgang laib a retrospective*, p. 18.

desvelam o dilema perceptual, anulando o "princípio da incerteza" do observador. Segundo descrição de Nicolai, a obra *Milch* é assumida como:

> Uma série de experiências, que examinam a relação entre a ordem e desordem por meio de uma superfície de líquido que se encontra sob a influência de diferentes oscilações de frequência. Na série de testes, o leite foi exposto a ondas de sinusoidais que variam de 10 a 150 Hz. O som, quase imperceptível para o ouvido, aparece nesta série de testes como uma estrutura visual em movimento permanente. Aqui, a inter-relação directa entre sinais acústicos e padrões visuais torna-se visível. As baixas frequências fazem com que os líquidos se comecem a movimentar. Dependente da frequência, surgem diferentes padrões de movimento. Este fenómeno complexo causa uma interacção entre padrões regulares e caóticos, que também podem ser comparados com a interferência de um sinal acústico num espaço tridimensional.[387]

O carácter experimental da série *Milch* (fig. 119)[388] revela não só uma relação entre a ordem e desordem, entre a quase imperceptibilidade da audição e a sua visibilidade pela materialização das ondas, revela também um processo de investigação e de pensamento similar ao de um cientista. Facto que o próprio Nicolai admite, afirmando que «o seu trabalho tem mais referências à ciência e matemática do que à história da arte»[389], tal como podemos analisar pelo conjunto da sua produção, em particular, pela evidência do nome de algumas das suas peças, como por exemplo em *334 m/s* [390], com a qual

---

[387] T. L. de: «the basis of *milch (milk)* is a series of experiments, which examine the relationship between order and disorder by means of a surface of liquid that is under the influence of different frequency-oscillations. in the test series, milk was exposed to sinus waves ranging from 10 to 150 hz. sound, almost imperceptible to the ear, appears in this test series as a permanently moving visual structure. herein the direct interrelation between acoustic signals and visual patterns becomes visible. lower frequencies make liquids start to move. dependent on the frequency, different patterns of movement appear. this complex phenomenon causes an interaction of regular and chaotic patterns that can also be compared with acoustic signal interference in a three-dimensional space.» NICOLAI, Carsten - Milch (series of 10). http://www.carstennicolai.de/?c=works&w=milch. 2012-11-19 21:45.

[388] Ver também fig. 279, 280 e 281 no anexo I, pp. 352-353. Visualizar registo vídeo nº 23 no anexo II [DVD].

[389] Tradução livre: LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 211.

[390] Ver fig. 282 no anexo I, p. 354.

Fig. 119 - Carsten Nicolai, *Milch*, 2000. At 50 Hz.

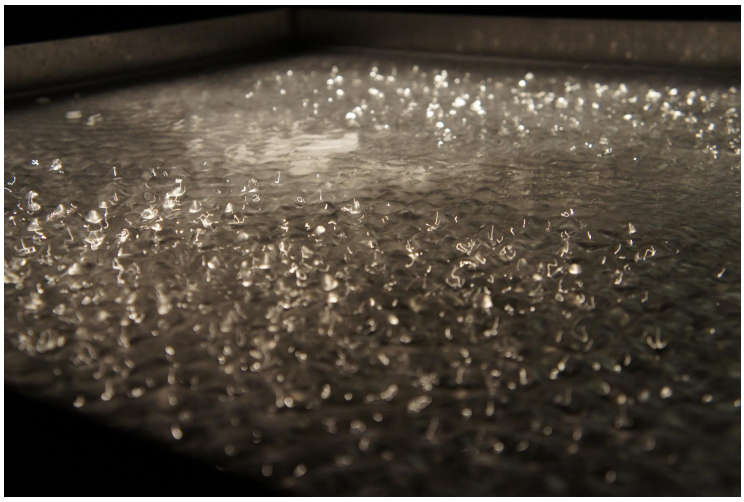


Fig. 120 - Suguru Goto, *Cymatics - water*, 2011.

pretende perscrutar a visualização da velocidade do som; ou *Snow noise*[391], na qual explora a formação de cristais de acordo com a relação entre a luz e o som.

Igualmente relevante no panorama da criação artística com base em fenómenos sonoros e com afinidade à investigação de Nicolai, é a obra de Finnbogi Petursson. A sua pesquisa ganha corpo no início da década de oitenta, com base num simples gravador como um meio artístico, sendo o som o seu principal veículo. Sem nunca descurar a importância dos avanços tecnológicos no âmbito da investigação artística, em 1991 Petursson concebe a obra *Circle* (fig. 121), onde explora a visualização de fenómenos imateriais a partir da reflexão dos movimentos de uma matéria líquida. A força acústica proveniente de um altifalante suspenso sobre um espelho de água gera diversas 'imagens sonoras'. As imagens reflectidas sobre a parede desenham formas circulares que variam consoante a intensidade e frequência sonora emitida, algo similar à experiência de projectarmos uma pedra para dentro de um lago estagnado. Contrariamente à consequência evidente do impacto do objecto sobre a água, a acção de um som e a sua repetição numa determinada frequência (que no caso de *Circle* oscilam entre 0 e 200Hz), obtêm-se imagens com padrões da mesma natureza através da invisibilidade das ondas sonoras. Gerado por dispositivos electrónicos, o som manipulado por Petursson é re-

[391] Ver fig. 283 e 284 no anexo I, p. 354.

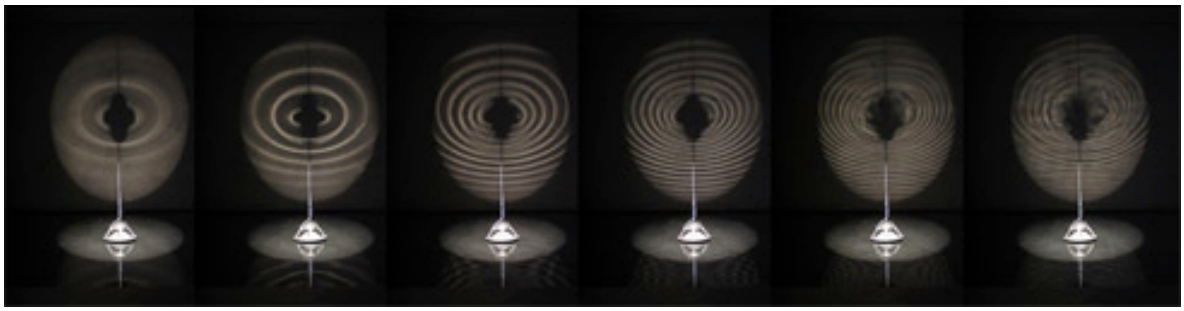


Fig. 121 - Finnbogi Petursson, *Circle*, 1991-2005.

duzido à sua essência e tem sempre um carácter abstracto, formado parte de um jogo perceptivo complexo.

Na mesma linha de investigação de Petursson, Nicolai e igualmente influenciado pelo trabalho de Hans Jenny, o artista japonês Suguru Goto explorou a relação perceptiva entre a natureza da audição e da visão, pondo em evidência o conceito de "música para ver e ouvir a visibilidade".[392] As sonoesculturas *Cymatics* exploram os fenómenos hidrodinâmicos (fig. 120), utilizando um conjunto de frequências sonoras sobre um superfície com água dão corpo a um 'baixo-relevo' efémero e a formas efémeras tridimensionais num *non-newtonian fluid*[393] em constante mutação. Segundo a descrição do processo por Goto, o som é gerado por um computador e a vibração propagada pelo transdutor é transmitida à matéria líquida que exprime um padrão tridimensional do movimento da morfologia sonora. Relativamente ao comportamento da água, de acordo com as palavras de Goto, citando:

> Quando o som do altifalante é em menor frequência (frequência subsónica), muitos círculos redondos são criados periodicamente na água. O intervalo na linha do círculo fica mais estreito quando a frequência aumenta. Dado que o volume é mais alto, a altura da onda torna-se maior. Na frequência de médios, torna-se um movimento de onda distorcida. Quando um som é um ruído, o fenómeno no qual a superfície da água toda se enfurece, acontece. Quando a frequência do som e a frequência de ressonância de um recipiente coincidem, também o fenómeno de

[392] GOTO, Suguru - Cymatics. http://suguru.goto.free.fr/Contents2/Cymatics/Cymatics-e.html. 2014-01-16 11:27.

[393] O fluído 'não-newtoniano', tal como é definido por Goto (como referência a uma matéria num ambiente de micro-gravidade), é uma simples composição de água com amido de milho.

> ressonância será causado na água. Quando a frequência de oscilação de um movimento de onda juntamente com a ressonância do recipiente, transforma-se numa grande energia e o efeito de spray começa a ocorrer.[394]

Relativamente ao comportamento do fluído 'não-newtoniano', Goto registou que quando o som é pouco intenso, em frequências médias, apenas são criadas ondas. Quando o som é muito intenso, mediante baixas frequências, as formas geradas não são previsíveis. Com o aumento da intensidade sonora a forma obtida começa a 'ficar de pé' e em constante movimento, assemelhando-se a 'pequenas criaturas' em estado vivo.[395]

Em suma, à semelhança de outras peças aqui analisadas, como as de Nicolai ou Ono, e de tantas outras, a *Cymatics* de Goto participa num processo sinestésico no qual a percepção do som é fisicamente entendido como um fenómeno natural. Verificou-se na descrição de todos os autores que a visualização do fenómeno acústico pela modelação de matérias sólidas ou líquidas aumenta substancialmente com a intensidade força sonora das baixas frequências, sendo que o registo das formas tridimensionais é efémero. A sua modelação mais elaborada, como as peças de Ono ou de Goto, implica um conjunto de equipamentos sofisticados e um domínio tecnológico avançado. Contrariamente às esculturas sonoras analisadas no capítulo anterior, podemos constatar que quanto à escala as sonoesculturas são na generalidade de pequena dimensão, como consequência dos requisitos e limitações tecnológicas. A modelação de uma sonoescultura de grandes proporções implica, deste modo, dispor de um sistema capaz de gerar uma intensidade sonora elevada, com força acústica de larga escala ou, numa perspecti-

---

394 T. L. de: «When the sound from the speaker is in lower frequency (subsonic frequency), many round circles are periodically created in water. The interval in the line of the circle gets narrower, when the frequency rises higher. As the volume is louder, the height of the wave becomes higher. On the midrange frequency, it becomes a distorted wave motion. When a sound is a noise, the phenomenon in which the whole water surface rages, happens. When the frequency of sound and the resonant frequency of a container coincidence, the Resonance phenomenon will be caused in the water, as well. When the oscillating frequency of a wave motion and a container resonate, it becomes big energy, and a spray begins to occur.» *Ibidem.*

395 Ver vídeo nº 24 no anexo II [DVD].

va mais futurista, ter a possibilidade de ser modelada num atelier com ambiente de micro-gravidade ou de gravidade zero.

De acordo com o mesmo princípio do *CAVS*, constatou-se também que para o domínio desta nova expressão visual, de novos media, os artista partilham da mesma plataforma de investigação transdisciplinar onde os projectos entre cientistas, filósofos, engenheiros, matemáticos, académicos, artistas, entre outros, ampliam a rede a novas linguagens.

4.2.2. 'Sonoescultura'

No universo das artes sonoras o campo da escultura sonora contém em si um conjunto de tipologias distintas. Encontramos as esculturas nas quais a produção do som é inerente e de modo inverso encontramos, ainda que efémeras, formas criadas pelo som. Na sequência dos fenómenos da correlação entre a escultura e o som anteriormente abordados, e por ser um território plástico em constante experimentação, optou-se por designar a ocorrência do fenómeno físico de 'sonoescultura', um neologismo formado pelas palavras 'som' e 'escultura', para classificar este género de modelação a partir da força das ondas acústicas. Ou seja, enquanto na 'escultura sonora' a forma do objecto dá corpo e identidade ao som, na 'sonoescultura' o som dá corpo à forma. Estamos perante um fenómeno de transdução de uma matéria intangível numa forma visível e corpórea. Um fenómeno que requer equipamentos sofisticados e precisos para controlar e modelar a matéria.

Tal como o som, também as sonoesculturas são efémeras, nascem, vivem e expiram de acordo com o evento temporal da sua fonte sonora, de acordo com o seu modelador. São igualmente cinéticas, pois o som somente consegue dar forma à matéria propagando-se através de um meio, sendo o gasoso o meio mais comum.

A sonoescultura é na sua essência uma substância modelada pela energia de uma fonte sonora. A relação entre uma determinada frequência sonora numa determinada intensidade permite com relativa facilidade a modelação tridimensional de partículas visíveis ultra leves como: esferas de poliestireno expandido; penas; cotão; pó ultra-fino; entre outros materiais de baixa densidade. Para a sua concepção é fundamental o conhecimento dos fenómenos físicos do som, assim como, dispor de equipamento tecnológico específico que permitam gerar um campo de força sonora capaz de gerar ambientes de micro-gravidade[396], ambientes propícios à modelação da matéria física.

---

396 Um ambiente de micro-gravidade, tal como o próprio nome indica, é um ambiente no qual a ausência de peso não é perfeitamente alcançado por existirem pequenas forças residuais, como a resistência do ar ou pressão solar. EUROPEAN SPACE AGENCY - Microgravity and Parabolic Flights [Em linha]. [Consult. 2014-02-10]. Disponível em WWW <URL: http://www.esa.int/Education/Fly_Your_Thesis/Microgravity_and_parabolic_flights>.

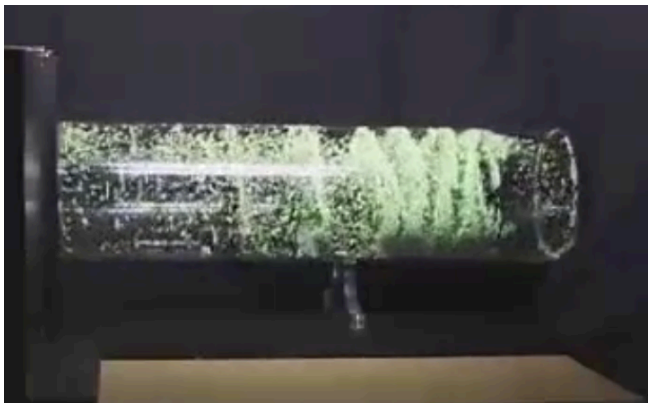


Fig. 122 - *Sound Wave Sculpture*, 2001.

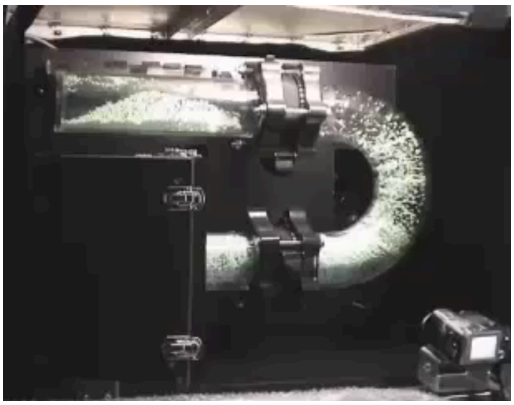


Fig. 123 - *Sound Wave Sculpture 3*, 2005.

A gravidade é uma condição à qual estão subordinados quase todos os fenómenos físicos, químicos e biológicos que ocorrem no nosso planeta. Até mesmo a anatomia do nosso corpo, estrutura óssea, estrutura muscular, posição dos órgãos, desenvolveu-se e adaptou-se às leis da atracção, na qual, tudo o que é mais pesado do que o ar, cai.[397] É principalmente em torno da experimentação da ausência de gravidade que a investigação prática da artista Ayako Ono tem uma importância significativa no âmbito do nosso tema. *Sound Wave Sculpture* (fig. 122 e 123)[398] é uma das referências que ilustra o que denominámos por sonoescultura, que segundo Ono, «é uma escultura formada a partir da composição musical de ondas sonoras sinusoidais que fazem com que as partículas se movam dentro do tubo.»[399] Na descrição do método de ensaio de *Sound Wave Sculpture*, Ono explica que utilizou espuma de estireno esférica (com 2 mm de diâmetro) dentro de um cilindro de acrílico, no qual se encontra fixo numa das extremidades uma coluna que emite um conjunto de sons, reproduzidos por um leitor de áudio ligado ao respectivo amplificador sonoro. Da experiência pôde observar que existia uma relação entre a frequência das ondas sonoras sinusoidais e as formações de partículas. Nas suas experiências em ambiente de micro-gravidade Ono criou três ver-

---

397 *Ibidem*.

398 Ver também os vídeos nº 26 e 27 no anexo II [DVD].

399 T. L. de: «is a sculpture formed from music composed of sinusoidal sound waves which cause particles to move in a pipe.» NAMBA, Sachiko [et al.] - Experiment for Sculpture Formed by Music "Sound Wave Sculpture 3". *J. Jpn. Soc. Microgravity Appl.*[Em linha]. Vol. 23, nº 4 (2006) [Consult. 2011-05-11]. Disponível em WWW: <URL:http://www2.angkasa.gov.my/attachment/RFP/Sample_Exp_Japan_3.pdf>.

sões distintas de *Sound Wave Sculpture* com tubos [contentor] de formato diferente onde explorou a reacção de diversos materiais [conteúdo] às ondas sonoras. Segundo as palavras da artista:

> O objectivo do terceiro experimento [...] é variar a forma do tubo (três formas são examinadas) e os tipos de conteúdo, investigar para a expressão artística a forma e o movimento gerado pela música composta por ondas senoidais.
> O movimento das partículas no tubo é controlado pelas suas frequências de ressonância. Tubos mais longos têm uma ampla gama de frequências de ressonância, permitindo que partículas reajam à música com mais frequência. [...] Portanto, esta experiência utilizou tubos em forma de U e outros angulares para aumentar o comprimento e explorar as possibilidades de formas num espaço limitado.
> Em adição aos tubos acima descritos, foi também construído um tubo cilíndrico estanque. O tubo foi cheio com líquidos imiscíveis para estudar os padrões sob a influência de música.[400]

De acordo com a explicação, o som composto pelas ondas senoidais geraram dentro dos cilindros reacções tridimensionais curiosas em materiais distintos expostos a intensidades sonoras variáveis, como podemos assistir em *Sound Wave Sculpture 2*[401]. Do con-

---

[400] T. L. de: «The purpose of the third experiment presented here is to vary the shape of the pipe (three shapes are examined) and types of content, and to investigate for artistic expression the form and movement generated by music composed with sinusoidal waves. The motion of particles in the pipe is controlled by its resonant frequencies. Longer pipes have a wider range of resonant frequencies, allowing particles to react to the music more frequently. In other words, the range is important to compose music more freely. Also, the length of the straight pipe was limited to a maximum of 60 cm by rack size for experiments. Therefore this experiment utilized U-shaped and angled pipes to increase the length and explore the possibilities of shapes in a limited space. In addition to the pipes described above, a watertight cylindrical pipe was also constructed. The pipe was filled with immiscible liquids to study their patterns under the influence of music.» *Ibidem.*

[401] Ver vídeo H no DVD em anexo. Neste ensaio foram experimentadas tensões (V) distintas nos seguintes materiais: espuma de estireno esférica (2 e 5 mm de diâmetro) a 16V; arroz tufado a 17V; espuma de estireno esférica (2 mm de diâmetro) juntamente com esferas de latão (2, 3, 5 e 6 mm de diâmetro) e barras emissores de luz[177], a 19V; pequenos sinos esféricos (8 mm de diâmetro) mais pequenos objectos (feitos a partir de uma argila super leve) e pequenas partículas coloridas de vidro, a 21V; grânulos de prata (diversos tamanhos) *LED's* (*light-emitting diodes*) e espuma de estireno esférica (2 mm de diâmetro) 22V; vários tipos de grãos a 21V; espuma de estireno esférica (2 mm de diâmetro) a 20V; espuma de estireno esférica (2 mm de diâmetro) mais esferas de latão (2, 3, 5 e 6 mm de diâmetro) e barras emissores de luz, a 24V-30V.

junto de experiências Ayako Ono concluiu que, nos ambiente de micro-gravidade os sons de alta frequência produzem uma reacção óbvia sobre os materiais, semelhante ao comportamento dinâmico de elementos vivos dentro de água. Podemos igualmente acrescentar que, nesta tipologia de sonoescultura, as reacções tridimensionais das matérias sensíveis a ambientes de micro-gravidade estão fortemente condicionadas pelo seu contentor [no caso apresentado, pelo tubo linear ou em U]. O contentor limita a forma ao seu conteúdo, ou seja que, a título de exemplo, num recipiente de formato quadrangular, tronco-cónico ou irregular, materiais iguais expostos à mesma fonte sonora e à mesma intensidade têm uma reacção tridimensional diferente.

O que começou por ser uma experiência com base na micro-gravidade, e que pode ser experimentado num 'voo parabólico'[402], resultou num '*space art project',* com origem no estudo de viabilidade de uma *Space Art*[403] proposto à Agência Nacional de Desenvolvimento Espacial do Japão, que como vimos, se caracterizada pelo movimento e polimorfia de pequenas partículas em massa gerada por diferentes frequências sonoras que Ayako Ono descreve com as seguintes palavras:

> *Sound Wave Sculpture* é uma experiência com 'voo parabólico'. O voo parabólico significa um voo que utiliza a queda livre para ambientes de micro-gravidade. Na descida de um voo parabólico, pessoas e objectos dentro do avião podem experimentar a ausência de peso.
> Dado que as ondas sonoras criam vibrações no ar, as micro partículas no recipiente cilíndrico podem ser 'esculpidas' usando música diferente para gerar diferentes formas e movimentos. Somente objectos leves reagem a sons em um ambiente de 1G[404], sob gravidade normal da Terra, mas percebemos que os efeitos diferem em

---

402 Sem sair da força gravitacional da terra, o 'voo parabólico' é uma experiência de voo com gravidade zero que permite simular, durante alguns segundos, a ausência de peso. 'Parabólico', porque a trajectória deste voo descreve uma parábola, na qual, o ponto de inflexão desta se encontra nos 8500 metro de altitude.

403 De acordo com Ayako Ono *Space Art* - traduzido pelo autor como Arte Espacial ou Arte do Espaço - propõe uma nova expressão artística pela ausência de gravidade.

404 A gravidade é medida por uma unidade representada por 'G'. Por convenção a atracção da terra é definida por uma força de 1G, ou seja que, vivemos num ambiente 1G.

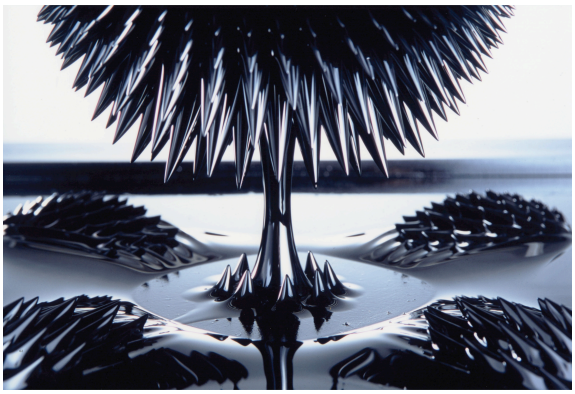


Fig. 124 - Shachiko Kodama e Minako Takeno, *Protrude, flow,* 2001.

Fig. 125 - Shachiko Kodama e Minako Takeno, *Protrude, flow,* 2001.

> ambiente de micro-gravidade. Objectos pesados podem ser movidos pela ausência de gravidade. Esta foi uma experiência fundamental para nova expressão. [405]

O fascínio pelo domínio da anti-gravidade tem diluído as fronteiras entre arte e ciência, instigando artistas a proporem novas equações visuais com base nas tecnologias de última geração. Cientes dessa dinâmica as artistas japonesas Shachiko Kodama e Minako Takeno colocam a seguinte questão: «Será que podemos obter um objecto real que se transforma ele próprio tal como nós o é-mos concebido?»[406] É neste desafio que as instalações interactivas de Kodama e Takeno não deixam o mais leigo dos espectadores indiferente à 'magia do impossível'. *Protrude, flow* (fig. 124 e 125)[407] é a prova física desse fenómeno 'paradigmático', uma obra onde o metal é líquido, desafia a gravidade e flui sincronicamente de acordo com um sinal sonoro. Segundo os seus criado-

---

[405] T. L. de: «Sound Wave Sculpture is an experiment with 'parabolic flight'. The parabolic flight means a flight which make use of the free falling for micro-gravity environments. On the descent of a parabolic flight, people and objects inside the plane experience weightlessness. Since sound waves create air vibrations, micro particles in the cylindrical container can be 'sculpted' by using different music to generate different shapes and motions. Only light objects react to sounds in a 1G environment, under normal gravity on the earth, but we noticed that the effects differed in micro-gravity environment. Heavy objects can be moved by weightlessness. This was a basic experiment for new expression.» ONO, Ayako - Sound Wave Sculpture. http://www.orbit.zkm.de/?q=node/329. 2006-05-07 00:23.

[406] T. L. de: «Can we obtain a real object that transforms itself as we have designed it?» KODAMA, Sachiko; TAKENO, Minako - Protrude, flow. http://www.kodama.hc.uec.ac.jp/project/20-21.pdf. 2014-02-17 23:40.

[407] Ver também fig. 270 a 273 no anexo I, pp. 348-349, e o vídeo nº 28 no anexo II [DVD].

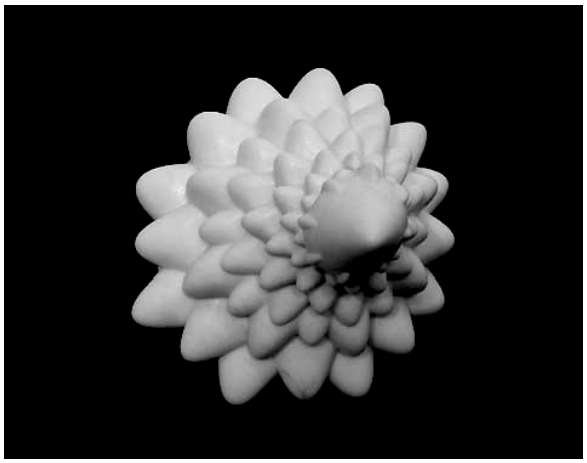


Fig. 126 - Robert M. Smith, *Gynefleuroceraptor,* 2003.

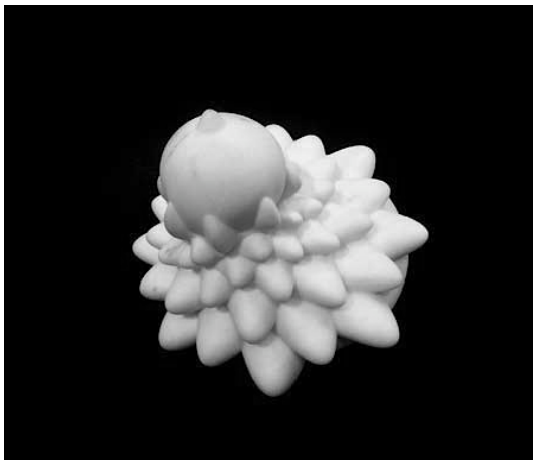


Fig. 127 - Robert M. Smith, *Ephesiancybergin,* 2003.

res, estamos perante uma obra que usa fluídos magnéticos[408], som e imagens em movimento projectadas num grande écran.[409] Expondo o líquido negro metálico a um campo magnético variável, a intensidade e os múltiplos pontos afectados pelos electroímans, controlados por um computador, reagem às mudanças de som do espaço criando um padrão de formas tridimensionais orgânicas e um fluxo de transformações dinâmicas impressionantes. Estamos perante a criação efémera de formas biomórficas electromagnéticas, que em parte, podemos considerar análogas às peças *Ephesiancybergin* (fig. 127) e *Gynefleuroceraptor* (fig. 126)[410]. Esta concebidas por Robert M. Smith a partir da tecnologia de fresagem CNC para modelar e reproduzir as estruturas básicas da natureza. Formas arquetípicas como espirais e curvas orgânicas transpostas para materiais tradicionais da escultura, como mármore o granito ou a madeira.[411]

Contrariamente à sonoescultura de Ono, que existe contida num espaço limitado, *Protrude, flow* vive num ambiente aberto domado por um campo magnético. Embora as expressões visuais sejam bem distintas pela matéria, espaço e forma, encontramos

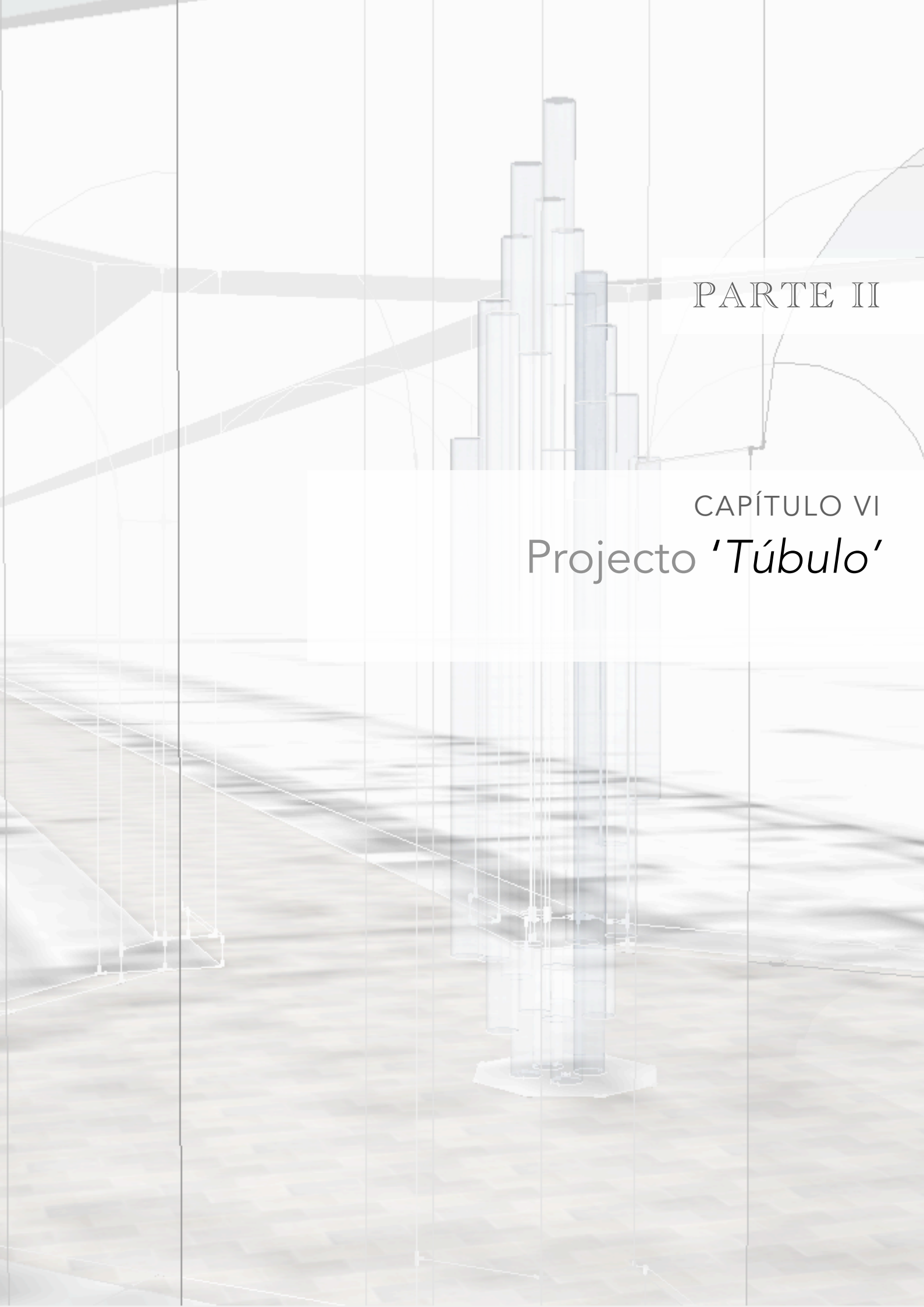
[408] Tal como o mercúrio é conhecido como um metal 'líquido', também os fluídos magnéticos se apresentam em estado líquido. Igualmente conhecidos por ferrofluídos ou fluídos ferromagnéticos, são líquidos compostos por partículas que são capazes de responder à presença de um campo magnético.

[409] *Ibidem.*

[410] Ver também fig. 274, 275 e 276 no anexo I, p. 350.

[411] WANDS, Bruce - *Art of the digital age*, p. 96.

um denominador comum que lhes confere a sua evanescência, o Som. Em ambas o poder cinético da acústica move, transforma, modela, esculpe a matéria segundo as suas leis. Torna-se evidente que conhecer os seus fenómenos é equivalente a um canteiro perscrutar a pedra e escolher as ferramentas adequadas para a talhar. 'Esculpir com o som' define-se assim, pelo domínio dos utensílios e dos seus fenómenos.



PARTE II

CAPÍTULO VI

Projecto *'Túbulo'*

5. Projecto *'Túbulo'*

5.1. As primeiras propostas

Enquanto escultor o contacto com as mais diversas matérias-primas foi sempre uma procura constante, dos materiais mais nobres e tradicionais aos mais contemporâneos. Foi o potencial físico de um elemento invisível como o som que sempre me intrigou.

Desde as primeiras experiências vibratórias de Chladni às 'sonoesculturas' de Ayako Ono, a curiosidade de visualizar o fenómeno sonoro traduzido em formas tangíveis propiciou a indagação e o desenho das primeiras experiências. Assim, as ideias iniciais tiveram por base o som como um elemento com capacidade para modelar vários materiais.

Fisicamente o som é uma vibração. Propaga-se através de um veículo universal [meio gasoso][412] capaz de o transmitir incessantemente,[413] segundo um movimento oscilatório em que a acção das moléculas de ar interagem com outras partículas. Consoante a frequência e intensidade sonora aplicada sobre materiais leves, ou substâncias líquidas, é possível obter uma expressão visível em constante mutação. Ainda que evanescentes, as formas obtidas nos primeiros ensaios foram pouco expressivas, revelando a necessidade de adaptar um recipiente para conter os materiais. Embora este 'contentor' seja necessário, porque permite que os materiais se aglomerem em vez de se dispersarem, esta necessidade revela que a forma do recipiente influi e condiciona os materiais que contém. Neste sentido, as primeiras propostas (fig. 130 e 131) foram pensadas no sentido de conceber uma forma, um 'contentor', para modelar os materiais com o som, ficando ambos confinados a uma matriz. As peças foram desenhadas para estarem suspensas pelas extremidades, no mesmo ponto onde se encontram dois altifalan-

[412] O meio gasoso é o mais comum, mas também se propaga por meios sólidos e líquidos. Ver meios de propagação do som, no apêndice, ponto II.1., pp. 230-232.

[413] STRUTT, John William; RAYLEIGH, Baron - *The theory of sound*, p. 1.

Fig. 130 - Desenho da primeira proposta, 2011.

tes de alta potência. O 'contentor' seria translúcido, possivelmente de vidro ou resina cristal, permitindo ver e controlar os materiais manipulados. Por sua vez, a sua forma é uma representação tridimensional de um som específico gravado e traduzido graficamente para um modelo 3D virtual.

É possível obter resultados com diferenças significativas do que já foi experimentado se considerarmos as formas possíveis que a matriz pode tomar, assim como, o tipo de material de que é feita, se é rígido ou flexível. Temos também que considerar os dispositivos acústicos, bem como o espectro de frequências a explorar, o que representa um extenso número de ensaios com um enorme potencial plástico. Após realizar um primeiro conjunto de experiências com vários materiais[414] e diferentes contentores

[414] Foram testados alguns materiais como: papel de diferentes espessuras, qualidade e tamanho; cotão; penas; esferas de poliestireno de vários dimensões e qualidade; aparas de madeira; limalha de ferro; entre outros.

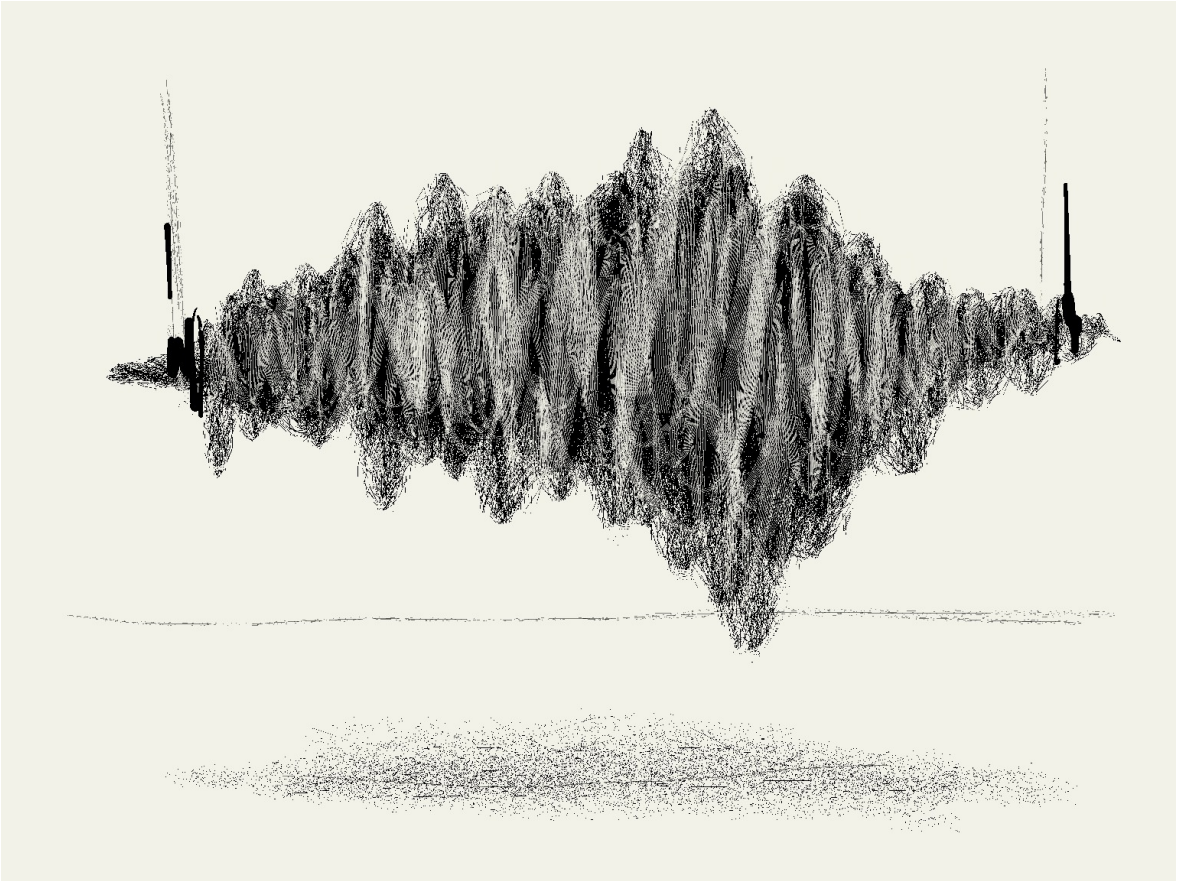


Fig. 131 - Desenho outra versão, 2011.

translúcidos[415], os resultados obtidos nestes ensaios foram significativamente menos dispersivos, mas ainda assim muito efémeros. Concluí que para obter um domínio satisfatório sobre os vários elementos necessitaria de trabalhar num laboratório equipado com dispositivos técnicos muito específicos para este tipo de ensaios. Só num ambiente de investigação com tais características é possível obter progressos numa nova abordagem à escultura feita a partir da força física do som.

Dadas as contingências, optei por elaborar um conjunto de propostas com base em modelos cinético-sonoros, com potencial inovador e tecnicamente exequíveis. Desde sistemas motorizados simples a engenhos de natureza mais complexa.[416]

[415] Como o vidro, acrílico e polietileno.

[416] Ver fig. 151 e 152 no apêndice, pp. 280-281.

5.2. 'Túbulo'

Túbulo é um escultura sonora composta por um corpo de tubos de aço inoxidável e por dispositivos electrónicos que geram um campo electromagnético sonoro accionado pela proximidade do espectador.

Do latim, *Túbulo* designa tubo pequeno, está relacionado com os materiais que dão forma à escultura e pelo modo como esta gera, e propaga, o seu som. *Túbulo* é aqui assumido como tendo duplo sentido, enquanto 'sinal' acústico e enquanto 'sino', objecto sonoro. Para além do tradicional sino, na cultura musical um sino diz respeito a um instrumento formado por um conjunto de tubos metálicos de tamanhos graduados, mas todos com o mesmo diâmetro. Os tubos são abertos nas extremidades e têm dois orifícios pelos quais são suspensos numa estrutura. Quando percutidos geram um som similar a um sino, motivo pelo qual o instrumento é denominado por sinos tubulares[417], ou carrilhão.[418]

Sendo composta por uma série de elementos afins à cultura musical, impõem-se a questão: é um instrumento musical? É importante definir que *Túbulo* não é um instrumento musical. É uma escultura concebida com a intenção de produzir som aleatório, sem qualquer propósito musical. Pode no entanto, tal como em casos anteriormente analisados, por exemplo o caso de Harry Bertoia ou de Elmar Daucher, ser considerada como um instrumento musical não convencional, apenas depende da interacção/intenção do espectador.

A concepção desta obra partiu não só do som, da luz natural reflectida pela escultura mas principalmente a partir do lugar. Os três elementos coexistem em equilíbrio. A luz ilumina as formas da escultura que por sua vez a irradia pelo espaço. O som tem a particularidade, como diz Bosseur, de esculpir o espaço, sendo essa uma das suas

---

[417] Na organologia os sinos tubulares são classificados como um idiofone. Rever descrição de idiofone no ponto I.1. Classificação e sistemática, no Apêndice, pp. 218-219.

[418] Não confundir com o *Glockenspiel* [jogo de sinos], instrumento que na sua origem era constituído por uma série de pequenos sinos afinados, ou seja, um carrilhão de pequena escala. Por questões de portabilidade os sinos foram 'transformados' em barras metálicas rectangulares, mas mantiveram o nome de *Glockenspiel.* HENRIQUE, Luís L., *Instrumentos Musicais*, *ob. cit.*, pp. 43-45.

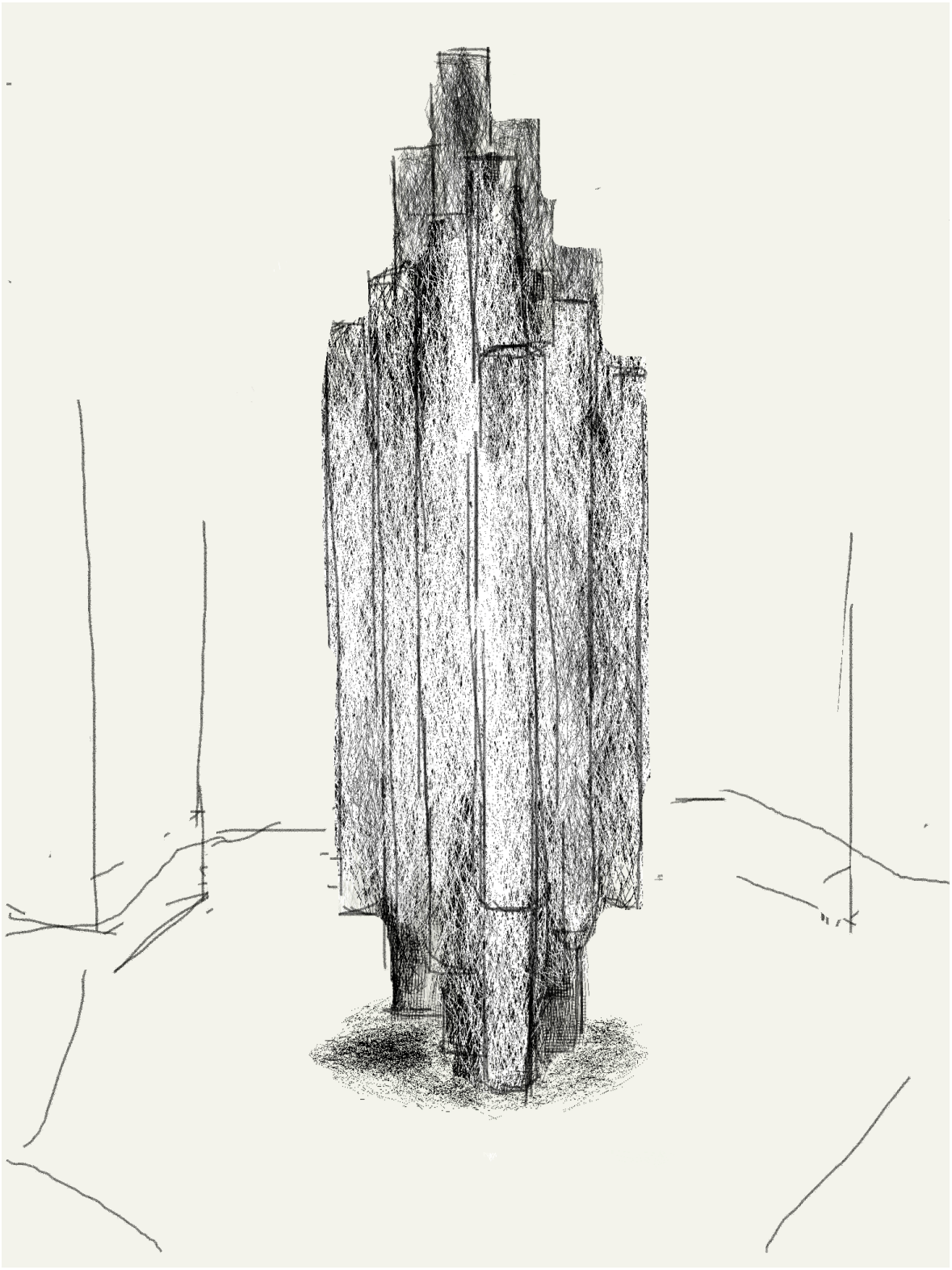


Fig. 131a - Estudo da escultura sonora *Túbulo* 2013.

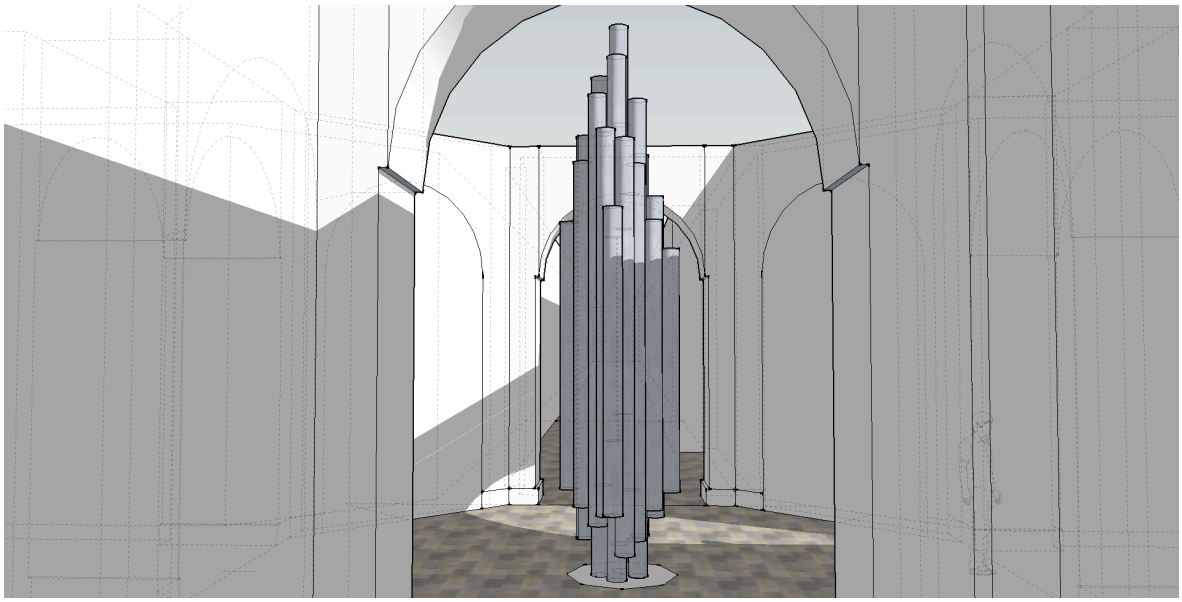


Fig. 132 - *Túbulo*, estudo formal (vista de frente).

principais propriedades. O lugar deve ter o potencial de propagar a sonoridade da escultura a todos os recantos do seu corpo, até que as ondas sonoras se dissipem gradualmente pelas longas galerias e para lá das dos limites visíveis.

5.2.1. Forma

O som e luz reflectida pelos tubos dão forma à escultura. O som é gerado mediante a activação de campo electromagnético que varia a sua frequência e amplitude, consoante o movimento de aproximação e afastamento do espectador. Quanto maior for a distância mais rarefeito fica, acabando por se dissipar. Por sua vez, a luz natural que incide sobre a escultura confere-lhe um brilho peculiar, que é irradiado pelas superfícies curvas polidas do seu corpo metálico.

A sua verticalidade encontra-se interligada com a verticalidade do lugar e das suas propriedades acústicas. A forma da peça *Túbulo* nasce do estudo do espaço, um espaço que tem um pé-direito de aproximadamente 13,5 metros e funciona como uma caixa acústica da escultura que amplifica os seus sinais sonoros. Metaforicamente falando o espaço pode-se considerar como sendo o interior de um sino colossal e a escultura é o 'badalo', o 'péndulo' que faz vibrar as paredes do seu corpo.

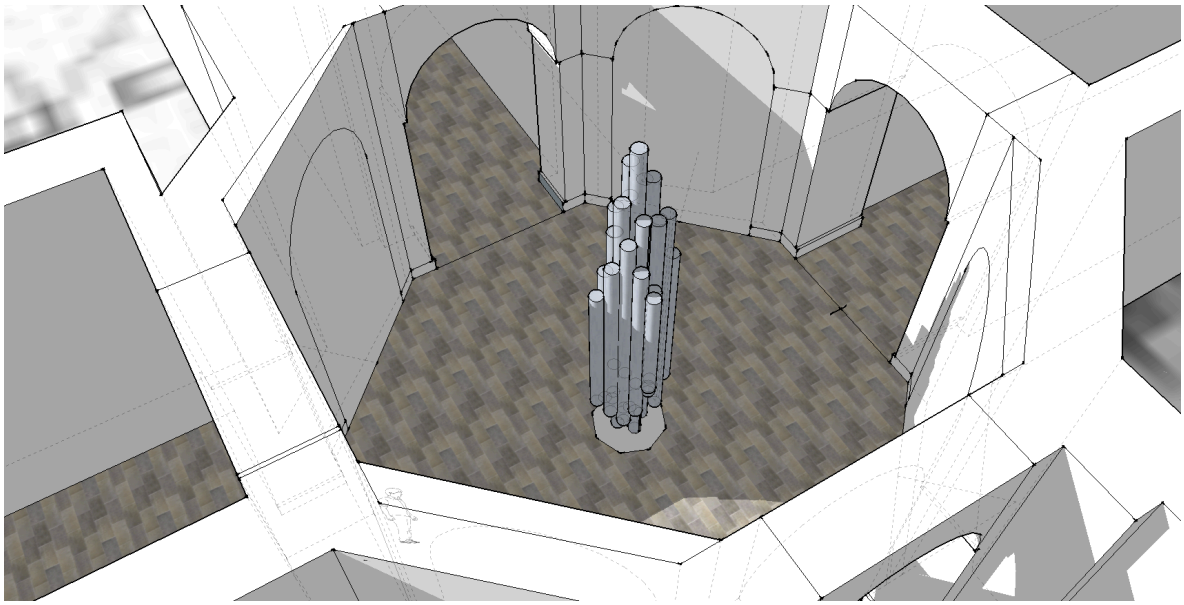


Fig. 133 - *Túbulo*, estudo formal (perspectiva aérea).

Nos primeiros esboços de Túbulo a forma era mais sintética, encontrando-se reduzida a um tubo de grande diâmetro, na ordem dos 1000 milímetros, em aço inoxidável polido suspenso sobre o espaço, sem tocar o solo e de modo a libertar o objecto da força gravítica (simulando essa visão de pêndulo sonoro de um sino imaginário). Com desenvolvimento da ideia a forma aproximou-se dessa ideia de pêndulo mas formado por um conjunto de 21 tubos (fig. 131a). Não conhecendo a resistência da estrutura arquitectónica, por ser um espaço muito antigo e com algumas restrições de preservação, optei por fazer nascer a peça pendular do solo, dando a ideia, através da composição que nada a prende ao chão, apenas repousa. Por outro lado, as características acústicas do lugar amplificam o sinal e permitem que as ondas sonoras geradas pela escultura se propaguem pelo espaço do edifício, despertando o sentido auditivo em toda a sua extensão e para além dos seus limites físicos.

5.2.2. Materiais

Presença comum numa grande diversidade de objectos sonoros, o tubo é provavelmente um dos objectos com maior potencial acústico. É por natureza um excelente condutor de matérias. Aberto nas extremidade permite que o som se propague pelo

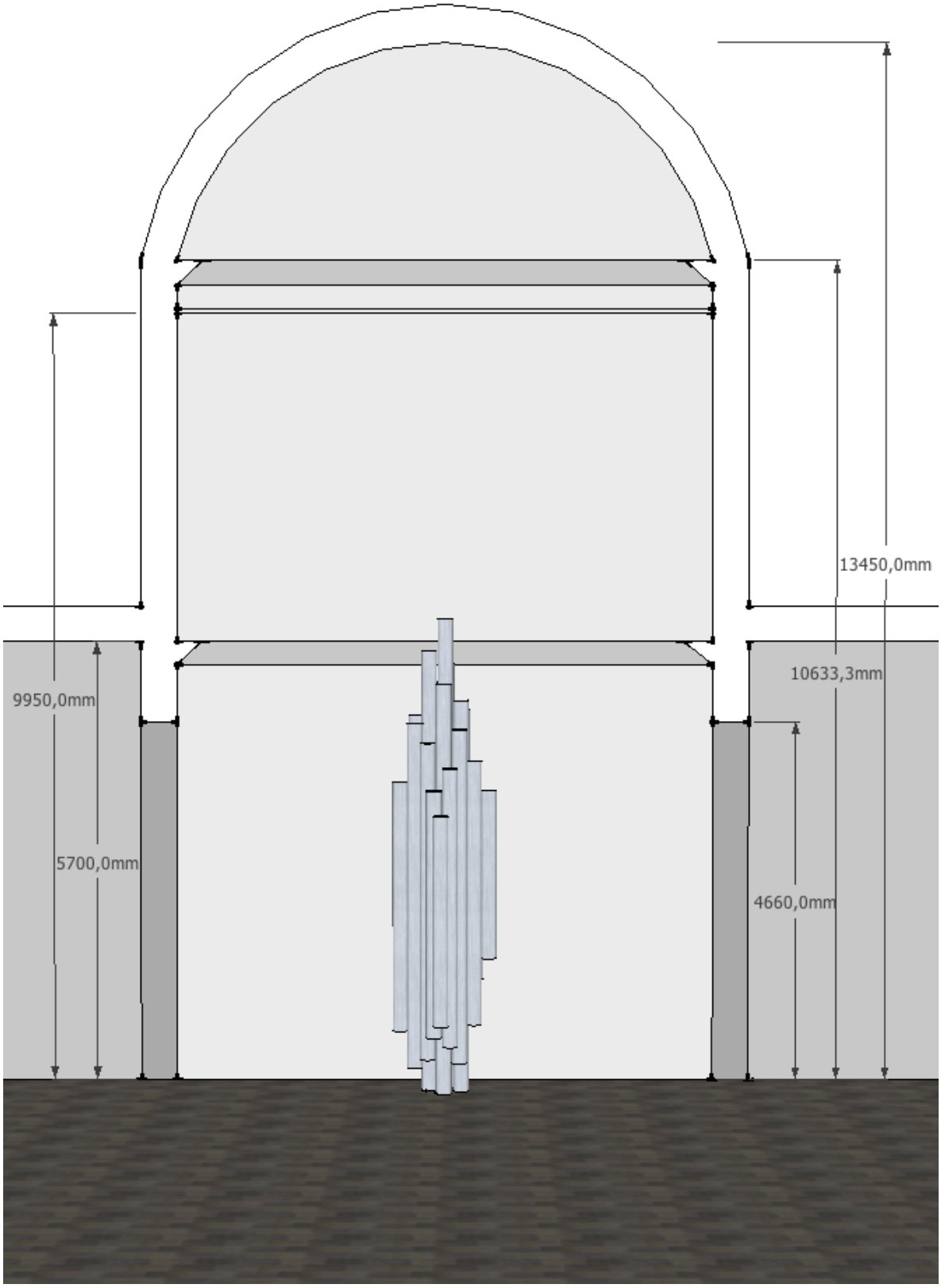


Fig. 134 - Relação da escala da escultura com o espaço. Corte do octógono e respectivas cotas.

seu interior transformando-o. Com um simples orifício na sua superfície curva permite alterar o comprimento acústico do tubo, que consoante o seu diâmetro modifica a sua escala cromática.

Os tubos são uma constante na construção dos mais variados objectos sonoros, porque conduzem e modelam as partículas de ar e subsequentemente o som. É provavelmente um dos instrumentos mais básico, que pode ser percutido ou ser uma estrutura que transporta o som. Ao longo da anterior investigação pudémos constar que os tubos são objectos comuns, utilizados pelas suas propriedades acústicas numa grande variedade de objectos e em várias tipologias de instrumentos musicais como, por exemplo, em órgãos, sinos tubulares, *sixxen*, trompetes, flautas, etc.

A escultura é realizada em tubos de aço inoxidável, porquê? Porque uma das minhas referências são as estruturas dos órgãos de tubos que se encontram integrados em espaços de culto religioso, nomeadamente igrejas, catedrais e capelas. Dos mais antigos e de grande porte aos dispositivos electrónicos mais contemporâneos e discretos. O tubo é uma referência importantíssima nos objectos do sonoro e um objecto com qual tenho grande afinidade na construção de outros projectos de escultura, por ser um objecto com um carácter industrial contemporâneo, existindo em diversos materiais e para os mais distintos fins.

Em *Túbulo* optei por utilizar tubos de aço inox polido pelo seu potencial reflector e pela linguagem minimal, que se encontra relacionado com a pureza, com a depuração máxima da matéria e da forma. O espelho tem por natureza um capacidade de atrair a atenção sobre a imagem reflectida. É essa qualidade de atracção que pretendo passar através de um acabamento ao nível de um espelho. A reflexão da luz natural do espaço e da deformação do lugar na superfície curva do tubo polido é um pólo de atracção, um pólo que procura captar a atenção do espectador a aproximar-se do seu núcleo e activando o seu campo sonoro inesperado.

5.2.3. Sonoridade

A sonoridade 'misteriosa' de *Túbulo* propaga-se pelo espaço que a confina e ressoa por todo o edifício até se dissipar. O som tem essa particularidade de se propagar

para além dos limites da visão, transportando consigo uma informação cuja a sua origem por vezes é desconhecida. Quando é essa a sua configuração diz-se, como foi analisado anteriormente, que o som é acusmático, ou seja, ouve-se mas não percebemos a fonte de origem, é algo que ouvimos sem saber de onde provem.

Em parte, foi isso que me fez escolher este tema, a ideia de poder trabalhar sobre som da qual se desconhece a origem. No fundo a criação de uma situação de 'mistério' onde nos questionamos sobre a sua proveniência. Com base na investigação da primeira parte, procurei explorar dois tipos de sons quase simultâneos. O primeiro deriva da acção do espectador quando se aproxima da escultura e activa o campo electromagnético de uma 'antena gigante', do qual resulta um som com grandes variações de amplitude e frequência. O segundo som resulta da vibração gerada pelo primeiro, pelo facto da maioria dos tubos estarem soltos e suspensos sobre uma estrutura que os sustenta. Esta estrutura é no fundo o corpo central da escultura que nasce no chão e atinge aproximadamente os 6 metros de altura (fig. 134). Dentro deste corpo central ficam alojados os dispositivos que transformam a escultura num emissor e receptor de sinais. É a relação de aproximação ou afastamento que despoleta o som que vem dos altifalantes, embutidos no interior do corpo central da escultura, e que com a sua força vibratória faz oscilar os tubos suspenso que se auto-percutem, propagando um segundo espaço sonoro num timbre similar ao de um sino tubular. Tal como um instrumento musical, a escultura também é afinada a sua forma e o seu som. O potencial de combinações sonoras é enorme. Em suma, podemos dizer que se trata de uma escultura sonora que gera som de duas formas, uma electroacústica e a outra por auto-percussão, ambas accionadas pelo espectador sem que este toque a peça.

5.2.4. Amplificar a escultura com o espaço

A escultura é por natureza uma arte da matéria e do espaço. Segundo Martín, a arte tridimensional ao desenvolver-se no espaço real deve ser considerada numa primeira instância como uma arte táctil e sinestésica, pois o contacto com esta manifestação artística, para além do sentido visual, é realizado «através das mensagens e sensa-

ções que se experimentam com o tacto e o próprio corpo.»[419] A sua presença suscita uma necessidade invisual de ver e sentir com as mãos, sensações que para o escultor são uma informação basilar para entender a forma, a matéria, a temperatura e a textura da escultura, uma experiência que transcende a mera relação luz/sombra. Sendo igualmente uma arte táctil, a escultura sonora adiciona outras variáveis à experiência sensorial, pois, para além de se desenvolver no espaço, é também no espaço que a sua matéria intangível se funde, propaga e dilui. Assim, o lugar é um elemento de extrema importância para a escultura porque tem a capacidade de a 'polarizar', gerando um campo de energia com potencial para atrair os sentidos de quem por ela passa. O espaço articula-se com a obra como sendo uma casca exterior à própria escultura, também ele é uma escultura em vazio, limitada pelas paredes que dão corpo e forma ao edifício.

De acordo com as propriedades físicas do som, o espaço [meio gasoso] é o veículo primordial de propagação das ondas sonoras, e tal como analisado, nem todos os espaços e materiais são bons condutores acústicos.[420] Assim, a selecção de um lugar para expor uma escultura sonora têm de ser considerados um conjunto de requisitos, dos quais se destaca o potencial acústico do espaço. Conhecedor dos fenómenos sónicos que ocorrem em lugares como cisternas, igrejas, anfiteatros, salas de espectáculo, entre outros, na obra *The Music of Stones* Stephan Micus foi ao encontro das reverberações transcendentes da Catedral de Ulm, para substanciar a sonoridade das ressonantes criações líticas de Elmar Daucher. À semelhança de Micus, para 'polarizar' *Túbulo* procurou-se um espaço com design acústico capaz de amplificar e projectar naturalmente as ondas sonoras, tal como a caixa de ressonância de um instrumento musical, um lugar em que o mais ínfimo murmúrio ganha 'vida' através do seu eco.

Considerando que a apresentação da presente dissertação terá lugar no Colégio do Espírito Santo da Universidade de Évora [CES-UÉ], e de modo a potenciar a acústica, escala e iluminação da escultura *Túbulo*, o local mais adequado no CES-UÉ é a

---

[419] T. L. de: «través de los mensajes y sensaciones que se experimentan con el tacto y el proprio cuerpo.» MARTÍN, Rosmary Enrich - *Ob. cit.*, p. 485.

[420] Ver no apêndice a indicação de alguns materiais maus condutores acústicos, ponto II.1., pp. 227.

Torre Cruzeiro, ou seja, o centro do octógono que se encontra na intersecção dos dois eixos principais do primeiro piso do referido Colégio. O projecto desta escultura foi elaborado considerando este lugar específico.

A peça será instalada neste local de passagem obrigando as pessoas a contorná-la. Ao entrarem inadvertidamente no campo electromagnético da escultura, esta emite um sinal sonoro que varia a frequência e a amplitude, consoante uma maior ou menor proximidade e movimentos do observador, atraindo-o para um jogo coreográfico interactivo de gestos e sons.

Túbulo é um somatório de elementos das várias tipologias sonoras. É um projecto que ambiciona desenvolvimentos futuros. Gostaria imenso de a ter realizado, pois era minha intenção apresentar uma obra de outra envergadura, mas por falta de financiamento tive que alterar o que era o meu desejo inicial e apresentar o desenvolvimento do projecto. Isto deveu-se não à minha vontade, não ao meu empenho, não aos estudos que fiz, mas sim à falta de financiamento, o que não quer dizer que não venha a realizar.

A investigação teórica foi muito aprofundada e tive que investir muito tempo porque é um tema novo e isso foi um grande enriquecimento para mim como escultor e com certeza que me deu imensas ideias para os meus projectos futuros, projectos que tenho a intenção de concretizar, pois este percurso de pesquisa e reflexão instigou uma tremendo 'desejo de criação'.

Conclusão

Ao longo deste percurso pudemos concluir que o tema da relação da escultura com o som se encontra numa dimensão mais profunda, com origem na incessante vibração da matéria. E muito embora pareça não ter tempo, por ter uma origem tão remota, no universo da criação artística é um tema contemporâneo em constante mutação que não se esgota nem se conclui, tal como diz Merleau-Ponty, «nenhuma obra está absolutamente concluída, cada criação muda, altera, esclarece, confirma, exalta, recria ou cria de antemão todas as outras. Se as criações não são algo adquirido, não é apenas porque, como todas as coisas, passam, é também porque têm quase toda a vida à sua frente.»[421]

A escultura sonora é uma área realmente recente não na sua execução, mas nos estudos e na atenção prestados a este tipo de arte. Verificou-se que o que se escreve sobre escultura sonora tem tendência a ser integrado na categoria de instrumento musical, porque o contacto com o som encontra-se interligado ao peso da cultura musical, fora desse universo sonoro a sua interpretação requer a análise de outras estruturas. O som pode ter ritmo, uma sequência, mas não necessita de ser musical, mas os investigadores, historiadores, críticos, entre outros que escrevem sobre o tema, fazem-no em boa parte à luz da música. Por outro lado, poucos são os escultores que falam e escrevem sobre escultura e os que escrevem raramente tratam da dimensão sonora, salvo algumas excepções.

***

Concluí-se que os autómatos, como primeiros dispositivos de movimento mecânico, foram fundamentais porque o seu potencial cinético permitiu que mais tarde se desenvolvessem expressões artísticas mais complexas. Com as inovação tecnológica permitiram criar objectos com outras funções de conhecimento, de reflexão, e que in-

[421] MERLEAU-PONTY, Maurice - *O olho e o espírito*, p. 74.

troduzem na arte novos elementos, o movimento e o som, tornando-se objectos complexos.

Existem dois entrosamentos do som na arte: uma pela via da arte cinética (seja pelo som do motor, pelo impacto dos componentes mecânicos, ou pelo movimento das peças. O outro entrosamento é pela via da relação da música com as artes visuais, que é bem mais elaborada e complexa e não é a área fundamental da presente tese.

O progresso técnico veio permitir aos artistas do século XX sublinhar uma cultura que desde há muito se vinham a desenvolver, já havia a intenção, mas foi preciso chegar a um ponto de conhecimento que lhes permitiu criar objectos de alta tecnologia para a época, e que estão associados à produção relojoeira. Porque a produção relojoeira levou a técnica mecânica ao seu extremo máximo. A partir deste extremo técnico só mudando para uma outra linguagem é que se pode considerar que existe uma verdadeira ruptura. Assim, quando surge a electricidade na equação o que muda é o motor, mas o engenho é similar. Trata-se de um '*upgrade*' significativo mas que não é tão grande como quando entra a linguagem electrónica. A electrónica é que estabelece a grande mudança de paradigma de toda a tecnologia contemporânea, digamos, as artes digitais é o novo universo. Porque é uma mudança de muito grande e é uma mudança inequívoca de linguagem, na qual as premissas anteriores já não funcionam.

Concluímos também que todas as esculturas cinéticas motorizadas têm um potencial sonoro. Em primeira instância pelo som do próprio mecanismo e em segundo pelo movimento físico dos elementos da escultura, que ao deslocar as partículas de ar numa determinada velocidade causam um som que lhe confere presença e identidade.

Tal como no *marketing* o recurso a mensagens subliminares, invisíveis, passam pelo som ao qual o objecto da publicidade é associado, induzindo o consumidor a uma memória auditiva associada a um determinado produto, no domínio das artes visuais esse princípio articula-se de modo semelhante. Quando uma escultura tem na sua composição um elemento sonoro, a associação entre a forma que ocupa um determi-

nado espaço e o som que dela propaga, cria no observador não só uma memória visual, mas também, uma memória auditiva da peça.

Processo de associação dos sons a objectos ou imagens (memória sonora). O Som Acusmático é o som que ouvimos sem que percebamos a fonte de origem, ou seja, algo que ouvimos sem saber de onde provem.

***

Tal como a forma, os materiais e a construção dos instrumentos musicais são estudados para gerar um determinado tipo de sonoridade, também a concepção de esculturas sonoras pode ser baseada nos mesmos princípios construtivo, pois partilham os mesmos meios, dando forma à matéria.

Este estudo procurou desvelar um conjunto de valências da escultura que não se encontravam devidamente apresentadas sob o domínio das artes visuais.
Encontrámos nas diversas tipologias de escultura sonora um 'tremendo' potencial que acrescenta valor e saber à prática artística. Principalmente ao nível da tipologia denominada por 'sonoescultura', que muito embora os esforço de Chladni a Ono ou a Suguru Goto, entre outros investigadores, ainda não se dispõe do domínio dos materiais e das tecnologias para obter expressões mais inovadoras. É possível conceber um novo modelo de esculturas sonoras a partir da energia sonora, mas o seu progresso está dependente da tecnologia e do seu acesso.

Conclui-se que existe um grande potencial na relação do som com a escultura e que é importante identificar, restringir e definir determinados fenómenos interdisciplinares para gerar conhecimento.

Bibliografia

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia Geral

AA.VV. - *El espacio del sonido. El tiempo de la mirada*. Donostia - San Sebastián: Koldo Mitxelena Kulturunea, 1999. ISBN 84-7907-281-4.

AA.VV. - *Rebecca Horn: Bodylandscapes. Desenhos, Esculturas, Instalações 1964 - 2004*. Lisboa: Centro Cultural de Belém, 2005. ISBN 972-8176-95-3.

AA.VV. - *See This Sound. Promises in Sound and Vision*. Köln: Verlag, 2009. ISBN 978-3-8 6560-683-9.

AA.VV. - *Sons & Lumières. Une histoire du son dans l'art du XX*e *siècle*. Paris: Éditions du Centre Pompidou, 2004. ISBN 2-84426-244-9.

AA.VV. - *Vostell y la música*. Mérida: Editoria Regional de Extremadura de la Consejería de Cultura de la Junta de Extremadura y Consorcio Museo Vostell Malpartida, 2004. ISBN 84-7671-741-5.

ANDERSEN, Sophia de Mello Breyner - *O Nu na Antiguidade Clássica*. Lisboa: Editorial Caminho, 1992. ISBN 972-21-0794-1.

ARNHEIM, Rudolf - *O poder do centro*. Lisboa: Edições 70, 1990.

BACHELARD, Gaston - *La poétique de l'espace*. Paris: Quadrige / Presses Universitaires de France, 1984. ISBN 2-13-038820-5.

BARAÑANO, Kosme - *Chillida 1948-1998*. Bilbao: Guggenheim Bilbao Museoa, 1999. ISBN 84-8026-129-3.

BARAÑANO, Kosme; URIARTE, Jesús - *Chillida: el artista en su taller*. Madrid: Tf. editores, 2003. ISBN 84-95183-37-4.

BAUDRILLARD, Jean - *Le système des objets*. Paris: Éditions Gallimard, 1978. ISBN 978-2070283866.

BAUDRILLARD, Jean - *Simulacros e simulação*. Lisboa: Relógio d'Água, 1991.

BAUDRY, Marie-Thérèse - *Sculpture, méthode et vocabulaire*. Paris: Centre des monuments nationaux / Éditions du patrimoine, 2000. ISBN 2-85822-459-5.

BERGSON, Henri - *Mémoire et vie*. Paris: Presses Universitaires de France, 1975.

BRETT, Guy - *Force fields: Phases of the Kinetic*. Barcelona: MACBA, 2000. ISBN 84-95273-31-4.

BRUN, Jean - *Os Pré-Socráticos*. Lisboa: Edições 70, 1980.

BUSCH, Julia M. - *A decade of sculpture: the new media in the 1960s*. London, Philadelphia: Associated University Press, The Art Alliance Press, 1974. ISBN 978 087982007 7.

CHION, Michel - *El Sonido*. Barcelona: Paidós, 1999. ISBN 84-493-0703-1.

COLLINS, Nicolas - *Handmade electronic music: the art of hardware hacking*. New York: Routledge, 2006. ISBN 0-415-97592-1.

COLLINS, Nicolas, SCHEDEL, Margaret, WILSON, Scott - *The Cambridge Companion to Electronic Music*. New York: Cambridge University Press, 2013. ISBN 978-1-107-01093-2.

COX, Trevor - *The Sound Book: The Science Of The Sonic Wonders Of The World*. New York: WW Norton & Company, 2014. ISBN 978-0393239799.

DANHAUSER, Adolphe - *Théorie de la musique*. Paris: Éditions Henry Lemoine, 1929.

DUVE, Thierry de - *Résonances du readymade*. Nîmes: Éditions Jacqueline Chambon, 1989. ISBN 2-87711-107-5.

ELIADE, Mircea - *Ferreiros e Alquimistas*. Lisboa: Relógio d'Água, 2012. ISBN 978 9727 08463 0.

EMOTO, Masaru - *As mensagens escondidas na água*. Lisboa: Estrela Polar, 2007. ISBN 978-972-8929-32-9.

EVEREST, Alton F. - *The master handbook of acoustics*. s.l.: McGraw-Hill, 2001. ISBN 0-07-136097-2.

FOCILLON, Henri - *A Vida das Formas*. Lisboa: Edições 70, 1988.

FRANCASTEL, Pierre - *Arte e Técnica*. Lisboa: Livros do Brasil, 2000. ISBN 972-38-0052-7.

GABO, Naum - *Naum Gabo*. Neuchatel: Éditions du Griffon, 1961.

GLINSKY, Albert - *Theremin: ether music and espionage*. Champaign: University of Illinois Press, 2005. ISBN 987-0-252-07275-8.

GREENE, Brian - *O Universo Elegante. Supercordas, Dimensões Ocultas e a Busca da Teoria Final*. Lisboa: Gradiva, 2011. ISBN 978-972-662-756-2.

HALL, Edward T. - *A dimensão oculta*. Lisboa: Relógio d'Água Editores, 1986. ISBN 972-708-123-1.

HARRISON, Charles; WOOD, Paul - *Art in Theory 1900-1990*. Oxford: Wiley-Blackwell, 1999. ISBN 0-631-16575-4.

HERAS, Ángel L., GARCÍA, Miguel Á. G. - *Arte electrónico y nuevo entorno digital*. Madrid: Universa Terra Ediciones, 2006. ISBN 978-84-932447-9-8.

KANG, Minsoo - *Sublime dreams of living machines: the automaton in the European imagination*. Cambridge: Harvard University Press, 2011. ISBN 978-0-674-04935-2.

KIRK, G. S.; RAVEN, J. E. - *Os Filósofos Pré-Socráticos*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1982.

KRAUSS, Rosalind E. - *The Originality of the Avant-Garde and Other Modernist Myths*. Cambridge: The MIT Press, 1986. ISBN 978-0-262-61046-9.

LAYTON, Robert - *A Antropologia da Arte*. Lisboa: Edições 70, 2001. ISBN 972-44-1050-1.

MADERUELO, Javier - *La pérdida del pedestal*. Madrid: Círculo de Belles Artes, 1994. ISBN 9788477748021.

MARTÍN, Rosmary Enrich - *Conceptos fundamentales del espacio escultorico*. Bilbao: Universidad del País Vasco, 1995. ISBN 84-7585-693-4.

MATRAS, Jean-Jacques - *Le Son*. Paris: Presses Universitaires de France, 1948.

MCLUHAN, Marshall - *Understanding Media. The Extension of Man*. Cambridge: The MIT Press, 1994. ISBN 0-262-63159-8.

MERLEAU-PONTY, Maurice - *O olho e o espírito*. Lisboa: Vega, 2004. ISBN 972-699-352-0.

MOLONEY, Jules - *Designing Kinetics For Architectural Facades: State Change*. London: Routledge, 2011. ISBN 0-203-81470-3.

MUMFORD, Lewis - *Technics and Civilization*. Londres: Routledge & Kegan Paul, 1955.

OTTMANN, Klaus - *Wolfgang Laib a Retrospective*. New York: American Federation of Arts and Hatje Cantz Publishers, 2000. ISBN 3-7757-0945-2.

PANOFSKY, Erwin - *O Significado nas Artes Visuais*. Lisboa: Editorial Presença, 1989. ISBN 9722309889.

PARTCH, Harry - *Genesis of a music: an account of creative work, its roots and its fulfillments*. New York: Da Capo Press, 1974. ISBN 0-306-80106-x.

POTTS, Alex - *The Sculptural Imagination: Figurative, Modernist, Minimalist*. New Haven e London: Yale University Press, 2000. ISBN 0-300-08801-9.

READ, Herbert - *Modern Sculpture*. s.l.: Thames & Hudson, 1998. ISBN 0-500-20014-9.

RIBEIRO, Luís Cláudio - *O Som Moderno*. Lisboa: Edições Universitárias Lusófonas, 2011. ISBN 978-972-8881-96-2.

RICH, Jack - *The Materials and Methods of Sculpture*. New York: Dover Publications, 1988. ISBN 0-486-25742-8.

SACKS, Oliver - *Musicofilia*. Lisboa: Relógio d'Água Editores, 2008. ISBN 978-972-708-997-0.

SCHAFER, Raymond Murray - *The Soundscape: Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Rochester: Destiny Books, 1994. ISBN 978-1-59477-668-7.

SILER, Todd - *Breaking the Mind Barrier*. New York: Simon & Schuster, 1997. ISBN 978-0684849201.

SIMONDON, Gilbert - *Du mode d'existence des objects techniques*. Paris: Editions Aubier, 1989. ISBN 2-7007-1851-8.

STIEGLER, Bernard - *La techique et le temps. 2. La désorientation*. Paris: Éditions Galilée, 1996. ISBN 2 7186 0468 9.

STRUTT John William, RAYLEIGH Baron - *The Theory of Sound*. London: Macmillan and Co., 1894.

TUCKER, William - *A linguagem da escultura*. São Paulo: Cosac & Naify Edições, 2001. ISBN 85-86374-27-x.

TYNDALL, John - *Sound*. New York: Greenwood Press, 1867.

VIRILIO, Paul - *Estética de la desaparición*. Barcelona: Editorial Anagrama, 1998. ISBN 84-334-0092-7.

WANDS, Bruce - *Art of the Digital Age*. London: Thames & Hudson, 2006. ISBN 978-0-500-23817-2.

WHEATSTONE, Charles - *On the Figures Obtained by Strewing Sand on Vibrating Surfaces, Commonly Called Acoustic Figures*. London: Royal Society of London, 1833.

WITTKOWER, Rudolf - *Bernini*. London: Phaidon Press Limited, 1997. ISBN 987 0 7148 3715 4.

WOOD, Jon; HULKS, David; POTTS, Alex - *Modern Sculpture Reader*. Leeds: The Henry Moore Institute, 2007. ISBN 978 1 905462 00 1.

WOODCROFT, Bennet (ed) - *The Pneumatics of Hero of Alexandria*. London: Taylor Walton and Maberly, 1851.

YOURCENAR, Marguerite - *O Tempo esse grande escultor*. Lisboa: Difel, 2006. ISBN 978 9722905626.

Bibliografia Específica

BASCHET, François - *Mémoire Sonores*. Paris: L'Harmattan, 2007. ISBN 978 2 296 03383 2.

BURNHAM, Jack - *Beyond Modern Sculpture, the effects of science an technology on the sculpture of this century*. New York: George Braziller, 1969.

CHAPUIS, Alfred, DROZ, Edmond - *Automata: a historical and technological study*. London: Batsford, 1958.

FURLONG, William - *Audio Arts*. London: Academy Editions, 1994. ISBN 1 85490 363 2.

GRAYSON, John - *Sound Sculpture*. Vancover: A.R.C. Publications, 1975.

HENRIQUE, Luís L. - *Acústica Musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2002. ISBN 972-31-0987-5.

HENRIQUE, Luís L. - *Instrumentos Musicais*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2006. ISBN 972-31-1067-9.

JENNY, Hans - *Cymatics: A Study of Wave Phenomena & Vibration*. s.l.: Macromedia, 2001. ISBN 1888138076.

KAHN, Douglas - *Noise, Water, Meat: A History of Sound in the Arts*. London: The MIT Press, 2001. ISBN 0-262-61172-4.

KRAUSS, Rosalind E. - *Caminhos da Escultura Moderna*. São Paulo: Martins Fontes, 1998. ISBN 85-336-0958-2.

LABELLE, Brandon - *Background Noise: perspectives on sound art*. New York, London: Bloomsbury, 2013. ISBN 978-0-8264-1845-6.

LICHT, Alan - *Sound Art*. New York: Rizzoli International Publications, Inc., 2007. ISBN 0-8478-2969-3.

LYE, Len - *Figures of motion: Len Lye, selected writings*. Auckland: Auckland University Press, 1984. ISBN 0196479967

MUMFORD, Lewis - *Arte e Técnica*. Lisboa: Edições 70, 1980.

POPPER, Frank - *Origins and development of Kinetic Art*. London: Studio Vista, 1968. ISBN 289 79592 3.

SCHAEFFER, Pierre - *Traité des Objects Musicaux*. Paris: Éditions du Seuil, 1966. ISBN 978-2-02-002608-6.

Periódicos

FONTANA, Bill - The Relocation of Ambient Sound: Urban Sound Sculpture. *Leonardo: Journal of the International Society for the Arts, Sciences and Technology*. Cambridge: The MIT Press. ISSN 0024-094X. Vol. 41, n.º 2 (2008), p. 154-158.

GROND, Florian; OLMOS, Adriana; COOPERSTOCK, Jeremy R. - Making Sculptures Audible Through Participatory Sound Design. *Leonardo Music Journal*. Cambridge: The MIT Press. ISSN 0961-1215. Vol. 23 (2013), p. 12-13.

PINTO, Tiago de Oliveira - Som e música. Questões de uma Antropologia Sonora. *Revista de Antropologia*. São Paulo:USP. ISSN 1678-9857 V. 44, nº 1 (2001), p. 222-286.

ROSE, Ethan - Translating Transformations:Object-Based Sound Installations. *Leonardo Music Journal*. Cambridge: The MIT Press. ISSN 0961-1215. Vol. 23 (2013), p. 65-69.

URSTAD, Maia - Meanwhile, in Shangai... *Leonardo Music Journal*. Cambridge: The MIT Press. ISSN 0961-1215. Vol. 23 (2013), p. 94-95.

VOLK, Jeff - Sound Insights. *Kindred Spirit Magazine*. London: Diamond Publishing, n.º 60 (2002).

Teses

MENÉRES, Maria Clara Rebelo de Carvalho - *L'Horloge et le concept de temps en occident*. Paris: Université Paris VII, 1983. Tese de Doutoramento.

Documentos electrónicos

ALLAN, Drew - Cylinder. http://drewings.com/. 2014-02-22 17:43.

Article - Jacques Vaucanson. http://history-computer.com/Dreamers/Vaucanson.html. 2013-06-22 17:15.

Artzero.http://artzero2008.wordpress.com/programacao-generativa-como-linguagem-e-comunicacao/complexidade-da-arte-generativa/. 2014-02-25 12:55.

BREWSTER, Michael - Where, There or Here? http://www.michaelbrewsterart.com/news/where-there-or-here-sound-as-sculpture-michael-brewster, 2013-04-10 13.50.

Campanologia.Org - Acústica da campânula e análise tonal.
http://www.campanologia.org/1-acustica-della-campana-e-analisi-tonale. 2014-07-31 15:53.

CAMPESATO, Lílian - Som, espaço e tempo na arte sonora.
http://www2.eca.usp.br/prof/iazzetta/papers/anppom_2006.pdf 2014-02-22 21:30.

CEIA, Carlos - E-Dicionário de Termos Literários [Em linha]. [Consult. 2013-06-21]. Disponível em WWW: <URL
http://www.edtl.com.pt/index.php?option=com_mtree&task=viewlink&link_id=428&Itemid=2>.

CRIPPS, Stephen - «Pyrotechnic Sculptures» 1974-82.
http://www.orbit.zkm.de/?q=node/360. 2006-06-16 10:50.

CULTURGEST - Rui Toscano, Esculturas Sonoras 1994-2013 [Em linha]. [Lisboa]. [Consult. 2014-05-12]. Disponível em WWW: <URL:
http://www.culturgest.pt/arquivo/2013/expos/01-ruitoscano.html>.

EUROPEAN SPACE AGENCY - Microgravity and Parabolic Flights [Em linha]. [Consult. 2014-02-10]. Disponível em WWW <URL:
http://www.esa.int/Education/Fly_Your_Thesis/Microgravity_and_parabolic_flights>.

GERVAIS, André - Roue de bicyclette, épitexte, texte et intertextes. *Cahiers du MNAM* n° 30, p. 59-80, fonte wikipedia [Consult. 30 Nov. 2012] Disponível em WWW: <URL:http://fr.wikipedia.org/wiki/Roue_de_bicyclette_(%C5%93uvre_de_Marcel_Duchamp)>

GOTO, Suguru - Cymatics.
http://suguru.goto.free.fr/Contents2/Cymatics/Cymatics-e.html. 2014-01-15 22:50.

GUEDES, Manuel - Ciência ou Técnica: Uma colecção de Instrumentos Didácticos da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
http://paginas.fe.up.pt/histel/fhistins/GabReuleaux.pdf. 2014-02-17 23:45.

HERBERT, Simon Herbert - Performance Magazine.
http://www.variant.org.uk/pdfs/issue6/supplement/Herbert.pdf. 2014-03-21 16:30.

History: Sound Mirrors. http://www.greatstone.net/history/sound_mirrors.htm. 2014-04-12 00:45.

HUNTINGTON, Andy - Cylinder. http://andyhuntington.co.uk/2003/cylinder/. 2014-02-22 17:22.

JERRAM, Luke - Aeolus. http://www.lukejerram.com/aeolus. 2014-04-20 23:57.

KODAMA, Sachiko; TAKENO, Minako - Protrude, flow.
http://www.kodama.hc.uec.ac.jp/project/20-21.pdf. 2014-02-17 23:40.

LANDER, Dan - Introduction to Sound By Artists.
http://www.soundculture.org/texts/lander_sba_intro.html. 2014-03-20 01:20.

MAUBREY, Benoît - Statement. http://www.benoitmaubrey.com/?page_id=201. 2014-05-11 15:17.

MIT MUSEAM - Flame Orchard [Em linha]. [Consult. 2014-02-18]. Disponível em WWW: <URL: http://museum.mit.edu/150/106>.

Monoskop. http://monoskop.org/Ernst_Chladni. 2014-02-11 14:35.

Monoskop. http://monoskop.org/Sound_art. 2014-03-17 21:10.

NAMBA, Sachiko [et al.] - Experiment for Sculpture Formed by Music "Sound Wave Sculpture 3". *J. Jpn. Soc. Microgravity Appl.*[Em linha]. Vol. 23, nº 4 (2006) [Consult. 2011-05-11]. Disponível em WWW: <URL:http://www2.angkasa.gov.my/attachment/RFP/Sample_Exp_Japan_3.pdf>.

NICOLAI, Carsten - Milch (series of 10). http://www.carstennicolai.de/?c=works&w=milch. 2012-11-19 21:45.

ONO, Ayako - Sound Wave Sculpture. http://www.orbit.zkm.de/?q=node/329. 2006-05-07 00:23.

PALACIOS, Daniel - Waves. Cómo se mueve el sonido? http://www.danielpalacios.info/es/portfolio/waves/.2013-07-05 23:55.

REES, Torben Rees - 'Ernst Chladni: physicist, musician and instrument maker', *Explore Whipple Collections*, [Em linha]. University of Cambridge: Whipple Museum of the History of Science, 2009. [Consult. 2014-02-13]. Disponível em WWW: <URL: http://www.hps.cam.ac.uk/whipple/explore/acoustics/ernstchladni/>.

Reviver Soft. http://www.reviversoft.com/pt/file-extensions/stl. 2014-02-24 14:40.

RUSSOLO, Luigi - *The Art of Noise (futurist manifesto, 1913).* [Em linha] s.l.: Ubu Classics, 2004. [Consult. 2013-01-25]. Disponível em WWW: <http://www.ubu.com/historical/gb/russolo_noise.pdf>.

SERAFIN, Stefania - Acoustics of the Intonarumori. http://www.acoustics.org/press/149th/serafin.html. 2012-12-07 19:55.

TARKOVSKY, Andrei - *Sculpting in Time: Reflections on the Cinema*. [Em linha] s.l.: University of Texas Press, 1989. [Consult. 2013-11-07]. Disponível em WWW: <http://monoskop.org/images/d/dd/Tarkovsky_Andrey_Sculpting_in_Time_Reflections_on_the_Cinema.pdf>. ISBN 9780292776241.

The Free Dictionary. http://www.thefreedictionary.com/kinesthesia. 2014-02-03 17:45.

WURTZEL, Daniel - Artist Statement. http://www.danielwurtzel.com/sculpture-artist-statement-new-york.cfm. 2014-01-17 22:30.

ZIMOUN - Curriculum Vitae. http://www.zimoun.net/cv.html. 2014-02-25 19:35.

Outros

MICUS, Stephan - *The Music of Stones* [Registo sonoro]. Munique: ECM Records, f.1989. 1 disco [CD].

Apêndice

I. Instrumentos musicais

Na presente secção abordamos os instrumentos musicais com base na ciência que os estuda, a organologia. É importante mencionar que, salvo algumas excepções a título de exemplo, não se irá analisar individualmente cada instrumento musical por se tratar de um universo vastíssimo e porque o âmbito deste trabalho não é sobre instrumentos musicais nem sobre música. A abordagem a esta matéria pretende apenas perceber genericamente de que modo são classificados os instrumentos musicais e a sua tipologia, para poder estabelecer um paralelo entre diversos objectos sonoros.

I.1. Classificação e sistemática

Com base no trabalho do coleccionador e construtor de instrumentos musicais Victor Charles Mahillon[422], o sistema de classificação conhecido por Hornbostel-Sachs[423] assenta nos princípios físicos e acústicos que definem os instrumentos mediante o som que produzem. Na perspectiva de L. L. Henrique, a classificação dos instrumentos musicais segundo o modelo Hornbostel-Sachs não apresenta grande complexidade, dado que se encontram inicialmente divididos em quatro categorias: idiofones, membranofones, cordofones e aerofones; posteriormente com a exaltação dos instrumentos electrónicos considerou-se uma quinta categoria: electrofones. No entanto, relativamente à subdivisão de cada categoria o cenário muda de escala, somos confron-

[422] Mahillon (1841-1924) foi conservador do *Musée Instrumental de Bruxelles*, período em que elaborou um extenso e rigoroso catálogo dos instrumentos do museu, o *Catalogue Descriptif et Analytique du Musée Intrumental du Conservatoire Royal de Bruxelles*, no qual consta um notável ensaio de classificação dos instrumentos. Pelo carácter científico do catálogo Mahillon é considerado o pioneiro da classificação dos instrumentos e o grande influente na investigação e trabalhos de classificação posteriores. HENRIQUE, Luís L. - *Instrumentos Musicais*, p. 14.

[423] O desígnio do sistema de classificação deriva do nome do etnomusicólogo austríaco Erich von Hornbostel (1877-1935) e do musicólogo alemão Curt Sachs (1881-1959). Um sistema de classificação que contemporaneamente continua a ser «o mais usado e universalmente aceite para fins científicos por musicólogos e músicos.» IDEM, *Ibidem,* p. 15.

tados com uma extensa variedade de instrumentos sonoros.[424] Assim, no contexto do presente trabalho optou-se por apresentar as subclassificações de um modo simplificado, segundo as referências tomadas por L. L. Henrique[425], que se encontram divididas em quatro categorias anteriormente mencionadas: idiofones, membranofones, cordofones e aerofones.[426]

I.1.1. Idiofones

Os idiofones são instrumentos musicais em que o som é produzido pela vibração do próprio corpo do instrumento sem que este esteja em tensão. Os materiais desta categoria de instrumentos são elásticos e naturalmente sonoros. Quanto à sua subclassificação, os idiofones são a categoria mais extensa. Segundo a sua definição, e tendo em conta que são instrumentos com características muito simples, podemos considerar que 'qualquer' objecto cujo corpo ao vibrar produza som é um potencial idiofone. A classificação desta categoria estrutura-se segundo a forma como são colocados em vibração, como se passa a citar:

> • *Idiofones de percussão* — O som é obtido sujeitado o corpo vibrante a um choque. As formas podem ser variadas (placas, sinos, tubos), o mesmo acontece em relação aos materiais (bambu, madeira, vidro, metal). Para conjuntos (colecções) de corpos vibrantes, usam-se designações como *xilofone*, *litofone*, *cristalofone*, *metalofone*. Porém, muitos consistem em apenas um corpo vibrante (gongo, sino, triângulo). Nos idiofones de percussão podemos distinguir três tipos:
>
> > *Idiofones percutidos* — O som é obtido batendo com a mão, baqueta, pau ou outro objecto semelhante no corpo vibrante; o som é proveniente da superfície onde se bate (xilofone).

---

[424] IDEM, *Ibidem,* p. 16.

[425] As referências citadas são: Curt Sachs, *The History of Musical Instruments* (1940) e a enciclopédia *Musical Instruments of the World* (1976).

[426] É importante referir que mediante o seu contexto os instrumentos musicais podem associar-se de formas distintas à classificação apresentada, como por exemplo: instrumentos musicais antigos, contemporâneos, tradicionais, eruditos, populares, europeus, extra-europeus, entre outros grupos. *Ibidem,* p. 19.

Idiofones percussivos — O som é obtido batendo com o próprio instrumento numa superfície dura; o som provém do objecto com que se percute (diapasão).

Idiofones de concussão — O som é obtido pelo entrechoque de dois corpos iguais ou semelhantes e provém da vibração de ambos. Podem ser usados cada um numa mão (pratos) ou ambos na mesma (castanholas).

• *Idiofones de agitamento* — Podem ser constituídos por um recipiente contendo grânulos que se agitam (maracas), podem estar suspensos ou ainda presos num caixilho (sistro).

• *Idiofones de raspagem* — um corpo flexível raspa outro de superfície canelada, dentada ou irregular. Ambos podem funcionar como corpo vibrante (reco-reco).

• *Idiofones beliscados* — O som é produzido pela flexão de uma lâmina (berimbau, sansa).

• *Idiofones friccionados* — O som é produzido por fricção do corpo vibrante (violino de pregos, harmónica de vidro).[427]

I.1.2. Membranofones

Os membranofones são instrumentos de percussão cujo som é produzido por uma membrana em tensão, ou seja, distendida, e que é vulgarmente conhecido por tambor. Podemos considerar que qualquer membrana ou tela em tensão, ao ser percutida, produz um som análogo ao de um tambor. Esta classe de instrumentos encontra-se dividida em três categorias:

• *Tambores* — Podem ser unimembranofones ou bimembranofones, assumindo diversas formas: cilíndricos, cónicos, em forma de barril, taça ou ampulheta, com pés, longos, munidos de um caixilho, etc. Deste grupo os *timbales* distinguem-se pelo seu corpo hemisférico e por produzirem um som de altura definida.

• *Tambores de fricção* — São caracterizados pelo facto da membrana ser posta em vibração através de um pau ou corda que a ela está preso (sarronca, cuíca).

• *Mirlitão* — Deriva da palavra francesa *mirliton*, que designa um conjunto de instrumentos (também chamados *kazoos* ou *flautas de eunuco*) que são hoje mais curio-

[427] *Ibidem*, p. 16-17.

> sidades e brinquedos que propriamente instrumentos musicais. Uma membrana é posta a vibrar por simpatia através de sopro, amplificando e distorcendo os sons produzidos pela voz, conferindo-lhes um timbre anasalado. Não são propriamente geradores, mas apenas modificadores de sons.[428]

I.1.3. Cordofones

Os cordofones são instrumentos em que o som é produzido segundo a vibração de uma corda em tensão. A sua classificação é feita, de acordo com L. L. Henrique, mediante o posicionamento das cordas em relação ao corpo do instrumento, distinguindo-se assim os seguintes cordofones:

> • *Arcos musicais* — São constituídos por uma corda presa nas extremidades de uma vara muito arqueada.
>
> • *Liras* — As cordas estão esticadas entre a caixa de ressonância e uma armação no mesmo plano (lira grega).
>
> • *Harpas* — As cordas estão esticadas entre a caixa de ressonância e um braço. O plano que contém as cordas é perpendicular à caixa de ressonância (embora as cordas em si se encontrem oblíquas relativamente a ela).
>
> • *Cordofones tipo alaúde* — As cordas, paralelas, estão esticadas ao longo de um braço, prendendo na caixa de ressonância no extremo oposto a esses (alaúdes, guitarras).
>
> • *Cordofones tipo cítara* — As cordas estão esticadas ao longo do comprimento total do instrumento. O plano das cordas é paralelo ao plano da caixa de ressonância (saltério, trombeta marina).
>
> • *Cordofones friccionados* (com arco) (família do violino, violas da gamba, viela). Note que organologicamente estes instrumentos são considerados tipo *alaúde*.
>
> • *Cordofones de teclado* — Cordofones munidos de teclado (clavicórdio, cravo, piano).[429]

I.1.4. Aerofones

---

[428] *Ibidem*, p. 17-18.

[429] *Ibidem*, p. 18.

Os aerofones são instrumentos musicais em que o «som é produzido pela vibração de uma massa de ar originada no (ou pelo) instrumento.»[430] A produção sonora dos aerofones não necessita de membrana nem de cordas, sendo significativamente influenciada pela intensidade da deslocação da massa de ar e pela morfologia do instrumento. O bocal, também denominado embocadura, é o primeiro elemento pelo qual se diferenciam os aerofones que, por sua vez, se agrupam da seguinte forma:

• *Aerofones de aresta* (família das flautas) — Instrumentos cuja embocadura é uma aresta, para a qual se direcciona um jacto de ar. Existem dois tipos de embocadura de aresta: simples (flauta transversal, flauta de Pã) e de apito (flauta de bisel, tubos labiais de órgão).

• *Aerofones de palheta* — O jacto de ar é modulado pela vibração de uma palheta (ou duas, vibrando uma contra a outra). Existem vários tipos de palhetas: livres (acordeão, órgão de boca) ou batentes. Estas por sua vez, podem ser simples (saxofone, clarinete) ou duplas (oboé, corne inglês, fagote).

• *Aerofones de bocal* — Nestes instrumentos o som é produzido por vibração labial. Os lábios do instrumentista actuam como palhetas duplas, razão pela qual muitos autores consideram estes instrumentos de *palheta labial* (trompete, trompa, serpentão). Note que o bocal não vibra, servindo de apoio à vibração dos lábios.[431]

I.1.5. Outras categorias

Para além categorias apresentadas, existem outras três que devido à sua especificidade são classificadas de modo distinto:

• *Órgão* — Aerofone munido de um ou mais teclados, contendo tubos labiais (embocadura de aresta) e tubos palhetados (embocadura de palheta).

• *Voz humana* — O órgão da voz também designado sistema fonador é constituído pelo aparelho respiratório, cordas vocais e tracto vocal. Os cantores utilizam-no como um instrumento musical, mas desempenha igualmente funções não-musicais, nomeadamente na comunicação verbal.

---

[430] *Ibidem*, p. 16.

[431] *Ibidem*, p. 19.

• *Aerofones livres* — O som é produzido pelo movimento de um corpo sólido que se desloca no ar. O corpo vibrante não é o instrumento, mas o ar que o rodeia (rombo, pião musical).[432]

[432] *Ibidem*, p. 19.

II. O som enquanto fenómeno físico

No presente trabalho o estudo dos fenómenos físicos do som revela-se fundamental, quer pela sua condição aparente de imaterialidade, quer pela sua condição de invisibilidade. Propriedades que podemos considerar diametralmente opostas à escultura, uma arte da matéria, do domínio tridimensional. Uma arte que habita o espaço. É este espaço que a escultura e o som têm em comum; a primeira porque o ocupa com a sua volumetria e a segunda, como veremos mais adiante, porque o modela através das partículas de ar.

II.1. Propriedades físicas do som

Numa outra perspectiva, a investigação deste domínio científico revela-se muito importante na medida em que tem tido grandes repercussões no campo das artes visuais, veja-se o caso de artistas anteriormente abordados como Alvin Lucier, Finnbogi Petursson, Carsten Nicolai, Ryoji Ikeda, Ayako Ono, Suguru Goto, Sachiko Kodama, entre outros, que têm dedicado grande parte da sua experimentação plástica ao estudo dos fenómenos físicos do som.

O fascínio pela modelação de micro partículas com base na manipulação dos princípios físico da vibração molecular estão no cerne da investigação de múltiplas áreas científicas. Desde o estudo das ciências da vida, das ciências da terra e da atmosfera, das ciências da engenharia às artes que uma parte do conhecimento se ramifica a partir de um centro comum, a 'acústica'. Um embrião, que segundo o diagrama 'as ramificações da acústica' (fig. 135) podemos desvelar uma incomensurável dimensão cognitiva. Investigar os fenómenos acústicos tem-se revelado fulcral na correlação entre investigação científica e a investigação artística.

De igual modo, influenciou teorias da física para a compreensão da criação do universo, do macro ao microcosmo. A teoria das 'supercordas', ou simplesmente teoria das 'cordas', parte de um único princípio defendido por Brian Greene, o princípio no

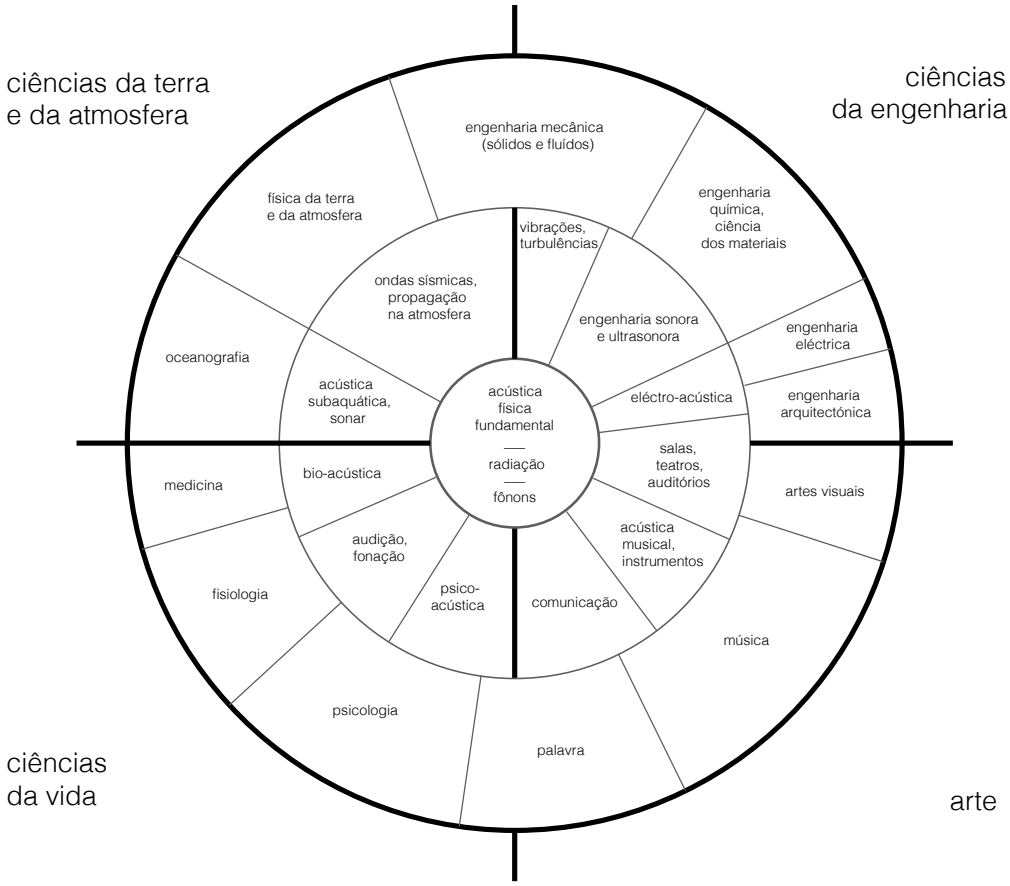


Fig. 135 - As ramificações da acústica (Diagrama, revisto e modificado, adaptado de Robert B. Lindsay. "Journal of Acoustical Society of America", nº 36, 1964).

qual «tudo ao nível microscópico é formado por combinações de cordas vibrantes»[433]. Ora, este é também o princípio do som. Se toda a matéria é vibração podemos inferir que tudo é som.

No limiar da ciência o trabalho sem precedentes do cientista japonês Masaru Emoto vem também sustentar a teoria de que todas as coisas vibram nas suas frequências. Citando Emoto, «o facto de tudo estar num estado de vibração também significa que tudo está a criar som.»[434] Contudo, nem todos os sons são audíveis ao ser humano mas enquanto frequência podem ser interpretados como som. Segundo Green, o nosso

433 GREENE, Brian - *Ob. cit.*, p. 37.

434 EMOTO, Masaru - *As mensagens escondidas na água*, p. 70.

sistema auditivo entende que as cordas de um violino ou de um piano têm frequências ressonantes que vibram de maneira distinta, no entanto, diz Greene:

> Em vez de produzir notas musicais, cada um dos modos de vibração preferidos de uma corda se realiza como uma partícula cujas massas e cargas de massa e de força são determinadas pelo padrão oscilatório da corda. O electrão é uma corda a vibrar de uma maneira, o *quark-up* é uma corda a vibrar de uma outra maneira, etc. Longe de constituírem uma colecção de factos experimentais caóticos, na teoria das cordas, as propriedades das partículas são manifestação de uma única característica física: os modos ressonantes de vibração — a "música", digamos assim — dos *loops* fundamentais da corda. A mesma ideia aplica-se às forças da natureza.[435]

Assim, a manifestação física do materiais distingue-se pelo timbre da sua ressonância mas a sua percepção sonora é variável consoante o receptor. Uma vibração pode ter leituras diferentes dependendo do sistema que as descodifica e as codifica, que no entanto, nem sempre estão em perfeita harmonia e sincronia.

A natureza compósita da percepção visual e da auditiva a pode ser defeituosa congénita, deteriorar-se ou mesmo perder-se segundo o neurologista Oliver Sacks, dando o exemplo de insuficiências graves da percepção como a agnosia visual[436] e a amusia[437]. De acordo com as suas palavras Adolphe Danhauser, «o som é uma sensação produzida sobre o órgão do ouvido pelo movimento vibratório dos corpos.»[438] Ou seja, podemos definir o som como uma sensação auditiva captada pelo ouvido. Contudo, como vimos com Sacks, a natureza do nosso sistema perceptivo permite uma expe-

---

[435] GREENE, Brian - *Ob. cit.*, p. 37.

[436] Agnosia visual é uma insuficiência na percepção visual em que alguém, citando o exemplo de Sacks, «poderá ser capaz de copiar um desenho ou pintar uma cena de modo a que outros consigam identificar, mas que o próprio não consiga.» SACKS, Oliver - *Musicofilia*, p. 107.

[437] Amusia é uma insuficiência na percepção auditiva e no seu caso mais extremo, pois tal como a agnosia visual a amusia está identificada em diversas variações, «os tons não são identificados como tons e, portanto, a música não é experimentada como música.» Podendo adquirir, segundo Sacks, um carácter desagradável, não-musical, confuso e ruidoso. SACKS, Oliver - *Ob. cit.*, p. 109.

[438] T. L. de: «Le son est une sensation produite sur l'organe de l'ouïe par le mouvement vibratoire des corps sonores.» DANHAUSER, A. - *Ob. cit.*, p. 119.

riência audiovisual similar entre dois receptores mas a experiência é sempre única, singular. O fenómeno perceptivo sonoro resulta de variações da pressão de ar gerada pela vibração de um ou mais corpos, que Pierre Schaeffer descreve como, «dois elementos essenciais em um corpo sonoro: que vibra e que faz vibrar.»[439]

Consoante a idade[440] o sistema auditivo humano consegue captar as vibrações provocadas por um corpo num intervalo que varia aproximadamente entre 20 Hz[441] a 20.000 Hz, isto é, entre 20 a 20.000 ciclos por segundo. Ao movimentarmos um objecto — para cima e para baixo — este provoca variações na pressão do ar. No entanto se essas variações forem inferiores a 20 ciclos por segundo o aparelho auditivo não irá captar nenhum registo sonoro. Por outro lado, se a velocidade desse movimento aumentar significativamente, ou seja, superior a 20 ciclos por segundo, conseguimos produzir som, neste sentido, somos capazes de ouvir claramente o som provocado pelo bater das asas de um mosquito que consegue bater as asas aproximadamente 600 vezes por segundo.

O som é particularmente identificado mediante quatro características elementares: intensidade, timbre, altura e duração. A intensidade do som diz respeito à amplitude da onda sonora. O timbre define o género do som — o som de um contrabaixo difere do som de um piano. A altura é definida pelo número de vezes que a onda se repete num determinado espaço de tempo, caracterizando o som de grave ou agudo. Por último, a duração do som diz respeito ao tempo que a variação da pressão dura, ou seja, a sua existência. De acordo com Schaeffer, o som existe segundo a sua duração, é um evento temporal.

---

439 T. L. de: «deux éléments essentiels dans un corps sonore: ce qui vibre et ce qui fait vibrer.» SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 412.

440 As frequências perceptíveis pelo ser humano diferem significativamente mediante a idade do sujeito e entre sujeitos.

441 Hz (Hertz) deriva do nome do físico alemão Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894). Representa a unidade de medida de frequência segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). A frequência de um acontecimento periódico define-se em ciclos por segundo, logo 1 Hz representa um ciclo por segundo, 1000 Hz representa 1000 ciclos por segundo. A definição do intervalo audível do ser humano (20Hz a 20000 Hz) varia de autor para autor.

As vibrações actuam ao nível das moléculas de ar que dão origem às ondas sonoras que se propagam até serem captadas pelo ouvido. Segundo Chion, «Esta onda pressupõe um meio propagador, sem o qual, que a dizer verdade, não há som em absoluto.»[442] Se considerarmos um objecto sonoro, por exemplo uma campainha eléctrica, dentro de um recipiente de vidro ao qual é retirado todo o ar, ficando em vácuo, o objecto não emitirá qualquer tipo de som, tal como Jean-Jacques Matras descreve, «o vazio é um obstáculo intransponível à propagação do som.»[443] Para que as ondas se propaguem é necessário que exista um meio, seja ele gasoso, líquido ou sólido. Citando Chion, «fisicamente falando, o som «é» este estremecimento do meio em questão.»[444]

A qualidade da propagação do som depende fundamentalmente do meio. Existem inúmeros meios de propagação com diferentes escalas de qualidade na condução das ondas sonoras. Materiais cujo corpo é mole e macio[445], ou materiais em que o corpo é poroso[446], conduzem de forma ineficaz o som. Esta propriedade de incondutibilidade sonora tem sido amplamente equacionada pela engenharia acústica. Actualmente o estudo destes materiais de fraca propagação e a sua aplicação na indústria contemporânea é muito vasta, alcançando as mais diversas áreas de investigação. Desde o mais elementar isolamento acústico de uma habitação, passando pelo isolamento do habitáculo de um automóvel à mais sofisticada câmara anecóica acústica, entre centenas de outros exemplos, que encontramos a sua aplicação no nosso quotidiano.

---

[442] T. L. de: «Esta onda presupone un medio propagador, sin el cual, a decir verdad, no hay sonido en absoluto.» CHION, Michel - *El sonido*, p. 42.

[443] T. L. de: «le vide est un obstacle insurmontable à la propagation du son.» MATRAS, Jean-Jacques - *Le son*, p. 8.

[444] T. L. de: «Físicamente hablando, el sonido «es» este estremecimiento del medio en cuestión.» CHION, Michel - *Ob. cit.*, p. 42.

[445] Por exemplo: silicone, cera, manteiga, entre outros materiais.

[446] Por exemplo: algodão, amianto, tecidos, espumas, entre outros materiais.

Contrariamente aos corpos de fraca propagação, segundo Matras, existem «numerosos corpos naturais deixam passar o som sem dificuldade»[447]. O ar, matéria que envolve tudo o que nos rodeia, é pela sua natureza «o intermediário obrigatório»[448] mais comum pelo qual, à excepção de quando estamos submersos, nos chegam as ondas sonoras. Mesmo submersos, qualquer som produzido dentro ou fora de água é perceptível, pois a água é também um excelente meio de propagação sonora. Meios sólidos como o aço ou o betão armado são excelentes condutores de som, pois o seu comportamento molecular reage bem às deformações. Inversamente, o chumbo é um metal que não é susceptível de conduzir som, uma vez que a sua reacção à deformação molecular é muito má. Segundo Matras, «é precisamente a reacção às deformações que caracteriza os meios (gasosos, líquidos, sólidos) bons condutores do som.»[449]

Todos os meios de propagação são definidos por uma força, que podemos designar por força de coesão. Para adquirir esta força é necessário que exista compressão resultante de uma determinada energia. Esta força, também conhecida por pressão de coesão quando nos referimos a uma superfície ou pressão atmosférica no caso do ar, existe em todos os corpos naturais e é definida pela sua natureza e estado físico. A força de coesão impossibilita o meio, pelo qual o som se propaga, de se deformar. Impede, como ilustra Matras, «o sólido de se desagregar, o líquido de saltar fora do seu recipiente, o ar de desaparecer pouco a pouco no espaço interestelar.»[450] O meio retoma a sua posição inicial após a acção exterior exercida sobre ele, comportando-se como se fosse um elástico que se estica e retorna ao seu estado primordial. Este fenómeno de retorno é descrito por Matras como «o comportamento elástico dos corpos.»[451]

---

447 T. L. de: «nombreux corps naturels laissent passer le son sans difficulté». MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 8.

448 T. L. de: «l'intermédiaire obligatoire». IDEM, *Ibidem*, p. 8.

449 T. L. de: «c'est précisément la réaction aux déformations qui caractérise les milieux (gaz, liquides, solides) bons conducteurs du son.» *Ibidem*, p. 9.

450 T. L. de: «le solide de se désagréger, le liquide de sauter dehors de son récipient, l'air de disparaître peu à peu dans l'espace interstellaire.» IDEM, *Ibidem*, p. 9.

451 T. L. de: «le comportement élastique des corps.» *Ibidem*, p. 10.

A elasticidade dos corpos permite-nos neste ponto compreender melhor o mecanismo da propagação do som. Contudo, é possível que exista uma noção equívoca comum sobre a propagação do som, como sendo um conjunto de partículas que saem da fonte sonora em direcção ao nosso aparelho auditivo. O fenómeno de propagação do som dá-se pelo impacto molecular, que através da concentração das moléculas transmite a energia de «um ponto ao outro através de um meio, mas o meio em si, não é transportado.»[452] É essa energia, essa informação sonora, que chega ao tímpano do ouvinte. Para melhor compreender o fenómeno do mecanismo de propagação do som, consideremos as observações sobre as ondas na água escritas por Leonardo da Vinci: «Acontece com frequência que a onda foge do local onde foi criada, enquanto que a água não; do mesmo modo se passa com as ondas que o vento forma num campo de trigo: vemos as ondas correndo ao longo do campo, enquanto o trigo permanece no mesmo lugar».[453] Quando se dá a colisão entre moléculas estamos perante uma 'perturbação' que se propaga num meio e se designa por onda. Como define Matras, «o som é uma onda»[454], porém nem todas a ondas são sonoras. Se a intensidade da perturbação for muito fraca pode não ser suficiente para «gerar uma impressão auditiva.»[455]

As 'perturbações', ou seja, o impacto entre as moléculas, encontram-se na génese da onda sonora que se propaga através de um meio elástico. Consequentemente a onda gera um movimento que se designa por movimento ondulatório. Para ilustrar este fenómeno tomemos o exemplo dado por L. Henrique: «imagine que pega numa extremidade livre de uma corda e a sacode através de um movimento impulsivo. Este movimento origina uma perturbação que se vê propagar ao longo da corda. O fenómeno que se visualiza é uma onda.»[456] Com base na demonstração facultada anterior-

---

[452] HENRIQUE, Luís L. - *Acústica musical*, p.194.

[453] Vd. HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl - *Fundamentals of Physics*. New York: Wiley, 1997. p. 400. *Apud* HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 194.

[454] T. L. de: «Le son est une onde». MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 11.

[455] T. L. de: «engendre une impression auditive.» IDEM, *Ibidem*, p. 12.

[456] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 194.

mente e analisando a fig. 136, constatamos que sempre que se sacode a corda com um movimento impulsivo estamos a gerar uma onda.[457] Na presença de múltiplos impulsos, e subsequentemente múltiplas perturbações, obtemos uma sequência de ondas que se designam por oscilações. Caso as perturbações sejam "regulares", constantes, as oscilações são ditas periódicas.

Num meio elástico, ou seja, que retoma a mesma coesão, a mesma posição e a mesma temperatura após a passagem da onda, verifica-se que a energia aplicada na perturbação inicial se propaga indefinidamente desde que que não seja impedida por nenhum obstáculo. O estudo do meio e da propagação das ondas sonoras neste, segundo a teoria elástica da propagação, conduz-nos a uma outra característica interessante designado por celeridade do som[458].

Tal como descreve Matras, «a velocidade de propagação do som, para evitar confusão, chamamos-lhe a celeridade do som, é independente da grandeza, forma e natureza da energia inicial.»[459] A velocidade de propagação do som varia consoante o meio (gasoso, líquido ou sólido) e as características do meio, nomeadamente a densidade e a elasticidade que estão sujeitas à temperatura. No ar, meio mais comum de propagação, o som desloca-se a diferentes velocidades mediante diferentes temperaturas. Se considerarmos que a pressão atmosférica se encontra a uma temperatura de zero graus centígrados (0º C), pode constatar-se que a velocidade de propagação é igual a 331 metros por segundo (m/s). Verifica-se ainda que a celeridade do som varia igualmente com a subida ou descida da temperatura. Quanto mais quente for o ar, mais veloz será a propagação da onda. De igual modo, quanto maior for a densidade molecular maior será a velocidade. Em suma, velocidade de propagação da onda varia consoante o meio e a temperatura.[460] Com base no que foi anteriormente definido por coesão,

---

[457] Energia → Impulso (acção) → Perturbação → Onda

[458] Também designada de velocidade da onda.

[459] T. L. de: «La vitesse de propagation du son que, pour éviter toute confusion, on appelle célérité du son, est indépendant de la grandeur, de la nature et de la forme de l'énergie initiale.» MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 14.

[460] Ver a tabela 1, no final da presente secção, p. 247, referente aos dados da velocidade de propagação do som em meio gasoso, líquido e sólido.

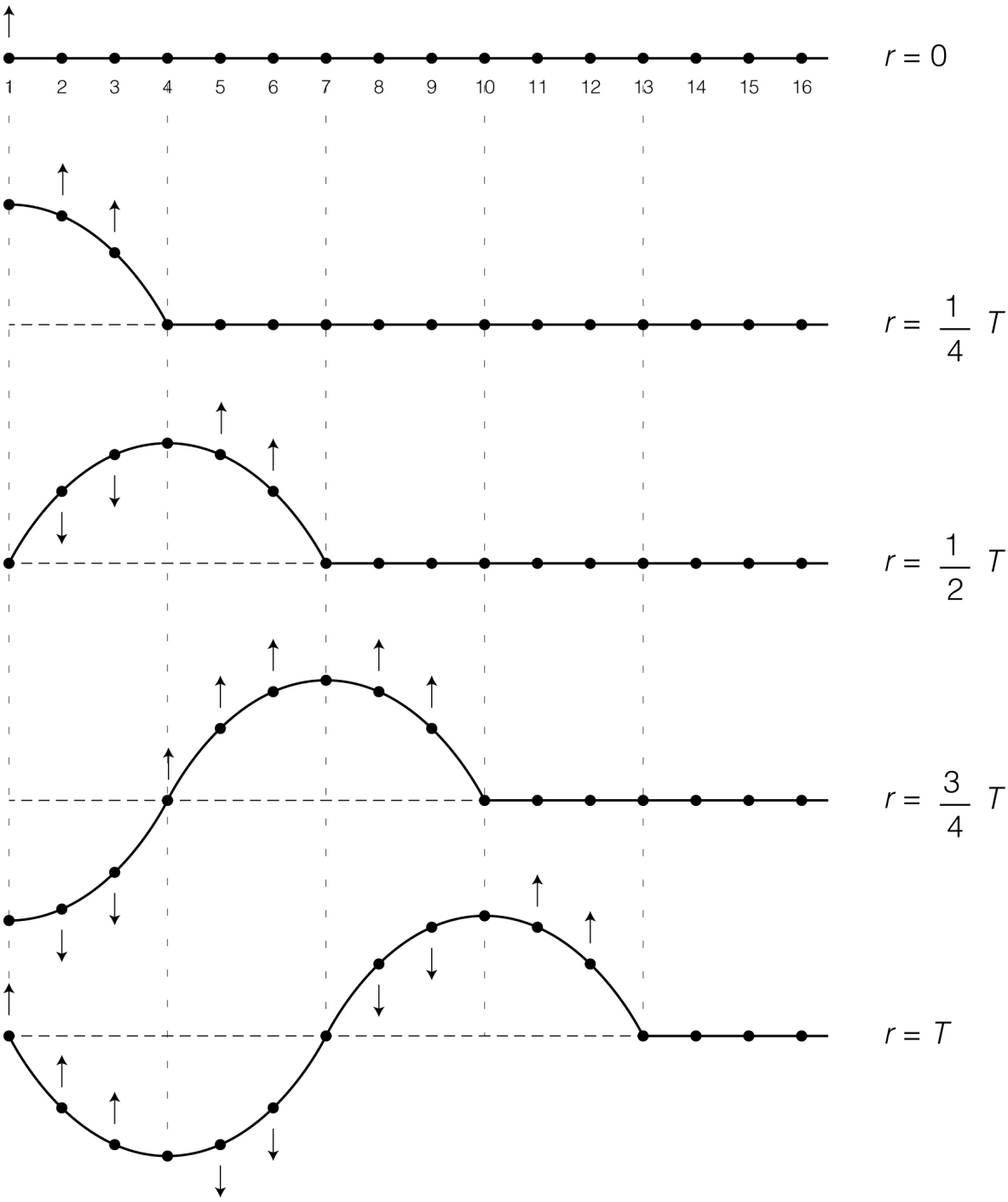


Fig. 136 - Meio elástico de partículas ligadas entre si, que ilustra como a oscilação de um ponto desse meio origina uma onda (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 195. Figura 4.1.).

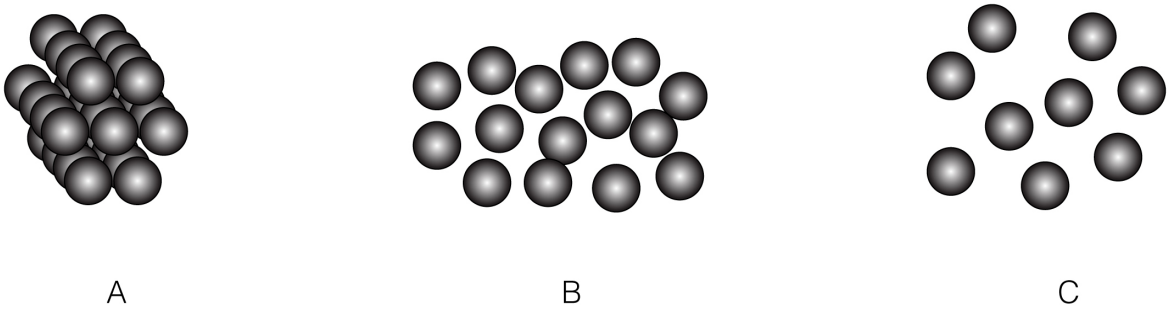


Fig. 137 - Comparação das estruturas moleculares dos estados sólido (A), líquido(B) e gasoso (C).

podemos ainda inferir que a força que as moléculas exercem entre si varia consoante a estrutura molecular dos principais estados físicos da matéria. Como as estruturas moleculares são distintas, é a sua diferença que define o estado físico em que matéria se encontra, ou seja, o sólido, o líquido ou o gasoso (fig. 137).[461] Estados físicos que L. Henrique, no trabalho de investigação *Acústica Musical*, caracteriza sucintamente do seguinte modo:

> Os sólidos são caracterizados por terem em repouso forma definida e volume constante. Os espaços intermoleculares nos sólidos são muito pequenos, logo as moléculas estão muito próximas e as forças de coesão são muito elevadas. As moléculas não se movem livremente, apenas efectuam vibrações em torno de uma posição quase fixa.
> Nos líquidos os espaços intermoleculares são maiores, as forças de coesão diminuem o que origina uma grande mobilidade. Os líquidos não têm forma específica: adoptam a forma dos recipientes onde estão contidos. O volume dos líquidos não varia muito e por isso são quase-incompressíveis.
> Nos gases, as moléculas movem-se livremente chocando com as paredes do recipiente que as contém devido às forças atractivas entre as moléculas serem muito pequenas. Os gases têm forma e volume variáveis, dependendo do recipiente.[462]

---

[461] Não considerando o que muitos defendem, segundo L. Henrique, o 'plasma' como sendo o quarto estado da matéria. Ver tabela 2, p. 248.

[462] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 995.

Retomando a análise da propagação da onda sonora, vamos encontrar diferentes classificações e tipologias de ondas. Consoante as características físicas do meio a propagação das ondas podem ser distinguidas entre ondas em sólidos ou em fluídos (líquido ou gasoso). Estas podem ser consideradas como sendo: propagativas e estacionárias; planas e esféricas; longitudinais e transversais; dispersivas e não-dispersivas. Independentemente da natureza mecânica ou electromagnética, a primeira associada à audição e a segunda à visão, as ondas que são percepcionadas pelos órgãos dos sentidos são sempre propagativas.

As ondas dizem-se esféricas ou planas relativamente à sua radiação e à forma como se propagam. No caso das ondas esféricas, para uma melhor compreensão, tomemos o exemplo de um motor de um helicóptero. O som provocado pelo motor em funcionamento gera uma perturbação no ar que se propaga em todas as direcções, como se estivesse localizado no centro de uma esfera, centro esse que Matras designa por «foco da onda»[463], ou também designada de fonte sonora. No caso das ondas planas consideremos o seguinte exemplo (que provavelmente já todos experimentámos): através da extremidade um tubo metálico emitimos um som e na outra extremidade alguém coloca a orelha para o ouvir. Verificamos que a onda sonora se propaga ao longo do tubo sem perder energia, em fracções planas perpendiculares ao eixo do tubo. Esta energia constante é uma propriedade fundamental das ondas planas.

Quando se classifica uma onda segundo a sua direcção de propagação estamos a distinguir dois tipo de onda, a longitudinal e a transversal. Partindo do exemplo anteriormente dado, podemos constatar que as ondas sonoras longitudinais são aquelas que se formam no interior dos tubos (fig. 138), na qual as partículas se 'deslocam' com base na direcção da propagação. Por seu lado as ondas sonoras transversais definem-se pela direcção da vibração, que é perpendicular à direcção de propagação da onda. Com base no exemplo da corda dado anteriormente, ao sacudir a corda com um movimento impulsivo obtemos uma onda que oscila verticalmente [para cima e para baixo] e que simultaneamente percorre a corda horizontalmente [da esquerda para a direita].

---

[463] T. L. de: «foyer de l'onde». MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 16.

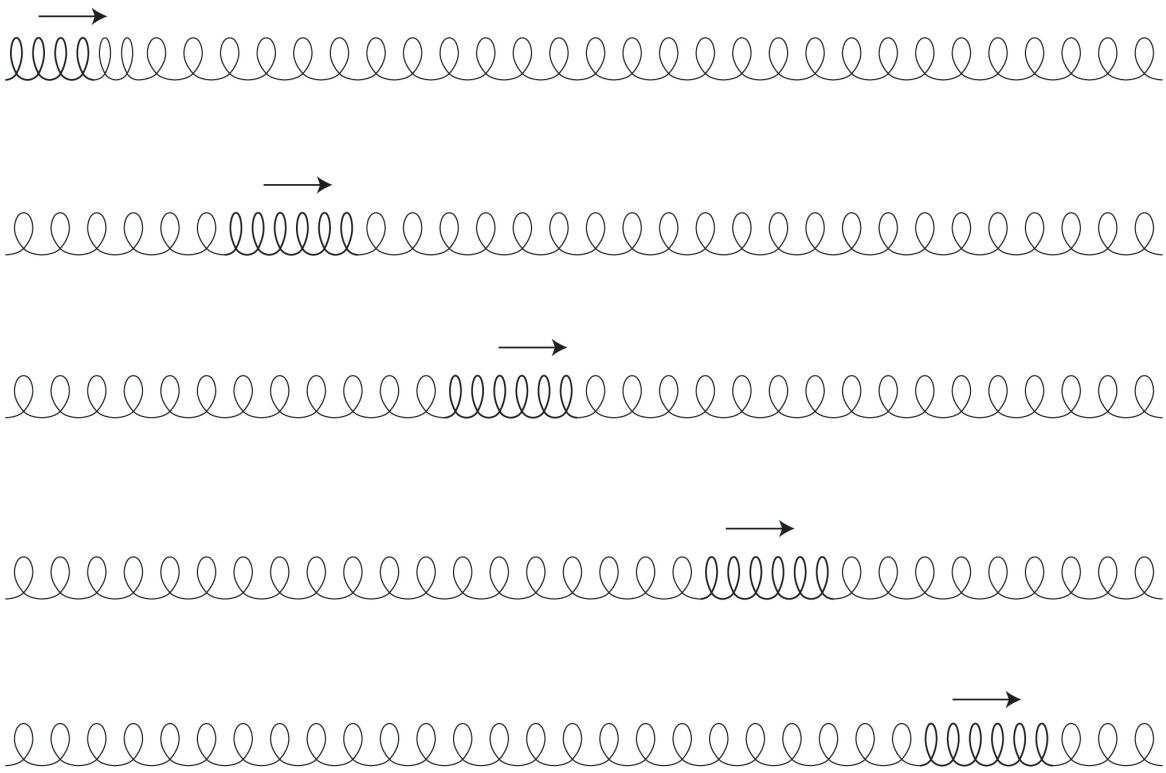


Fig. 138 - A figura representa uma mola em que se comprimiram algumas espiras no sentido do comprimento da mola. A onda gerada é longitudinal porque se propaga na mesma direcção do impulso (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 197. Figura 4.2.).

Um outro fenómeno curioso está relacionado com uma característica importante da propagação da onda. Trata-se da dispersão. Uma onda é também caracterizada por ser dispersiva ou não-dispersiva dependendo do meio e da 'perturbação'. É estranho imaginar um meio dispersivo no qual escutamos uma composição musical que propagar-se-ia até nós completamente fragmentada, isto é, primeiro ouviríamos as frequências agudas, depois as médias e finalmente as graves.

Contudo, no ar, segundo John W. Strutt e Baron Rayleigh, os «sons têm um veículo universal, capaz de os transmitir sem pausa desde as mais variadas nascentes para os recessos do ouvido.»[464] Afortunadamente este veículo universal é um meio não-dispersivo para as ondas acústicas, assim como para as ondas electromagnéticas, onde a

[464] T. L. de: «sounds have a universal vehicle, capable of conveying them without break from the most variously constituted sources to the recesses of the ear.» STRUTT, John William; RAYLEIGH, Baron - *Op. cit.*, p. 1.

velocidade de propagação é igual para todas as frequências e durante a propagação não há deformação da onda. Podemos constatar que para as ondas não-dispersivas, nomeadamente as ondas longitudinais e as ondas sonoras que se propagam no ar livre[465], é possível 'observar' uma perturbação análoga à original com um *delay* proporcional à distância entre o receptor e a génese da perturbação, sem que esta sofra distorções. De modo oposto, nas ondas dispersivas uma perturbação original, para além do *delay*, é deformada em proporção da distância do espectador. Quanto maior a distância maior a distorção. A dispersividade das ondas tem origem nas distintas velocidades em que as frequências se propagam, sendo que as frequências mais altas se difundem com maior celeridade que as baixas, deformando-se ao longo da propagação. Exemplo disso são as «ondas de flexão que se propagam nas barras»[466]. De acordo com L. Henrique, «Se excitarmos uma barra transversalmente com um martelo de impacto, [...], e captarmos o sinal em pontos diferentes ao longo do barra, o sinal captado nesses pontos não é o mesmo.»[467] Neste caso estamos perante o que se considera por meio é dispersivo. Tal como a barra de ferro é um meio dispersivo para as ondas sonoras, o vidro é também um meio dispersivo para as ondas electromagnéticas. No ar «as frequências do espectro electromagnético propagam-se à mesma velocidade»[468], mas no vidro as várias frequências que correspondem às cores têm velocidades diferentes. Sendo um meio dispersivo para estas ondas é possível decompor a luz através de um prisma, tal como demonstrou Isaac Newton no século XVIII.

Tal como as ondas electromagnéticas, as ondas acústicas propagam-se por movimentos ondulatórios e como fenómeno periódico de propagação é também determinada pelo que se designa de comprimento de onda, representado pela letra do alfabeto grego lambda, λ. O comprimento de onda define-se pela distância percorrida de um

---

[465] Considere-se ar livre como um ambiente sem reflexões, sem obstáculos que possam obstruir a livre propagação das ondas sonoras.

[466] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 197.

[467] IDEM, *Ibidem*, p. 197.

[468] *Ibidem*, p. 198.

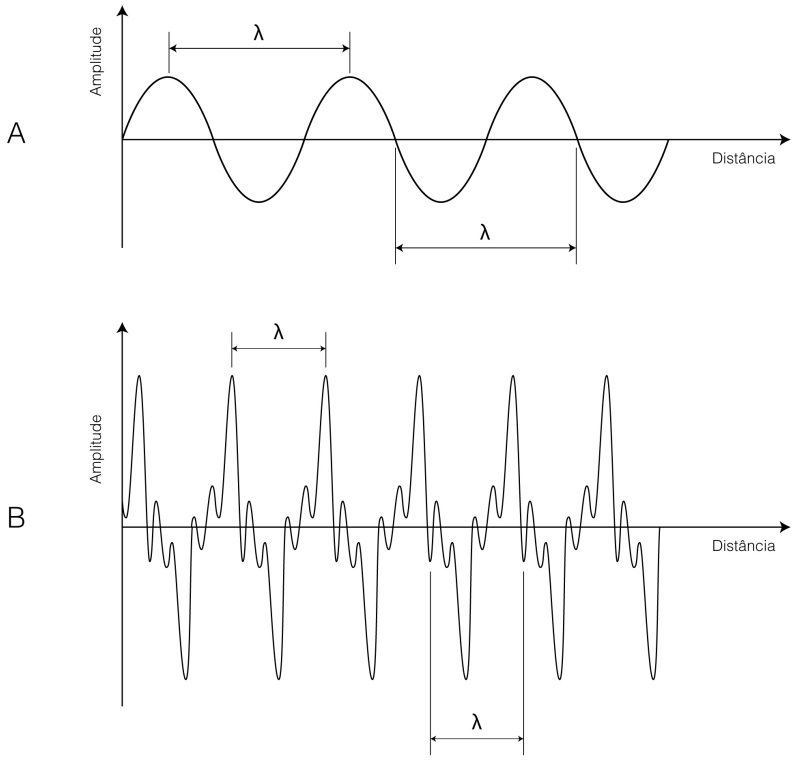


Fig. 139 - Se os sons são periódicos, pode-se sempre determinar o comprimento de onda medindo a distância mínima entre dois quaisquer pontos em fase. A - Som sinusoidal; B - Som complexo periódico de clarinete soprano.

valor até à sua repetição (fig. 139). Se considerarmos uma onda sinusoidal[469] o comprimento de onda é a distância entre os máximos (picos) das ondas transversas.

Com base na equação do movimento ondulatório[470] é possível calcular o comprimento de onda dos sons audíveis, que variam entre 1,7 centímetros (altas frequências) e 21,5 metros (baixas frequências). O estudo da ordem de grandeza do comprimento de onda do espectro sonoro audível em relação às dimensões dos objectos, revela-se de extrema importância para o entendimento dos «fenómenos de percepção espacial dos sons e para a propagação dos sons em recintos fechados»[471].

---

[469] Onda sinusoidal, também designada de onda seno, senoide, senoidal, sinusoide ou sinusoidal. É uma onda que tem por base o movimento circular cuja representação é idêntica ao da função matemática seno.

[470] A equação do movimento ondulatório é calculada com base intervalo de 20 Hz (som mais grave) e 20 000 Hz (som mais agudo) a uma velocidade do som no ar a 20º C (cerca de 343 m s^{-1}).

[471] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 201.

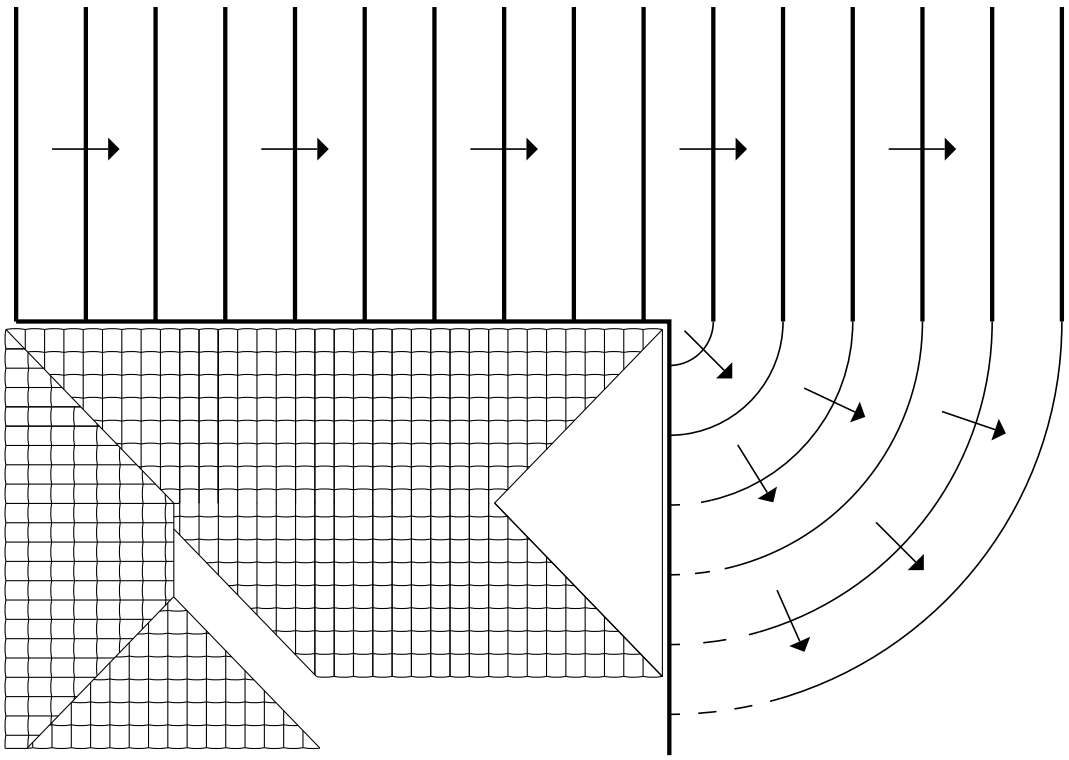


Fig. 140 - Suponha que a zona quadriculada é o telhado de um prédio visto de cima. Neste fenómeno de difracção a onda "contorna" a esquina, embora exista um efeito de sombra acústica (a menor grossura do traço sugere menor intensidade) (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 231. Figura 4.15.).

O comportamento das ondas sonoras obedece aos mesmos fenómenos da propagação ondulatória, tais como absorção, reflexão, difracção, refracção e o efeito Doppler. Ao encontrar um determinado obstáculo/superfície a onda pode variar consoante o seu comprimento. Se o obstáculo for de dimensões inferiores ao comprimento de onda incidente, apesar do som se propagar em linha recta, esta irá contorná-lo. Este fenómeno denomina-se por difracção. Embora obstruindo parcialmente a passagem da onda constata-se que, dependendo do tamanho do obstáculo[472], este pode provocar distorções nas frentes de onda ou apenas danificar sem grande impacto a transmissão, criando aquilo que se designa por *sombra acústica* (fig. 140).

De modo inverso, se o obstáculo for de dimensões superiores relativamente ao comprimento de onda este irá reflectir e absorver parcialmente as ondas sonoras, veja-se o esquema A e B da figura 141.

[472] Note que o tamanho do obstáculo é relativo ao comprimento de onda do som em questão.

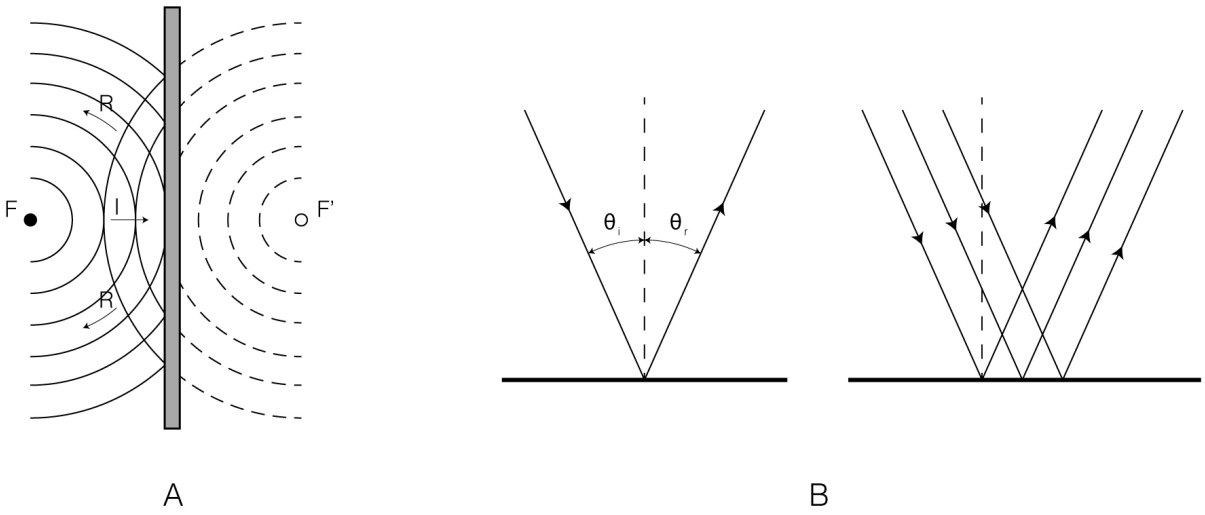


Fig. 141- A - a onda I, incidindo perpendicularmente num obstáculo, muda de sentido, transformando-se na onda reflectida R; B - se a onda não incide perpendicularmente ao obstáculo, a reflexão segue a lei de Descarte: o ângulo de incidência (ϑ_i) é igual ao ângulo de reflexão (ϑ_r) (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 230. Figura 4.14.).

A reflexão das ondas pode dar origem a outros dois fenómenos o eco e a reverberação. O primeiro dá-se quando o som reflectido retorna posteriormente à total extinção do som original. O segundo comporta-se se forma semelhante mas chega à sua origem antes da extinção do som original, o que causa uma sobreposição do som emitido.

Estes três fenómenos, difracção, absorção e reflexão, são consequência da relação entre a dimensão do obstáculo e o comprimento de onda do som. Podemos afirmar que se trata de uma relação de escala. Vamos supor que estamos perante a escultura *Tilted Arc* de Serra, quando esta ainda se encontrava implantada na Federal Plaza em Nova Iorque, e que do outro lado da escultura está uma fonte sonora. Os seus 36,6 metros de comprimento por 3,66 metros de altura e 6,35 centímetros de espessura de aço cortene são visivelmente uma barreira física. Contudo, para o som esta barreira só existe, enquanto obstáculo, se o comprimento de onda do som transmitido for relativamente inferior à escultura em causa. Neste caso, uma parte da ondas seria reflectida outra absorvida e provavelmente a fonte sonora seria praticamente inaudível para nós que estamos do outro lado da peça. No entanto, se a fonte sonora emitir um comprimento de onda largamente superior à escala da escultura, uma parte das ondas será reflectida, outra absorvida e uma boa parte é difracionada até chegar a nós.

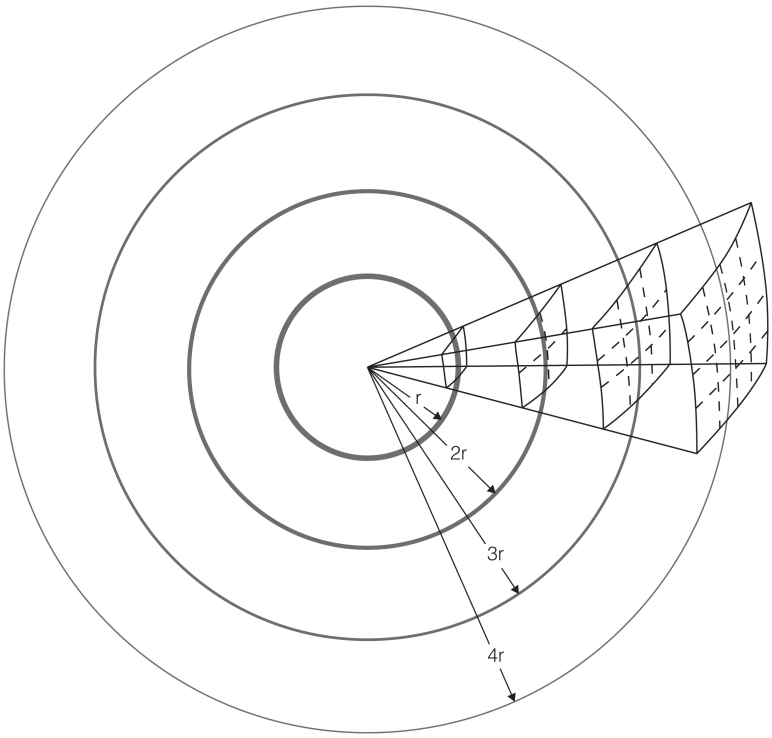


Fig. 142 - Desde o seu ponto de origem a intensidade do som é inversamente proporcional ao quadrado da distância.

Não existindo obstáculo/superfície não há reflexão, absorção ou difracção das ondas sonoras, estamos perante o que se denomina por campo acústico livre. Neste campo, consideremos o ar como meio de transmissão, o som propaga-se por ondas esféricas em que a radiação destas ondas sonoras é feita igualmente em todas as direcções. Segundo este princípio verifica-se que com aumento da distância, que nasce da fonte sonora (centro da propagação esférica), a intensidade do som vai decaindo de acordo com o fenómeno «conhecido pela lei do inverso do quadrado da distância, que diz o seguinte: em campo livre, a intensidade sonora é inversamente proporcional ao quadrado da distância entre a fonte e o observador.»[473] Ou seja, num campo livre quanto maior for a distância das ondas do seu foco sonoro, a área a cobrir pelas ondas é exponencialmente superior (fig 142). Percebemos também, que a amplitude espacial aumenta consideravelmente e isso implica directamente com o nível da pressão sonora, que diminui substancialmente, perdendo energia, intensidade e decaindo gradualmente.

[473] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 246.

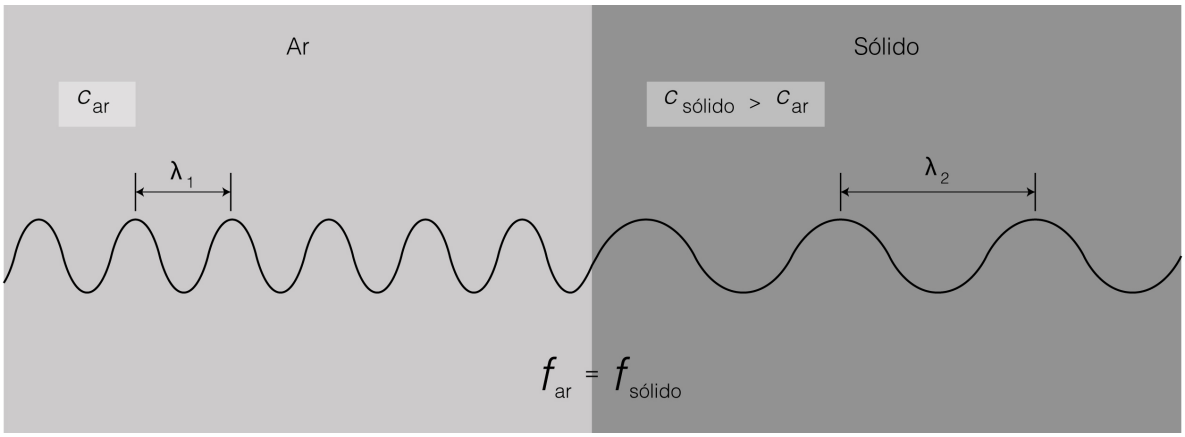


Fig. 143 - Quando uma onda passa de um meio para o outro a sua frequência não se altera. Isso acontece porque o comprimento de onda é proporcional à velocidade de deslocamento da onda nesse meio (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 201. Figura 4.6.).

No ar a diminuição da pressão sonora causada pela distância afecta principalmente os sons que têm comprimentos de onda pequenos, ou seja, as altas frequências [agudos], atenuando-as. Contrariamente os sons de baixa frequência [graves] têm um maior comprimento de onda e subsequentemente alcançam grandes distâncias.

Um som pode apresentar comprimentos de onda diferentes mediante os meios em que se propague. O fenómeno denomina-se de refracção. A onda é refractada quando passa de um meio para outro com índice de refracção distinto (por exemplo de fluído para sólido). Deste modo, constata-se que ocorre uma variação do comprimento de onda e da velocidade de propagação, mas a sua frequência não se altera dado que se trata de uma característica da fonte sonora, tal como podemos analisar na figura 143.

Imaginemos o seguinte cenário: estamos em casa e numa divisão diferente à nossa está a ser tocado um instrumento musical, diria um piano, a frequência que contorna todos os obstáculos (paredes, portas, corredores, etc) até chegar a nós não deixa de ser a mesma, continuamos de identificar o instrumento, ou seja, o seu timbre. No entanto, como é expectável, pelo caminho a onda emitida é absorvida, reflectida, difraccionada, refractada e sua intensidade é atenuada.

No ar, veículo universal das ondas, existem diferentes velocidades de propagação do som, funcionando por camadas. Como vimos anteriormente, a velocidade de propagação de um som no ar aumenta ou diminui com a temperatura. A sua propaga-

ção é mais fluída nas camadas mais quentes e o fenómeno de refracção dependem largamente dessa amplitude térmica. Para além da temperatura do ar e dos seu elementos inibidores como a humidade e a poluição, o vento é também um elemento que interfere na qualidade da propagação do som. Se experimentarmos falar contra a direcção do vento constatamos que a nossa voz não se propaga com a mesma facilidade quando falamos a seu favor.

Como vimos anteriormente, a frequência captada é igual à emitida, no entanto existem excepções. Uma delas trata-se do fenómeno de variação aparente da frequência, já referido anteriormente, o efeito Doppler[474]. Este efeito tem por base o movimento relativo de aproximação e afastamento entre o ouvinte e a fonte sonora. Neste processo, com a aproximação do emissor com o receptor dá-se um subida progressiva das frequências, existindo a percepção de um maior número de frentes de ondas por segundo. Durante o afastamento dá-se uma diminuição das frequências porque o ouvido percepciona um número inferior de frentes de ondas por segundo. Um exemplo claro do fenómeno pode ser entendido quando passa por nós uma moto a grande velocidade. Não só sentimos uma grande deslocação da massa de ar como também a variação de altura sonora proveniente do motor com a aproximação e o afastamento do veículo. No entanto para detectar o efeito Doppler basta que a velocidade relativa seja superior a 25 km/h, o que equivale a uma variação de velocidade da ordem de 3%, considerando que no ar a velocidade do som é aproximadamente 1200 km/h, que dá origem a um limite denominado por barreira do som[475]. Se um objecto ou avião atingir a velocidade do som dá-se instantaneamente um fortíssimo aumento da pressão atmosférica provocando uma onda de choque, ou estrondo sonoro [*sonic boom*], passando a voar a uma velocidade supersónica, convencionada de Mach 1[476]. Em caso de aceleração para Mach 1 o avião comprime o ar que está à sua frente e acompanha as ondas

---

474 Nome do físico austríaco Christian Johann Doppler (1803-1853) que teorizou o fenómeno em 1842.

475 A barreira do som foi quebrada pela primeira vez pelo americano Charles Elwood Yeager (1923-1990) em 1947, ao comando do avião Bell X-1 a uma altitude de 8600 metros.

476 Designa-se de Mach 1 à unidade que equivale à velocidade do som em homenagem ao físico austríaco Ernst Mach (1838-1916), como o primeiro a medir a velocidade de propagação do som no ar.

de pressão com a mesma velocidade da sua propagação. Ultrapassando o fenómeno da barreira do som (também conhecida por barreira sónica), com o aumento da velocidade, as ondas de pressão produzidas ficam para trás. Este fenómeno sonoro, cada vez mais comum e certamente presenciado por todos, é identificado quando o avião segue uns segundos à frente do seu próprio som. Um avião que voe a uma velocidade inferior à do som, as ondas de pressão viajam mais rápido difundindo-se para todos os lados, inclusive à frente do avião, de modo que o som vai sempre na frente.

O estudo de um fenómeno acústico só fica justamente caracterizado com o estudo das grandezas acústicas. Os principais níveis de grandezas acústicas são a densidade de energia, a aceleração vibratória, a velocidade vibratória, a força vibratória, a potência acústica, a intensidade sonora e a pressão acústica. No entanto as três últimas grandezas enunciadas são as mais apropriadas para medir a variabilidade da intensidade da emissão e propagação das ondas sonoras. O conhecimento simultâneo destas grandezas permite-nos conhecer a intensidade dos sons que, de acordo com L. Henrique, «varia do *pianissimo* quase imperceptível, ao *fortissimo* insuportável.»[477] Para que as referidas grandezas com extensas variações de amplitude possam ser mensuráveis, dada a longa variação entre os sons infimamente audíveis aos insuportáveis pelo nosso ouvido, convencionou-se empregar escalas de níveis das grandezas logaritmizadas, em que a unidade logarítmica de escala utilizada é o decibel[478]. Segundo L. Henrique, «Uma outra razão muito importante que justifica a utilização de escalas logaritmizadas prende-se com o facto de que a resposta do nosso ouvido às perturbações acústicas ser do tipo logarítmico e não-linear.»[479] Sendo o decibel uma unidade logarítmica a pressão sonora exercida pela combinação de duas fontes sonoras de 80 dB não é igual a 160 dB, contrariamente ao que aparenta ser previsível, mas o seu resultado é de 83 dB. A simples

---

[477] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 242.

[478] Representado pelas letras dB, o decibel é a décima parte do Bel, ou seja, 10 dB = 1 B. O dB não é uma unidade física, como Hz. A sua função é comparar dados, nomeadamente os da pressão sonora. A denominação Bel é uma homenagem ao fundador e pioneiro das telecomunicação Alexander Graham Bell (1847-1922).

[479] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 243.

soma aritmética da intensidade sonora (em dB) de cada fonte sonora não é possível. Se tal operação fosse possível «três trompas tocando simultaneamente um som forte de 80 dB produziriam um som de 240 dB!»[480] assim como, «vinte violinos tocando simultaneamente um som *pianissimo* de 20 dB, produziriam um som resultante de 400 dB!»[481]

Ora, com base nos níveis de intensidade sonora da tabela 3 (p. 249), se uma intensidade 240 dB representa um estado provavelmente letal para a nossa fisiologia auditiva, assim como para a nossa sanidade psíquica, 400 dB iriam provocar um estrago inimaginável. Constatamos que os níveis de intensidade sonora a partir dos 120 dB podem provocar dor, no entanto o limiar da dor varia consoante a intensidade, a frequência e o tempo de exposição ao sinal. Neste sentido, verifica-se que duas fontes sonoras de igual potência o incremento de intensidade é cerca de 3 dB. Verifica-se também que quanto maior for a diferença menor é o acréscimo, por exemplo, duas fontes sonoras uma de 70 dB com outra de 80 dB incrementam o nível da pressão sonora[482] em 0,4 dB, perfazendo um total de 80,4 dB.

Como vimos inicialmente, a propagação de uma onda sonora em meios fluídos provoca perturbações na pressão e na velocidade das partículas. Deste modo, a pressão resultante da variação da velocidade das partículas origina aquilo que se denomina por intensidade sonora. Para quantificar a intensidade do som é necessário medir a pressão, utilizando a unidade pascal[483]. A audição é provavelmente um dos sentidos do ser humano com maior amplitude. O ouvido é de tal modo sensível que detecta variações de pressão que vão muito além do espectro sonoro audível. Podendo detectar flutuações de pressão na ordem de dez milhões de vezes entre o som mais inexpressivo e o som

---

[480] IDEM, *Ibidem*, p. 250-251.

[481] *Ibidem*, p. 250.

[482] Também conhecido por SPL (*sound pressure level*). A medição do SPL em dB é feita por um aparelho designado por sonómetro.

[483] A unidade pascal é representada pelo símbolo Pa, que é a unidade padrão de pressão e tensão segundo o Sistema Internacional de Unidades (SI). O seu desígnio é uma homenagem ao físico, matemático, filósofo e teólogo francês Blaise Pascal (1623-16629).

mais forte[484], ou seja, um milhão de vezes acima do limiar da audição até ao limiar da dor.

Por final, a potência acústica (ou sonora) é a grandeza que nos permite medir a quantidade de energia[485] despendida por uma fonte sonora para produzir uma sequência contínua de ondas. Ao produzirmos um som estamos a imprimir uma determinada potência no objecto, ou instrumento, em que uma pequena parte dessa potência[486] é transformada em som que é medida em watts acústicos, a potência restante perde-se pelo atrito. Analisando a tabela 4 (p. 249) podemos comparar a potência sonora de instrumentos musicais distintos e inferir que os instrumentos com frequências mais altas têm menor potência acústica que os instrumentos de baixas frequências. Neste sentido, na concepção de uma escultura sonora, ou na modelação de uma forma a partir do som, o estudo da potência acústica conjuntamente com os outros fenómenos abordados revela-se fundamental.

No âmbito da investigação relativa aos fenómeno físicos do som poderíamos desenvolver um estudo mais aprofundado. Contudo, dada a sua extensão optámos por simplificar, facultando uma estrutura base sobre o estudo do som, necessário para o enquadramento das matérias desenvolvidas no presente trabalho.

[484] Entre 0,00002 Pa (limiar da audibilidade) e 200 Pa (limiar da dor).

[485] Não confundir com energia acústica.

[486] Não confundir com potência que permite a fonte sonora vibrar.

Meio	Velocidade (m s^{-1})
GASES	
Ar (0° C)	331
Ar (20° C)	343
Azoto (0° C)	334
Dióxido de carbono (0° C)	259
Hélio	965
Hidrogénio (0° C)	1280
LÍQUIDOS	
Água (17° C)	1430
Água do mar (17 C)	1510
Álcool etílico (20º C)	1170
Benzeno (20º C)	1320
Glicerina	1920
Mercúrio (20º C)	1450
SÓLIDOS	
Aço	5050
Alumínio	5240
Chumbo	1250
Cobre	3580
Ferro	5170
Granito	3950
Latão	3420
Madeira (carvalho)	4100
Ouro	2030
Prata	2640
Prata alemã	3580
Vidro (quartzo)	5370

Tabela 1 - Velocidade de propagação do som.

Estado da matéria	**Volume/Forma**	**Densidade**	**Compressibilidade**	**Movimento das moléculas**
Gasoso	Adquire a forma e o volume do recipiente onde está contido	Baixa	Muito compressível	Movimento muito livre
Líquido	Tem um volume definido mas toma a forma do recipiente onde está contido	Elevada	Levemente compressíveis	Deslizam umas sobre as outras
Sólido	Tem forma e volume definidos	Elevada	Virtualmente incompressíveis	Vibram em torno de posições fixas

Tabela 2 - Propriedades dos principais estados da matéria (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 996. Tabela B.1.).

Nível (db)	Sons
150	Avião a jacto a descolar
120	Concerto Rock amplificado
100	Camião pesado
90	Comboio
80	Fábrica ruidosa
70	Tráfego urbano intenso
60	Conversa normal entre duas pessoas
50	Dentro do interior de um carro silencioso
40	Biblioteca
30	Estúdio de gravação
20	Sussurro
10	Brisa na folhagem

Tabela 3 - Níveis de intensidade de alguns sons.

Instrumento	Potência (watt acústico)	Instrumento	Potência (watt acústico)
Grande orquestra	67-70	Tuba	0,21
Bombo	25	Contrabaixo	0,16
Pratos	9,5	Flautim	0,08
Trombone	6,4	Flauta	0,05
Piano de concerto	0,45	Corne inglês	0,05
Trompete	0,33	Clarinete	0,05
Saxofone baixo	0,3	Voz de baixo	0,03

Tabela 4 - Potência máxima ao ar livre, a uma distância de 3 m (extraído de HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 245. Tabela 4.5).

III. Percepção sonora

«A sensação de som é uma coisa *sui generis*, não comparável com qualquer uma das nossas outras sensações.»[487]

A audição é indubitavelmente um dos sentidos mais sensível e incomparável. É a grande responsável por transportar para dentro de nós a informação do mundo que nos envolve, em particular a que está fora do nosso campo visual. As leis da propagação sonora assim o confirmam, atravessando e ignorando obstáculos que a visão não consegue suplantar. Para captar estes estímulos mecânicos invisíveis, somos dotados de um mecanoreceptor, o ouvido.

A sensação auditiva, de acordo com Jean-Jaques Matras, «depende de uma parte das características da onda, de outra parte das características da orelha.»[488] Por princípio todos os ouvidos são semelhantes na sua fisiologia, contudo na sua anatomia são totalmente distintos, «não existem duas pessoas com ouvidos idênticos [...]»[489]. A sua forma, a sua sensibilidade a variações de movimento, energia, mecânica, força e a sua capacidade auditiva diferem largamente de indivíduo para indivíduo e, de igual modo, variam de espécie para espécie.

De acordo com F. Alton Everest, «O som nas regiões infra-sônicas e ultra-sônicas, em relação à audição de seres humanos, não é um som menos verdadeiro no sentido físico, mas não resulta em percepção humana.»[490] Embora a audição do ser humano não esteja capacitada para percepcionar uma maior gama de vibrações do espectro

---

[487] T. L. de: «The sensation of sound is a thing *sui generis*, not comparable with any of our other sensations.» STRUTT John William, RAYLEIGH Baron - *Ob. cit.*, p. 1.

[488] T. L. de: «dépend d'une part des caractéristiques de l'onde, d'autre part des caractéristiques de l'oreille.» MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 34.

[489] T. L. de: «il n'existe pas deux personnes qui aient des oreilles identiques [...]» IDEM, *Ibidem*, p. 34.

[490] T. L. de: «Sound in the infrasonic and ultrasonic regions, as related to the hearing of humans, is no less true sound in the physical sense, but it does not result in human perception.» EVEREST, Alton F. - *The master handbook of acoustics*, p.54.

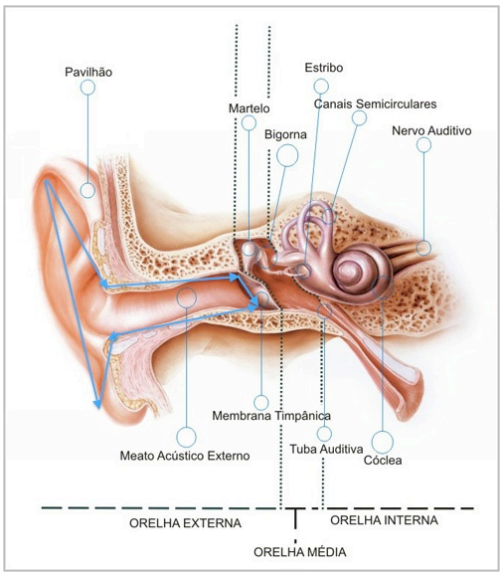


Fig. 144 - Relação formal entre o ouvido externo e uma corneta acústica.

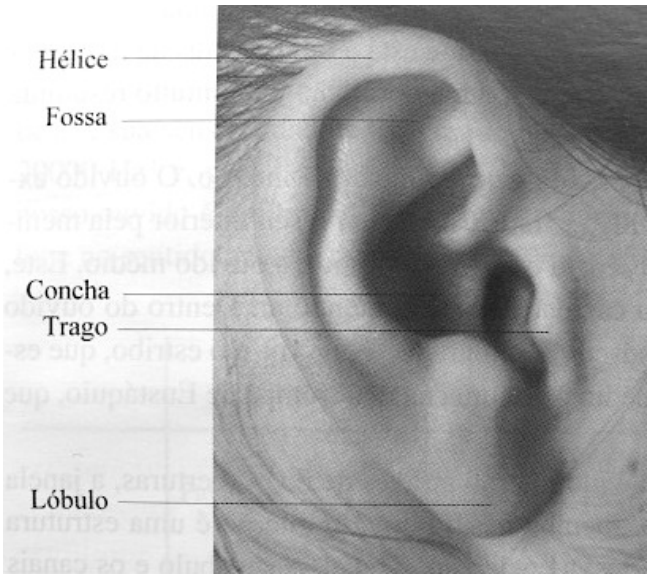


Fig. 145 - Partes principais que constituem o pavilhão auricular.

sonoro como noutras espécies, de acordo com Masaru Emoto, é benéfico que «os nossos ouvidos tenham tais limites, caso contrário, provavelmente, não conseguiríamos dormir»[491]. A sua fisiologia auditiva é amplamente complexa, cheia de mecanismos e sensores físicos que nos transportam para uma dimensão intangível, oculta.

III.1.Ouvido

III.1.1. Ouvido externo

O ouvido humano está divido essencialmente por três partes: o ouvido externo, médio e o interno. O ouvido externo é composto pelo pavilhão auricular, ou orelha, e pelo meato auditivo externo[492]. O pavilhão, segundo a definição de L. Henrique, «é uma cartilagem elástica de forma irregular coberta de pele.»[493] (fig. 145) Para além de ser aparentemente irregular e complexo, se analisarmos e simplificarmos o desenho de

[491] EMOTO, Masaru. - *Ob. cit.*, p. 70.

[492] Também denominado por meato acústico externo.

[493] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 811.

um corte a configuração do ouvido externo sugere a forma de uma corneta acústica[494] (fig. 144). De igual modo, podemos dizer que existe uma analogia entre o modo de operar da corneta acústica e do ouvido externo. O pavilhão pode aparentar ser um apêndice de pouca utilidade ou mesmo sem função, contudo, segundo Everest, «o pavilhão auricular [*pinna*][495], originalmente suspeito de ser apenas um órgão vestigial inútil, acaba por ser um surpreendentemente sofisticado mecanismo de codificação de som direccional.»[496] Contrariamente ao que se pensava, a orelha desempenha um papel fundamental na audição. Os estudos revelam que tem como função captar as ondas sonoras e de as dirigir até ao meato auditivo externo. Permite também diferenciar a direcção e localização espacial da fonte sonora, que de acordo com Everest, «A percepção de uma direcção a uma fonte de um som é, pelo menos parcialmente, o resultado da função de codificação surpreendente do ouvido externo, o pavilhão auricular.»[497] A sua forma peculiar, com as suas curvas e dobras características, permite seleccionar e favorecer determinadas frequências, isolando-as dos sons susceptíveis de perturbar a compreensão verbal.[498] Verifica-se também, que apenas os mamíferos têm pavilhões e que os animais que ouvem frequências muito altas têm a capacidade de mover o pavilhão auricular. O que permite localizar e isolar determinados sons de forma muito específica. Esta mobilidade, afirma Chion, é um «privilégio que se reserva a outras espécies, felinos e roedores, para as que a localização espacial de fenómenos que para nós são superagudos (e por tanto muito direccionais) é vital para a detecção de um perigo ou,

---

494 L. L. Henrique define uma corneta acústica como sendo um dispositivo de forma tronco-cónica (do género de um funil) que se introduz no pavilhão auricular. Durante largos séculos a falta de acuidade aditiva era parcialmente resolvida com uma corneta acústica, que captava, conduzia e amplificava as ondas sonoras com maior precisão até ao tímpano.

495 *Pinna*, palavra de origem latina, significa asa, pena ou barbatana, ou seja, uma parte que se projecta para fora do corpo. Neste caso, uma parte que se projecta para fora da cabeça.

496 T. L. de: «the pinna, originally suspected of being only a useless vestigial organ, turns out to be a surprisingly sophisticated sound directional encoding mechanism.» EVEREST, F. Alton - *Ob. cit.*, p. 43.

497 T. L. de: «The perception of a direction to a source of a sound is, at least partially, the result of the amazing encoding function of the external ear, the pinna.» IDEM, *Ibidem*, p. 64.

498 Estes sons, na sua maioria de frequências graves, são conhecidos por ruídos parasitas.

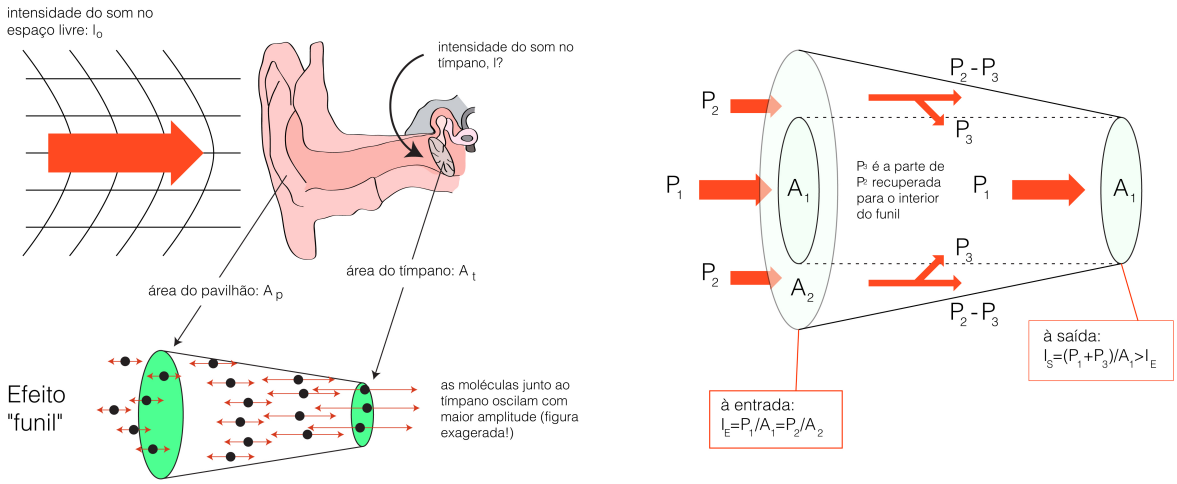


Fig. 146 - O meato auditivo externo amplifica a intensidade sonora junto do tímpano, funcionando de forma análoga a um funil.

ao contrário, de uma presa.»[499] Tal como o pavilhão, o meato acústico externo também presta assistência na localização da fonte sonora. Funciona de forma análoga a um funil que canaliza e amplifica a intensidade do som junto ao tímpano (fig. 145). A sua função de protecção é determinante para a preservação da elasticidade da membrana do tímpano, que requer um equilíbrio de temperatura e grau de humidade constantes. Para auxiliar a manter o ambiente adequado no meato auditivo externo existem glândulas sebáceas e ceruminosas, produtoras de cerúmen, e uma penugem que protege o meato de elementos estranhos.

Em suma, o ouvido externo transforma a energia acústica absorvida em energia vibratória mecânica. É um dispositivo de ressonância, que aumenta a intensidade dos sons captados, e de protecção «contra os corpos susceptíveis de entrar na orelha, mas também contra o vento e outros fenómenos susceptíveis de nublar a audição [...]»[500].

---

499 T. L. de: «privilegio que se reserva a otras especies, felinos y roedores, para las que la localización espacial de fenómenos que para nosotros son sobreagudos (y por tanto muy direccionales) es vital para la detención de un peligro o, al contrario, de una presa.» CHION, Michel - *Ob. cit.*, p. 46.

500 T. L. de: «contra los cuerpos susceptibles de entrar en la oreja, pero también contra el viento y otros fenómenos susceptibles de nublar la audición [...]». IDEM, *Ibidem*, p. 46.

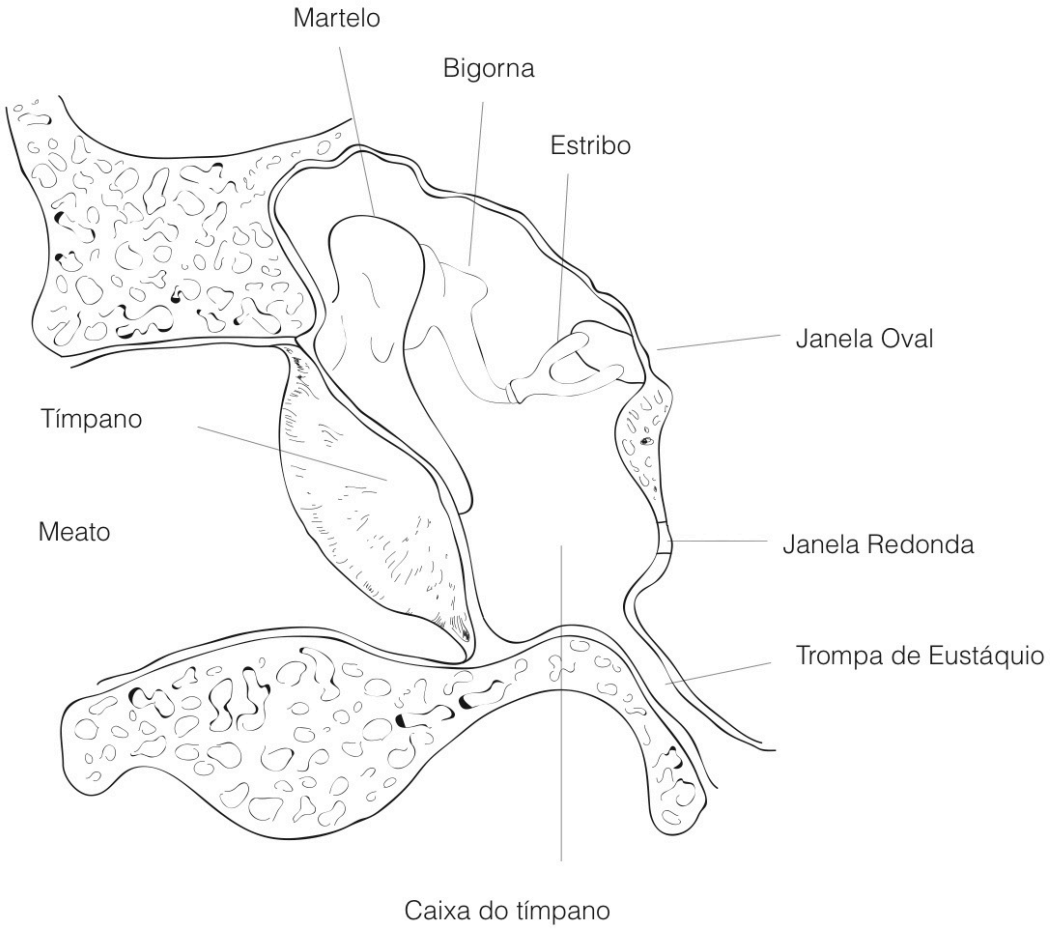


Fig. 146 - Elementos do ouvido médio.

III.1.2.Ouvido médio

O ouvido médio é um equipamento especial que faz a transferência da energia sonora de um meio gasoso para um líquido, um dispositivo peculiar que Alton Everest descreve nas seguintes palavras: «Transmitir a energia sonora de um meio tão ténue como o ar para dentro de um meio denso como a água é um problema complexo. Sem qualquer equipamento muito especial, o som originário do ar é expelido da água tal como a luz reflectida num espelho.»[501] Tal como o próprio nome indica, o ouvido mé-

[501] T. L. de: «Transmitting sound energy from a tenuous medium such as air into a dense medium like water is a serious problem. Without some very special equipment, sound originating in air bounces off water like light off a mirror.» EVEREST, F. Alton - *Ob. cit.*, p. 45.

dio localiza-se entre o ouvido externo e o interno, e faz a ligação entre ambos. Este "equipamento" é no fundo uma cavidade irregular cheia de ar, também conhecida por caixa do tímpano, que comunica com a nasofaringe através da trompa de Eustáquio[502]. Esta caixa é constituída essencialmente pelo tímpano e por uma cadeia de minúsculos ossos articulados designados por: martelo, bigorna e estribo,[503] (ver fig. 146). O tímpano é uma membrana muito fina[504] de tecido fibroso que sela o meato auditivo e delimita a fronteira entre o ouvido externo e o ouvido médio. De acordo com a descrição de L. L. Henrique, o tímpano é oblíquo em relação ao meato e a sua morfologia aparenta um cone achatado, que sugere um altifalante com cerca de 1 cm de diâmetro. Internamente o tímpano é recoberto por membrana mucosa e está em contacto com o martelo, primeiro ossículo da cadeia ossicular. É esta cadeia que transforma, em concordância com Chion, «as vibrações aéreas em vibrações de estruturas sólidas»[505] que são conduzidas até à entrada do ouvido interno (ver fig. 146) — à janela oval. Segundo L. L. Henrique, «a forma como vibra a membrana do tímpano é muito complexa»,[506] diz ainda que, dado o grau de dificuldade de observação da sua movimentação, a sua resposta às ondas sonoras é de uma ínfima amplitude de vibração. «Sons de grande intensidade, perto do limite humanamente suportável fazem vibrar o tímpano com uma amplitude de 0,1 mm!»[507] A imperceptibilidade das inúmeras e distintas vibrações desta pequena membrana é simplesmente espantosa. No entanto, a sua hipersensibilidade à flutuação da pressão depende do equilíbrio da pressão atmosférica dos dois lados: da flutuação da pressão vinda do exterior e da pressão atmosférica no interior da cavidade. Dada a sua fragilidade, se a membrana for exposta a uma grande diferença de pressão — entre o ouvido externo e o ouvido médio — sofrerá perturbações e pode ficar

---

[502] Esta nomenclatura deriva do nome do anatomista Bartolommeo Eustachio que em 1563 descreveu a ligação do ouvido médio à faringe. É também conhecida por tuba auditiva.

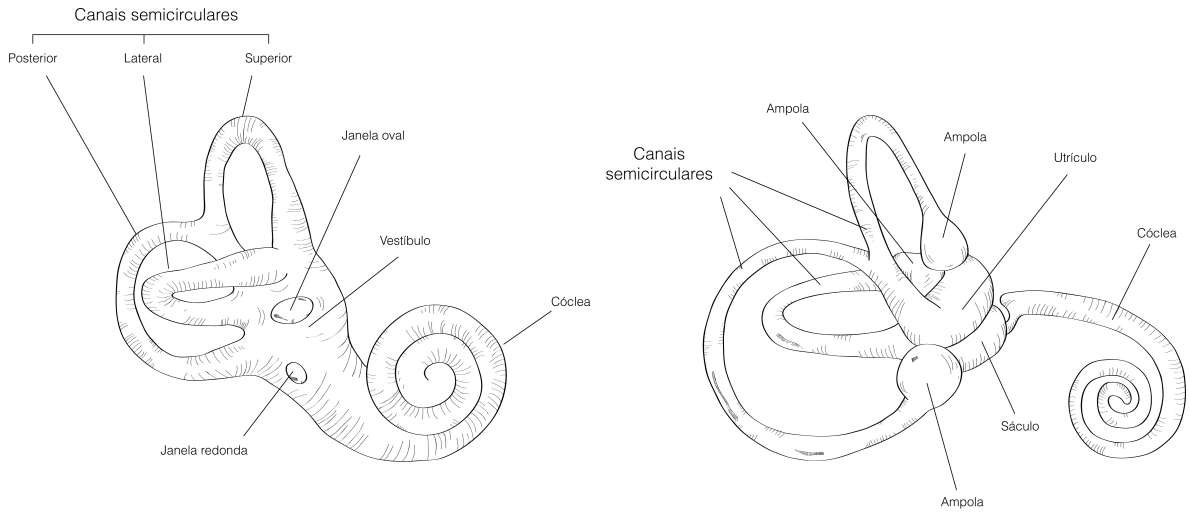
[503] Estes ossos são os mais pequenos do nosso organismo.

[504] A espessura do tímpano é bastante irregular e tem aproximadamente 0,1mm.

[505] T. L. de: «las vibraciones aéreas en vibraciones de estructuras sólidas». CHION, Michel - *Ob. cit.*, p. 47.

[506] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 825.

[507] IDEM, *Ibidem*, p. 825.



Fig, 147 e 148 - Labirinto ósseo e labirinto membranoso.

danificada.[508] Para que tal não suceda, a trompa de Eustáquio permite a equalização da pressão de ambos lados do tímpano. A sua ligação à faringe superior dá acesso ao ar exterior para que este entre na caixa do tímpano.

A cadeia ossicular forma, como descreve Everest, «uma ligação mecânica entre a membrana do tímpano e da janela oval [...]»[509]. Esta conexão mecânica articulada é garantida mediante um sistema de tendões e músculos que suspendem no ar a cadeia ossicular. Para além da suspensão, este sistema muscular do ouvido médio actua como: transmissor das vibrações do tímpano para o ouvido interno, amplificador e como dispositivo de protecção a sons de grande intensidade. De acordo com L. L. Henrique, estes músculos contraem ou distendem consoante a intensidade sonora. Agindo de modo reflexivo: para proteger o ouvido de sons muito intensos; ou de modo voluntário: para adaptar o ouvido a sons muito fracos.[510] No entanto, este sistema não se resume somente à protecção do ouvido interno, Claude Bailblé descreve que, «a contrac-

[508] Andar de avião ou subir a uma montanha a elevada altitude provoca uma diferença significativa entre a pressão do ouvido médio e o externo. Quanto mais subirmos menor é a pressão atmosférica e essa diferença de pressão vai impelir o tímpano para fora. O mesmo se verifica em situações inversas como, por exemplo, mergulhar a uma grande profundidade.

[509] T. L. de: «a mechanical linkage between the eardrum and the oval window [...]» EVEREST, F. Alton - *Ob. cit.*, p. 45.

[510] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 827.

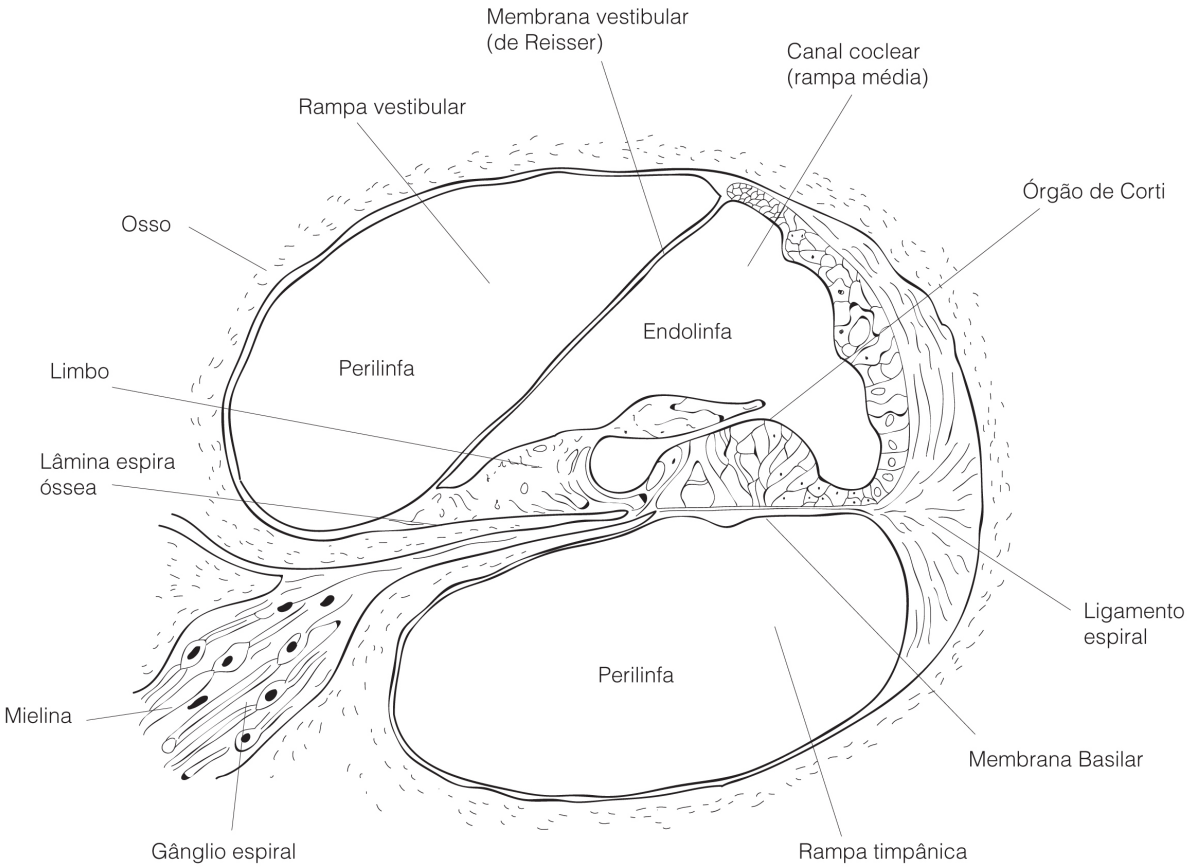


Fig. 149 - Corte transversal da cóclea (extraído de HENRIQUE, Luís L. - Ob. cit., p. 818. Figura 20.8).

ção do estribo é provocado igualmente pela vocalização, pois a resposta do músculo precede à emissão vocal. Parece que existe aqui um mecanismo que garante a redução do efeito dos sons que se emitem sobre a orelha da pessoa que emite esses sons».[511]

III.1.3.Ouvido interno

Como vimos anteriormente, o ouvido médio permite a conversão das vibrações aéreas em vibrações mecânicas, transferindo assim a informação sonora de um meio gasoso para um meio líquido. Na membrana da janela oval os movimentos de êmbolo da base do estribo transmitem as vibrações que se propagam em ondas hidráulicas pe-

[511] T. L. de: «La contracción del estribo la provoca igualmente la vocalización, pues la respuesta del músculo precede a la emisión vocal. Parece que exista aquí un mecanismo que garantiza la reducción del efecto de los sonidos que se emiten sobre la oreja de la persona que emite esos sonidos [...]».Vd. BAILBLÉ, Claude 1989. De l'oreille en plus. *L' audiophile,* 50. p. 140. *Apud* CHION, Michel - *Ob. cit.*, p. 47.

los fluídos do ouvido interno. Submerso num líquido aquoso e transparente, o ouvido interno é caracterizado como um órgão altamente complexo e frágil. Como tal, para sua protecção, encontra-se localizado numa cavidade óssea do osso temporal que se designa por labirinto ósseo. Dentro deste labirinto, mergulhado num líquido denominado perilinfa e com uma estrutura formal quase idêntica, encontra-se o labirinto membranoso (ver fig. 147 e 148). Este por sua vez, contém no seu interior um líquido chamado endolinfa. Na sua estrutura o labirinto ósseo é composto por três partes: o vestíbulo, os canais semicirculares e a cóclea . Dentro de uma perspectiva funcional, o labirinto divide-se fundamentalmente em duas áreas com acções distintas: o labirinto anterior associado à audição e o labirinto posterior associado ao equilíbrio e orientação. No labirinto anterior encontra-se a cóclea, ou caracol[512], que se divide longitudinalmente por dois canais: a rampa timpânica e rampa vestibular. Estas duas rampas estão divididas parcialmente pela lâmina espiral óssea e pelo canal coclear (ver fig. 149). O canal coclear tem três faces: a superior, a inferior e a lateral. A primeira é membrana vestibular[513] que faz a divisão com a rampa vestibular. A segunda faz a divisão com a rampa timpânica e denomina-se por membrana basilar. Por sua vez, a face lateral adere à parede do labirinto ósseo pelo ligamento espiral. No interior do canal coclear, para além da endolinfa, encontra-se o órgão específico da audição, o órgão de Corti[514]. Este órgão tem na sua base a membrana basilar e é composto por um conjunto de milhares de células ciliadas[515] sensoriais, responsáveis por fazer a transdução das vibrações sonoras em impulsos eléctricos. O movimento da membrana basilar, causado pela onda hidráulica que se propaga na cóclea, obriga a deformação dos cílios[516] do órgão de Corti

---

[512] Denomina-se caracol pela sua forma em espiral.

[513] Membrana vestibular ou também denominada Reissner, em homenagem ao anatomista alemão Ernest Reissner (1824-1878), que investigou profundamente o ouvido interno.

[514] O órgão de Corti foi descrito pela primeira vez em 1851 pelo anatomista Alfonso Corti (1822-1876). Com o recurso a um microscópio Corti analisou o ouvido interno e descreveu as células ciliadas sensoriais, as células de suporte, a membrana tectorial e as fibras nervosas.

[515] Células ciliadas são células que têm filamentos e pertencem ao grupo de células receptoras.

[516] Cílio, palavra de origem latina, significa pestana pela sua semelhança formal. É uma célula com uma função sensorial.

quando toca na membrana tectorial. De cada célula sai uma fibra nervosa e o conjunto de todas as fibras nervosas constitui o nervo acústico.

No labirinto posterior, composto pelo vestíbulo e pelos os canais semicirculares, encontram-se os órgãos do equilíbrio. Segundo L. L. Henrique, nestes órgãos existem dois sistemas: «um sistema estático, cuja função é a percepção da posição no espaço considerando um plano vertical, e um sistema cinético cuja função é a percepção da rotação e aceleração da cabeça.»[517]

O vestíbulo divide-se em dois sacos interligados: o sáculo e o utrículo (fig. 147 e 148). Estes que contêm células sensoriais responsáveis pelo o equilíbrio estático e detectam a aceleração linear da cabeça. Os três canais semicirculares membranosos têm a forma de arco, partem do utrículo e estão dispostos de forma similar a um sistema de três eixos ortogonais [X, Y e Z]. Estes canais são responsáveis pelo o equilíbrio cinético e detectam a aceleração circular da cabeça. «Em ambos os sistemas, estático e cinético, as células sensoriais geram impulsos que são transmitidos ao cérebro originando reflexos que corrigem o desequilíbrio.»[518] Em caso de lesão ou perturbação no labirinto posterior podem ocorrer vertigens ou desequilíbrios.

A partir do ouvido interno os impulsos eléctricos gerados pelas células sensoriais são transmitidos ao córtex cerebral auditivo através de fibras nervosas. Agrupadas consoante a sua função as fibras nervosas vão unir-se num só nervo — o nervo acústico, auditivo ou coclear-vestibular. A denominação coclear-vestibular deriva da sua constituição pelo nervo coclear e pelo vestibular. Segundo L. L. Henrique, o coclear é responsável por transmitir os impulsos auditivos, o vestibular por transmitir os impulsos relativos ao equilíbrio e orientação.

---

[517] HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 832.

[518] IDEM, *Ibidem*, p. 832.

III.2.Mecanismo da audição

"Como ouvimos?" Entender o processamento da informação sonora, saber se a análise harmónica é operada ao nível da cóclea ou no cérebro, são questões que foram formuladas ao longo de vários séculos e às quais, só em meados do século XIX se obteve uma proposta mais concreta pela obra do cientista Hermann Helmholtz[519]. Com base nas teorias de Gaspard Bauhin[520] e de Joseph Guichard Du Verney[521], a teoria da ressonância concebida por Helmholtz[522] afirma que as frequências captadas pelo ouvido são analisadas na cóclea, e que cada uma das «vinte e quatro mil fibras da membrana basilar em ressonância a uma frequência pré-determinada, e comunicar a sua vibração para a fibrila nervosa mais próxima.»[523] Neste sentido, e de acordo com L. L. Henrique, a teoria da ressonância de Helmholtz «fundamenta-se em três princípios básicos: a lei de Ohm[524], a especificidade estímulo-resposta e a descoberta da existência dos pilares de Corti.»[525] Diz ainda que, no primeiro princípio, com base no teorema de Fourier[526], Helmholtz afirmou que quando o ouvido é estimulado por uma onda complexa accio-

---

519 Hermann Ludwing Ferdinand von Helmholtz (1821-1894) cientista, médico e físico alemão, que fez «a primeira medição da velocidade dos impulsos nervosos. Explicou o mecanismo do ouvido médio e estabeleceu uma teoria da audição sobre o funcionamento do ouvido interno, que é considerada surpreendente para a sua época.» HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 29.

520 Gaspard Bauhin (1560-1624) anatomista suíço que apresentou uma das primeiras teorias da ressonância da audição.

521 Joseph Guichard Du Verney (1648-1730) anatomista francês que elaborou uma teoria mais profunda sobre a ressonância da audição, descrita no seu *Tratado do Órgão da Audição*. A sua quase irrefutável teoria serviu de base de trabalho para muitos cientistas durante cerca de 175 anos.

522 Também conhecida por teoria da audição de Helmholtz.

523 T. L. de: «vingt-quatre mille fibres de la membrane basilaire entrant en résonance pour une fréquence déterminée, et communiquant sa vibration à la fibrille nerveuse la plus voisine.» MATRAS, Jean-Jacques - *Ob. cit.*, p. 38.

524 A lei de Ohm, assim denominada em homenagem ao seu criador Georg Simon Ohm (1789-1854), é a «primeira teoria matemática de condução eléctrica em circuitos.» HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 29.

525 HENRIQUE, Luís L. - *Ob. cit.*, p. 834.

526 O teorema de Fourier diz-nos que todas as ondas complexas periódicas podem ser representadas como a soma de ondas simples, ou seja, podemos criar uma onda complexa periódica segundo uma soma sucessiva de ondas simples.

na um mecanismo de análise que separa as ondas sinusoidais que compõem essa onda. No segundo princípio, partindo da teoria de Müller[527], Helmholtz diz que para cada altura musical[528] está associada uma fibra do nervo auditivo. O último princípio, a descoberta dos pilares de Corti[529], permitiu a Helmholtz equacionar a hipótese de estar perante um conjunto de ressoadores com afinações próprias. No entanto, só em meados do século XX a investigação de Békésy permitiu comprovar a teoria da audição de Helmholtz.

[527] A teoria de Müller trata da energia específica dos nervos.

[528] Altura musical é a qualidade que diferencia um som grave de um agudo.

[529] Os pilares de Corti são células disposta de forma piramidal que formam o túnel de Corti.

III.2.1.Entre a percepção sonora e a visual

«No mundo, o que percebemos não é nunca a sua realidade, mas apenas a repercussão das forças físicas sobre os nossos órgãos sensoriais.»[530]

A apreensão dos estímulos sensoriais é uma experiência que nos transporta para uma realidade subjectiva, personalizada. Inúmeros fenómenos das mais diversas naturezas esculpem incessantemente a nossa percepção, o nosso mundo perceptivo. Um mundo subtil que nos transcende e no qual ainda se procuram respostas.

Para o entendimento deste mundo perceptivo o antropólogo Edward T. Hall divide o aparelho sensorial em duas categorias de receptores: os receptores à distância — olhos, ouvidos, nariz; e os receptores imediatos — pele, mucosas, músculos. Dos três receptores à distância, um responde a estímulos químicos — nariz — e os outros dois respondem a estímulos físicos — olhos e ouvidos. Embora os estímulos físicos destes dois sistemas — audição e visão — tenham naturezas diferentes podem ser fisicamente comparáveis. Com base no estudo das propriedades físicas do som, podemos constatar que tanto os fenómenos sonoros com os luminosos se propagam segundo movimentos vibratórios. Neste sentido, como ondas — ondas sonoras e ondas electromagnéticas — são as duas mensuráveis pela sua frequência e pelo seu comprimento de onda. Contudo, existe uma enorme discrepância perceptiva entre ambos fenómenos, pelo qual a sua correspondência não é óbvia nem directa.[531]

Segundo Hall, a visão e a audição facultam uma quantidade de informação distinta, sendo que o cálculo dessa diferença é pouco preciso. «No entanto, podemos obter uma ordem de grandeza a respeito da complexidade relativa dos dois sistemas comparando as dimensões dos nervos que ligam respectivamente os olhos e os ouvidos aos centros cerebrais.»[532] Deste modo, com base na diferença de dezoito vezes mais neuró-

---

530 Vd. Kilpatrick, F. P. - *Explorations in Transactional Psychology*. Nova Iorque: New York University Press, 1961 *Apud* HALL, Edward T. - *Ob. cit.*, p. 55.

531 Da análise à fig. 150, na p. 266, é possível constatar que a diferença de escala entre os dois sistemas é evidente.

532 HALL, Edward T. - *Ob. cit.*, p. 56-57.

nios contidos no nervo óptico do que no nervo auditivo, Hall conclui que a visão «transmite pelo menos dezoito vezes mais informação»[533], logo é um sistema de informação mais eficaz do que a audição. Diz ainda que, sem o recurso de nenhum equipamento auxiliar num raio de cem metros o olho humano capta um conjunto impressionante de informações e a mil e quinhentos metros a comunicação ainda se mantém eficaz. Ao passo que, o ouvido é eficiente num raio de acção de seis metros. A trinta metros uma conversação unilateral ainda é possível mas uma bilateral sofre imensas perturbações, acabando por se dissipar — segundo a lei do inverso do quadrado da distância.[534] Esta dissipação dos sinais auditivos prende-se com uma característica fundamental do som: a efemeridade. Como vimos na obra *Traité des objets musicaux*, Pierre Schaeffer define esta duração como um acontecimento marcado no tempo, de acordo as suas palavras, «Os objectos sonoros, contrariamente aos objectos visuais, existem na duração [tempo] e não no espaço: o seu suporte físico é essencialmente um evento energético inscrito no tempo.»[535]

Comparando a fisiologia entre o sistema visual e o auditivo, a diferença mais elementar reside no simples facto de estarmos equipados com um mecanismo que nos permite 'suspender' a visão, contrariamente ao 'canal aberto' que recepciona ininterruptamente as ondas sonoras, tal como descreve Murrey Schafer, «O sentido da audição não pode ser desligado à vontade. Não há pálpebras para os ouvidos.» [536]

A rapidez e a qualidade são outros dois pontos divergentes entre ambos sistemas. Tal como analisámos na propriedades físicas da onda sonora — considerando a temperatura do ar a 20°C — podemos constatar que velocidade de propagação do som é da or-

---

533 IDEM, *Ibidem*, p. 57.

534 Os raios de eficácia do ouvido diferem consoante a fonte sonora e a sua intensidade. Os valores aqui referidos estão relacionados à conversação de dois sujeitos sem apoio de nenhum dispositivo externo, com base na descrição de Hall. *Ibidem*, p. 57.

535 T. L. de: «Les objets sonores, contrairement aux objets visuels, existent dans la durée et non dans l'espace: leur support physique est essentiellement un événement énergétique inscrit dans le temps.» SCHAEFFER, Pierre - *Ob. cit.*, p. 244.

536 T. L. de: «The sense of hearing cannot be turned off at will. There are no earlids.» Vd. R. Murray Schafer *Apud* LICHT - *Sound art*, p. 14.

dem de 0.344 km s^{-1}, enquanto que a da propagação da luz é de 300 000 km s^{-1}. Esta desmesurada diferença explica um fenómeno que certamente já todos presenciámos — o trovão. Primeiro surge a luz como resultado da descarga eléctrica e posteriormente o som estrondoso. Um estrondo que após o clarão pode levar vários segundos até ser percepcionado, em virtude do enorme desfasamento da velocidade dos dois fenómenos físicos. De igual modo, segundo Alan Licht, somos mais reactivos a estímulos visuais que a auditivos, tal como a «luz é mais rápida do que o som»[537].

De modo a entender o grau de complexidade entre o sistema auditivo e o visual, Hall compara-os a sistemas análogos: a rádio e a televisão. À semelhança da audição a rádio precedeu a televisão e é um sistema mais simples.

Em suma, de acordo com Hall, por comparação física podemos concluir que ambos sistemas — auditivo e visual — diferem: na sua natureza, na quantidade de dados que cada um pode processar e na quantidade de espaço que cada sistema pode dominar de modo eficaz, no entanto, são semelhantes na sua manifestação. Para Hall os dois espaços — visual e sonoro — têm um carácter amplamente distinto. Sendo que, o grau de ambiguidade entre acuidade visual e auditiva é superior na informação sonora, salvo excepções.[538] Contudo, na percepção espacial nenhum sistema é mais relevante que o outro (por mais desfasamentos quantitativos de informação percepcionada que existam entre ambos), eles completam-se, metamorfoseiam-se num só sentido. Se percepcionamos o espaço que se projecta ao longo do nosso campo visual, se sentimos a sua profundidade, a sua tridimensionalidade existe em grande parte devido aos 360° de estímulos auditivos. Como tal, podemos inferir que há um paralelismo aparente entre a correlação do som com o espaço e do som com a imagem.

---

[537] T. L. de: «light is faster than sound». LICHT, Alan - *Ob. cit.*, p. 14.

[538] Neste ponto Hall faz referência à informação auditiva captada por um invisual, que localiza os objectos pela selecção das altas frequências.

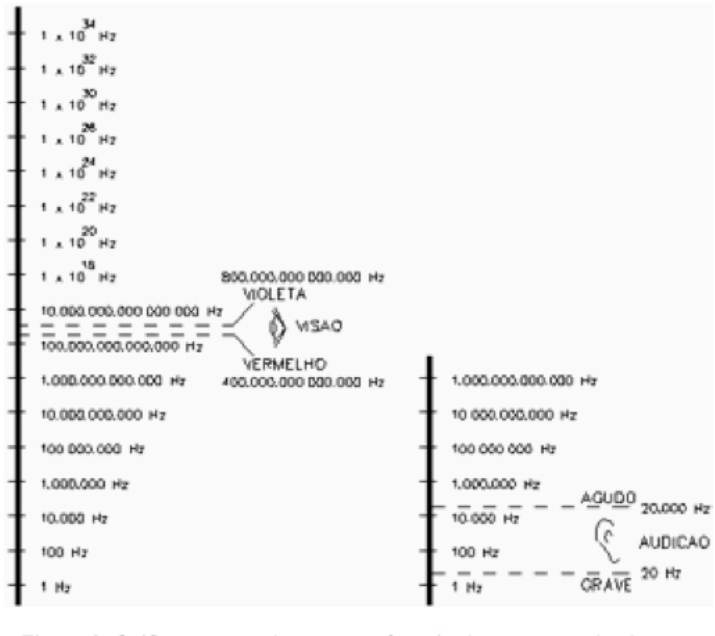


Fig. 150 - Diferença entre o espectro visual e o espectro auditivo.

Como vimos anteriormente, tanto a luz como o som são caracterizados pela sua natureza vibratória. Ambos geram harmónicos[539]. No entanto, devido à elevada frequência da luz os seus harmónicos não são perceptíveis, o que apreendemos é apenas o resultado cromático final da sua sobreposição — uma cor. Contrariamente, no som não só é possível identificar as distintas frequências sobrepostas dos harmónicos, como também estes desempenham uma função elementar na composição do timbre, ou seja, a génese da fonte sonora.

539 O termo mais correcto seria o feminino harmónicas, pois diz respeito às frequências, no entanto, no meio musical utiliza-se mais o termo masculino porque se intui sons harmónicos. As harmónicas, ou como vimos, os harmónicos são frequências que compõem um sinal e este é um múltiplo inteiro da frequência fundamental. Isto é, se a frequência é *f*, as harmónicas representam-se por *2f*, *3f*, *4f*, etc.

Figuras

Fig. 151 - *Estudos para elaboração de escultura cinético-sonora.*

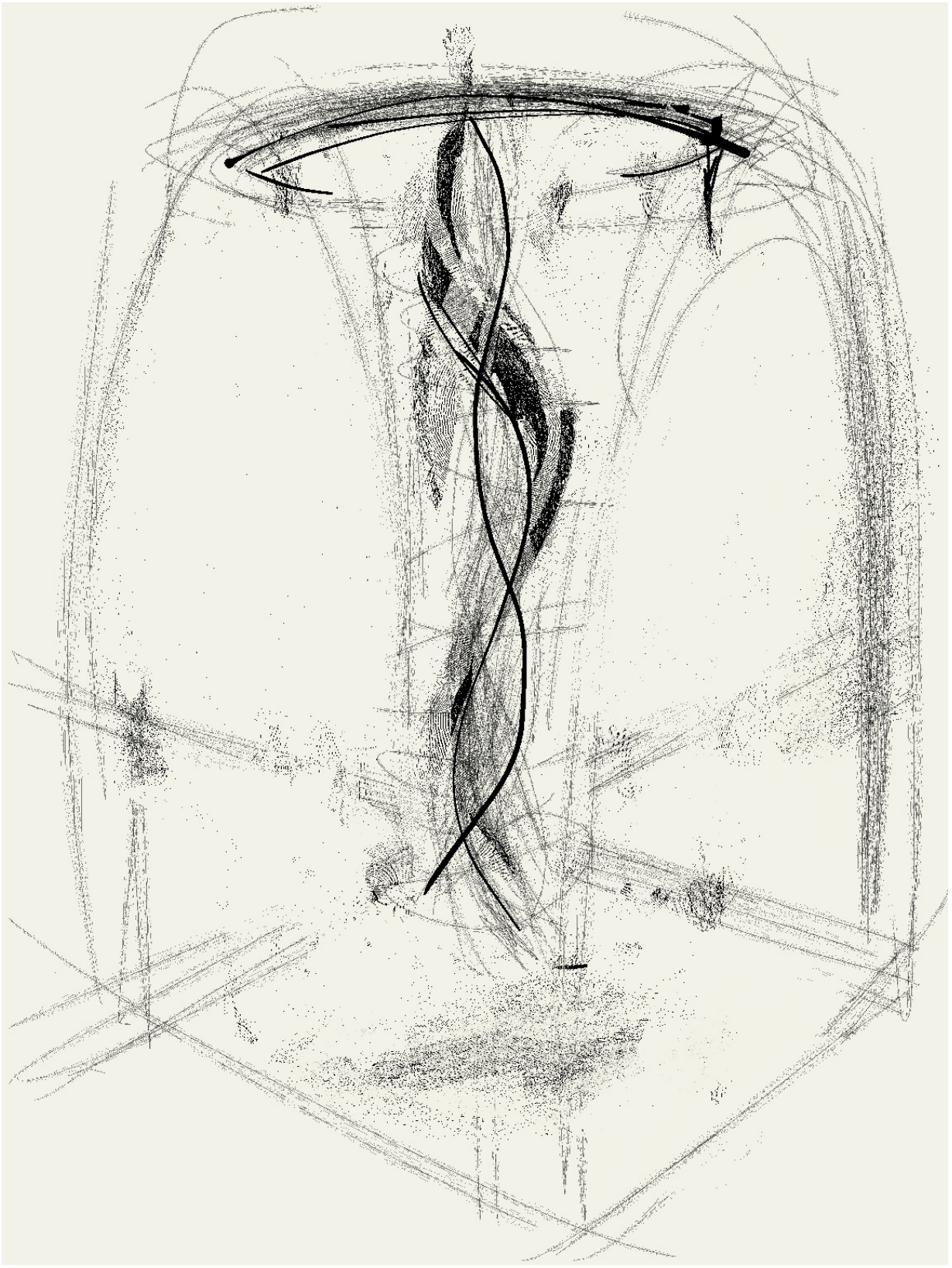


Fig. 152 - *Estudos para elaboração de escultura cinético-sonora*.

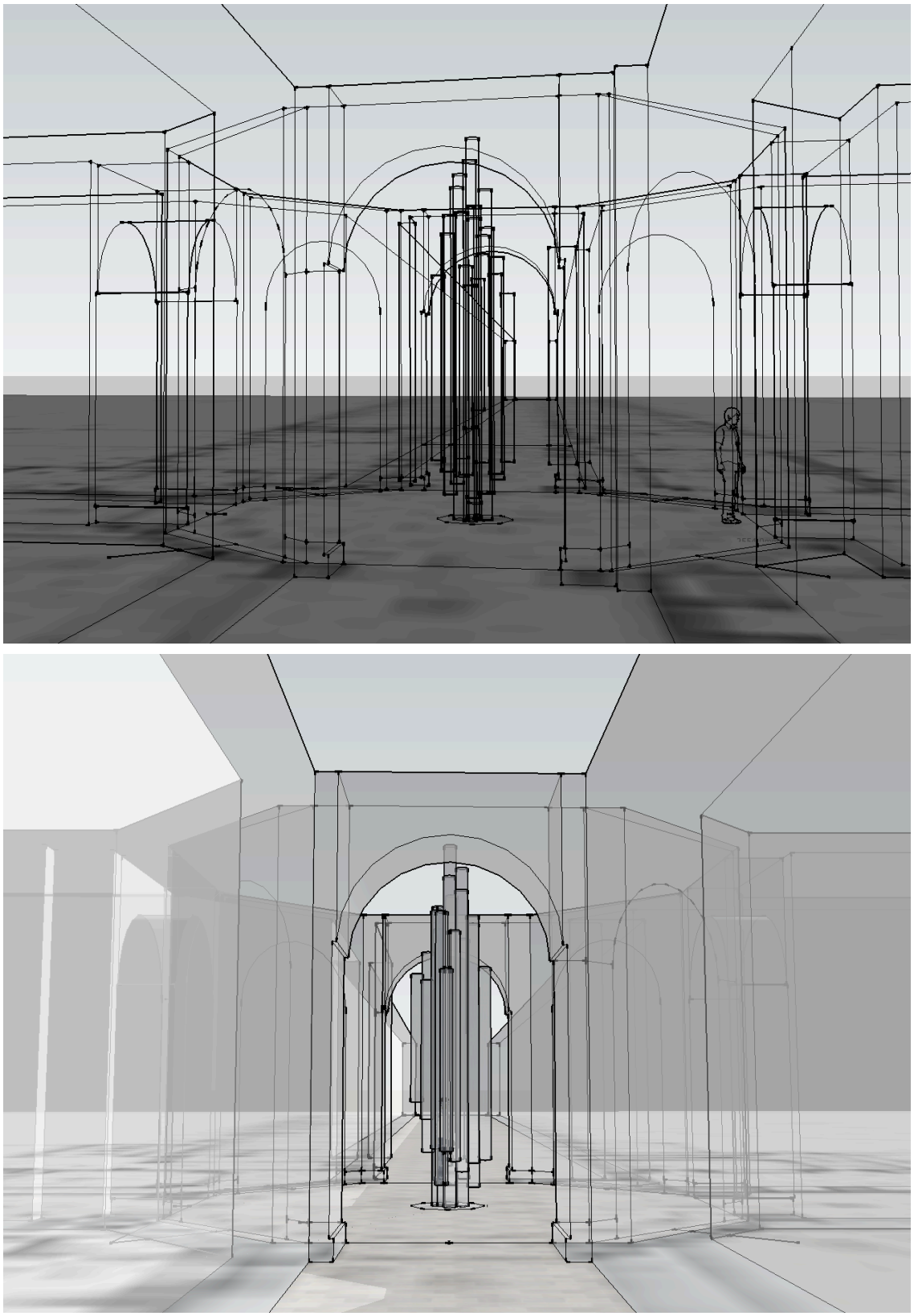
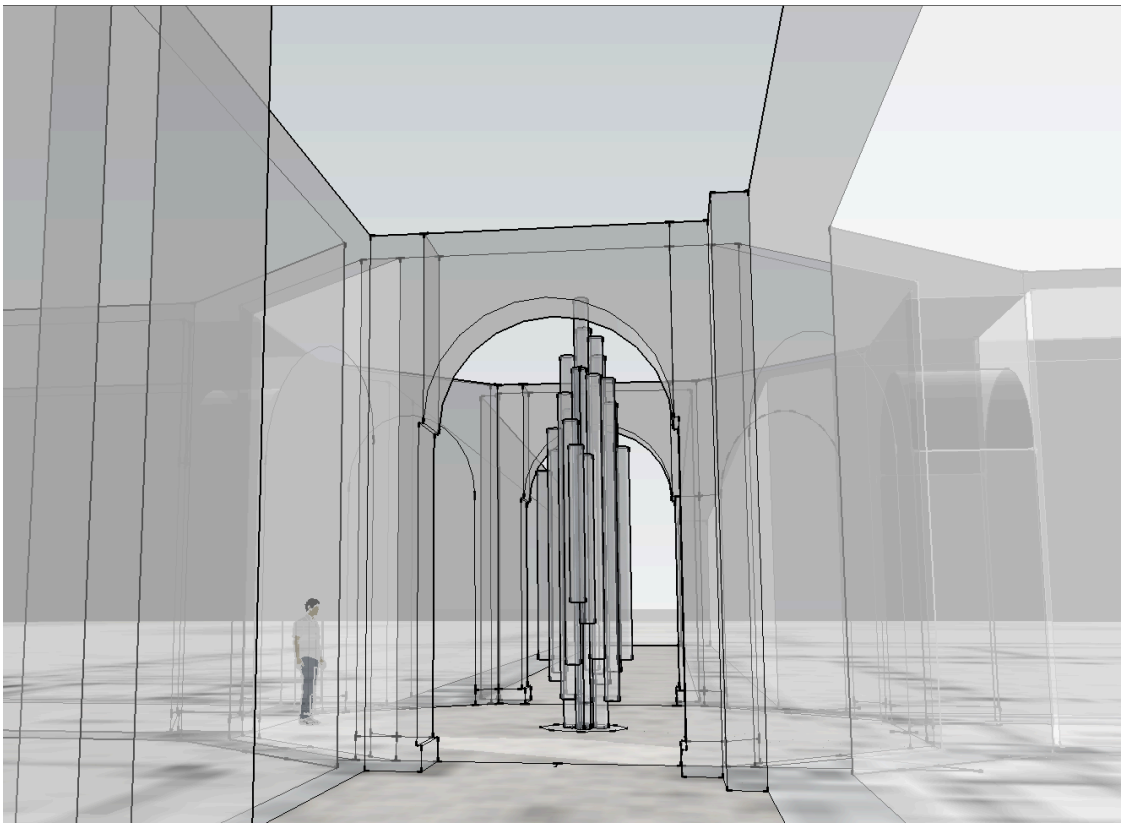


Fig. 153 e 154 - *Túbulo*, estudos de composição e de escala.



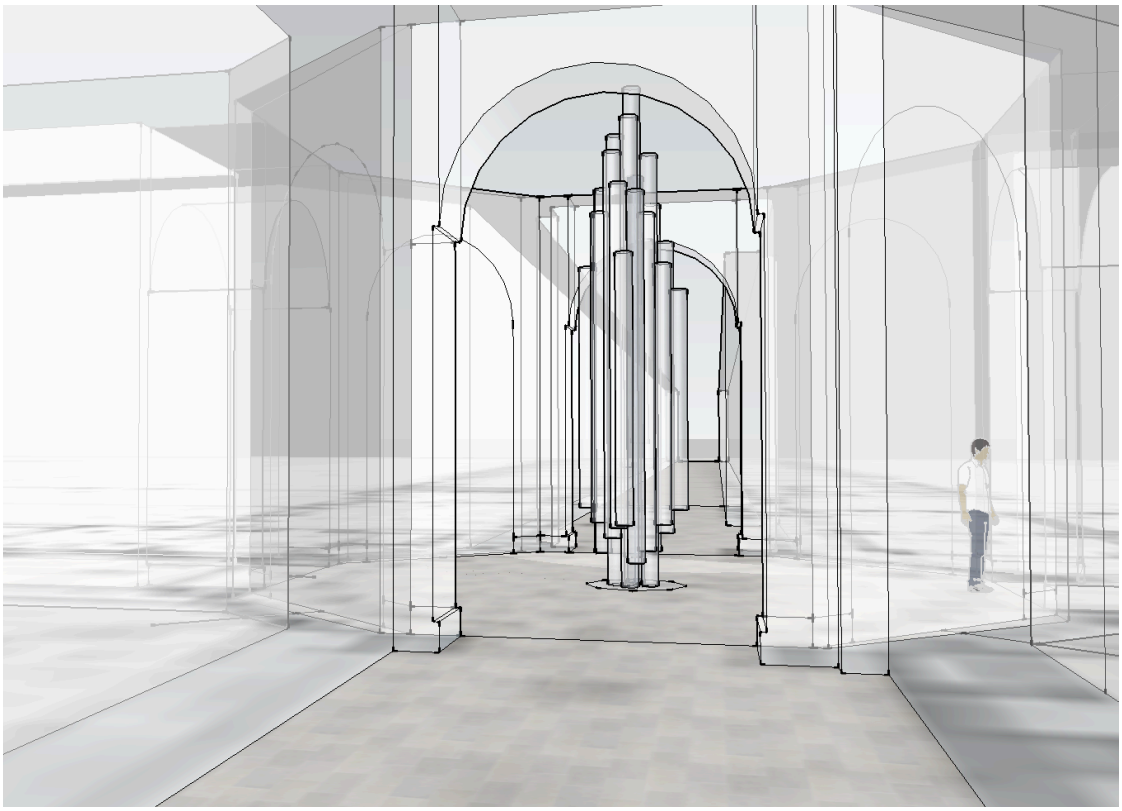


Fig. 155 e 156 - *Túbulo*, estudos de composição e de escala.

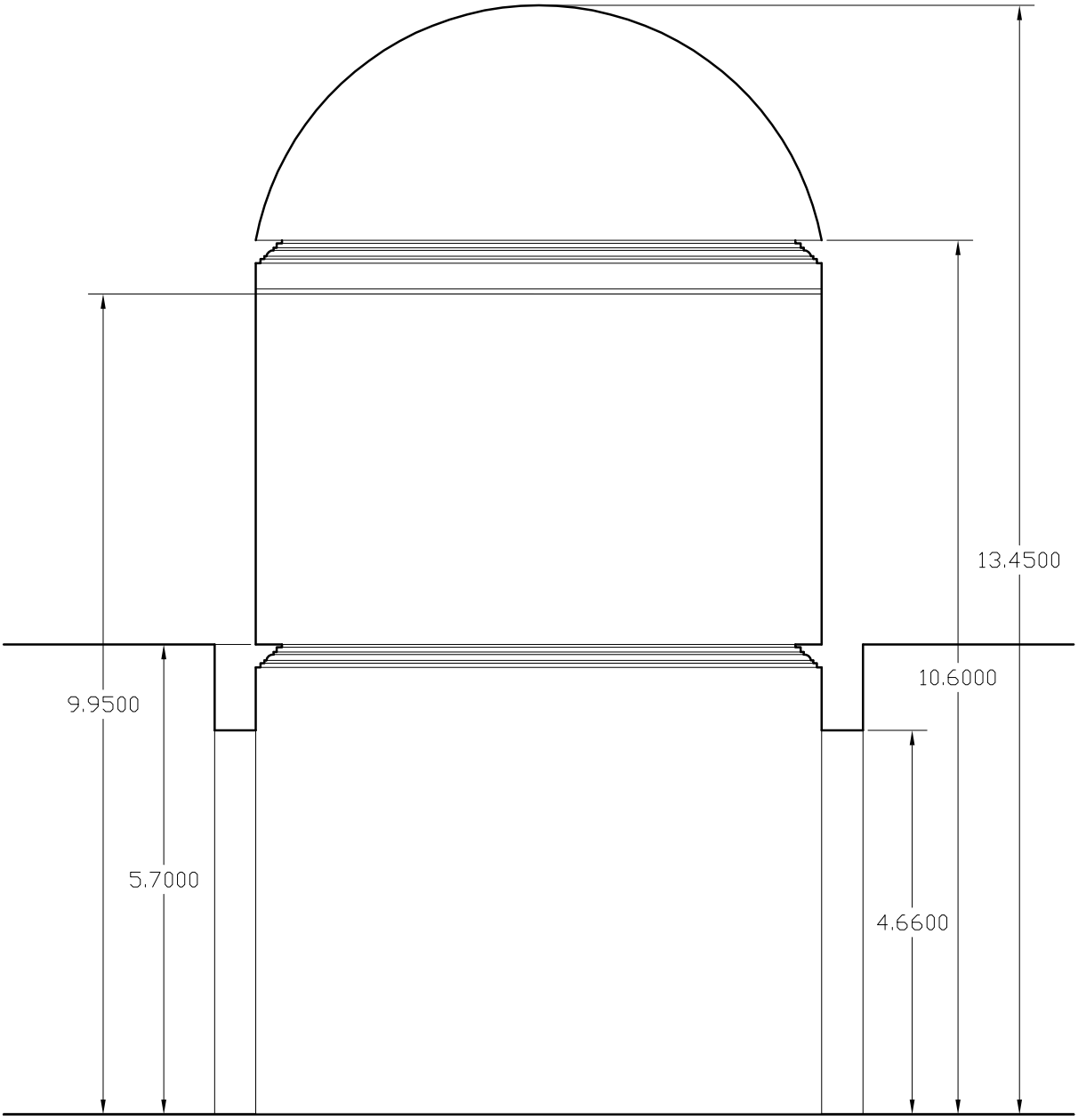


Fig. 157 - Torre do Cruzeiro, Colégio do Espírito Santo, corte do espaço cotado.

Fig. 158 - Localização da escultura, octógono da Torre Cruzeiro, CES-UÉ.

Anexo I

Figuras

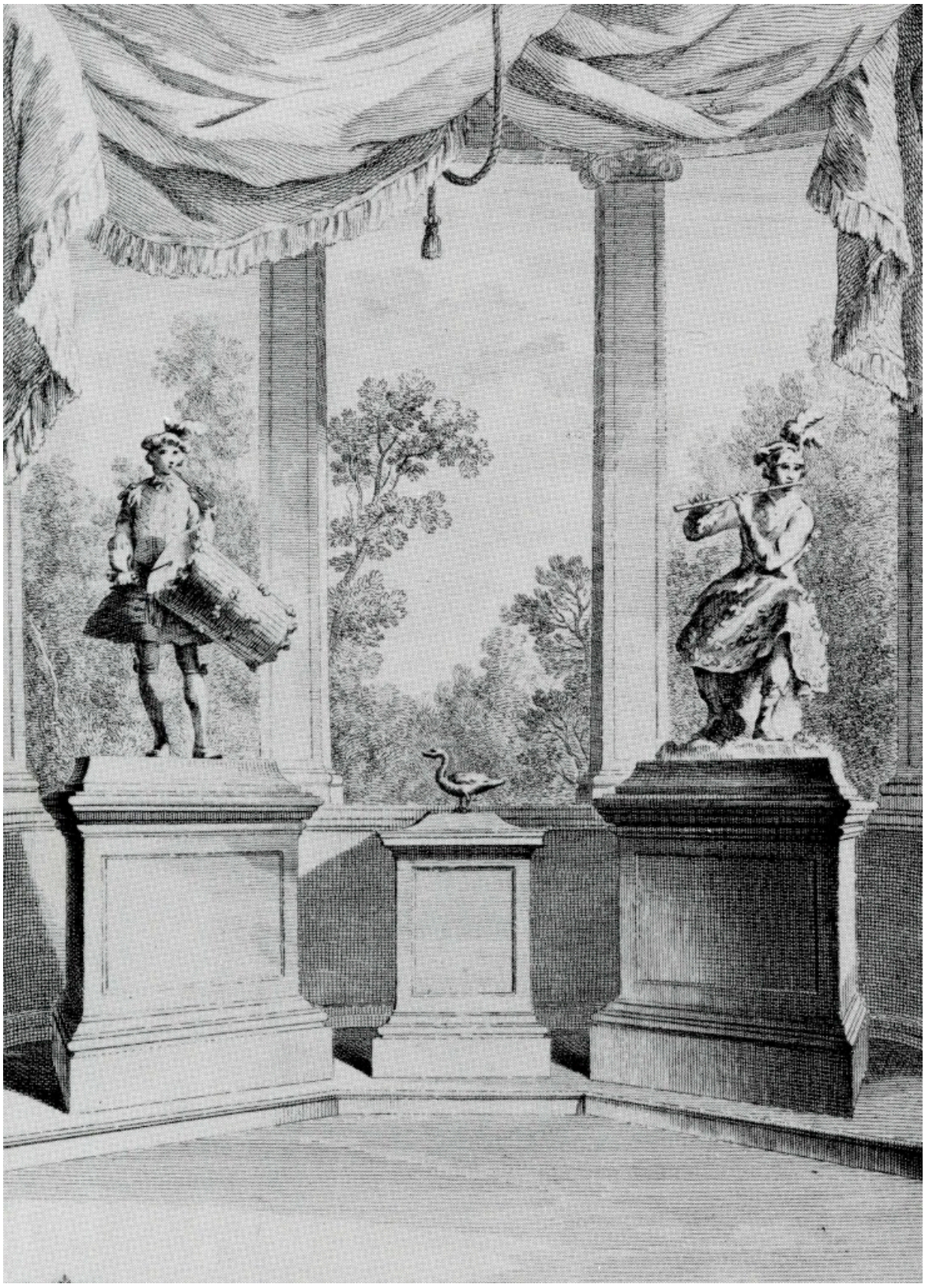


Fig. 159 - Gravura de Hubert François Gravelot, *Le Mécanisme du Le Flûter automate ... [Le Joueur de Tambourin e Canard Digérateur]*, 1738.

Fig. 160 - Os três celebres andróides de Jaquet-Droz, *Le Dessinateur*, *La Musicienne* e *L'Ecrivian*, 1774.

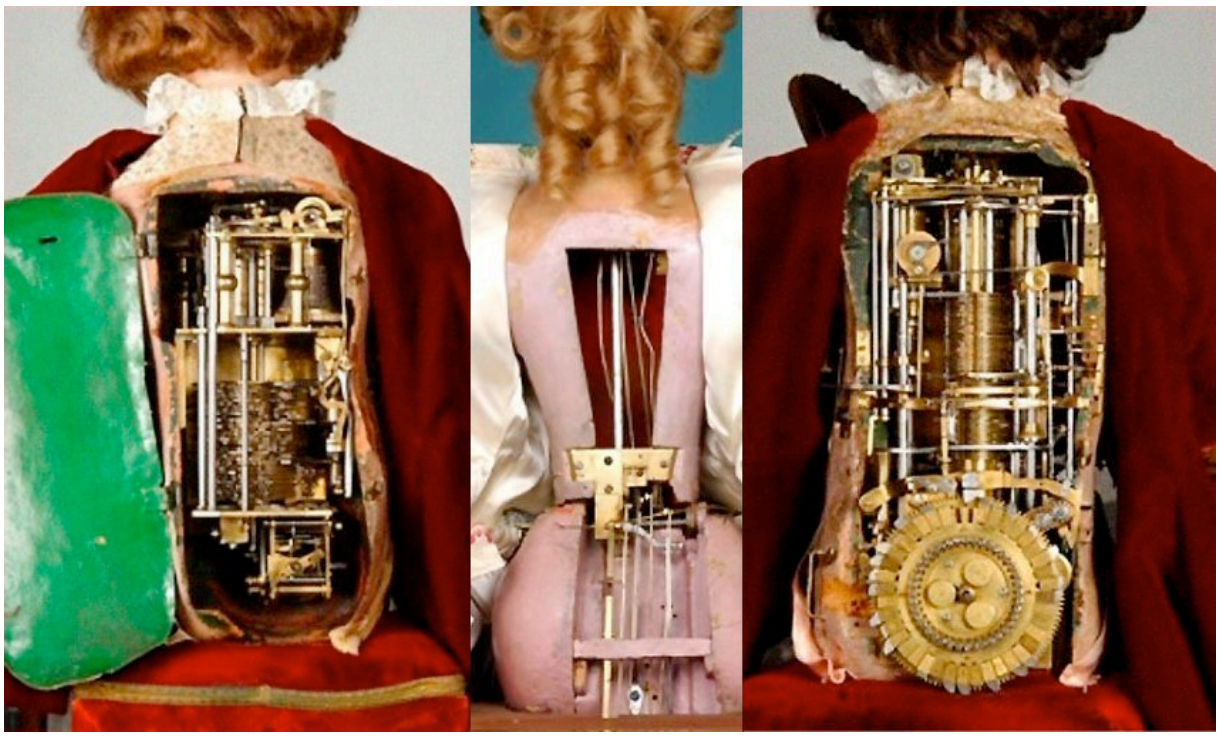


Fig. 161 - Mecanismos dos andróides de Jaquet-Droz, *Le Dessinateur*, *La Musicienne* e *L'Ecrivian* (vista posteri-

Fig. 162 - *L'Ecrivian,* pormenor de um momento de redacção, Jaquet-Droz, 1774.

Fig. 163 - *La Musicienne,* pormenor das mãos e dedos articulados sobre o teclado do órgão, Jaquet-Droz, 1774.

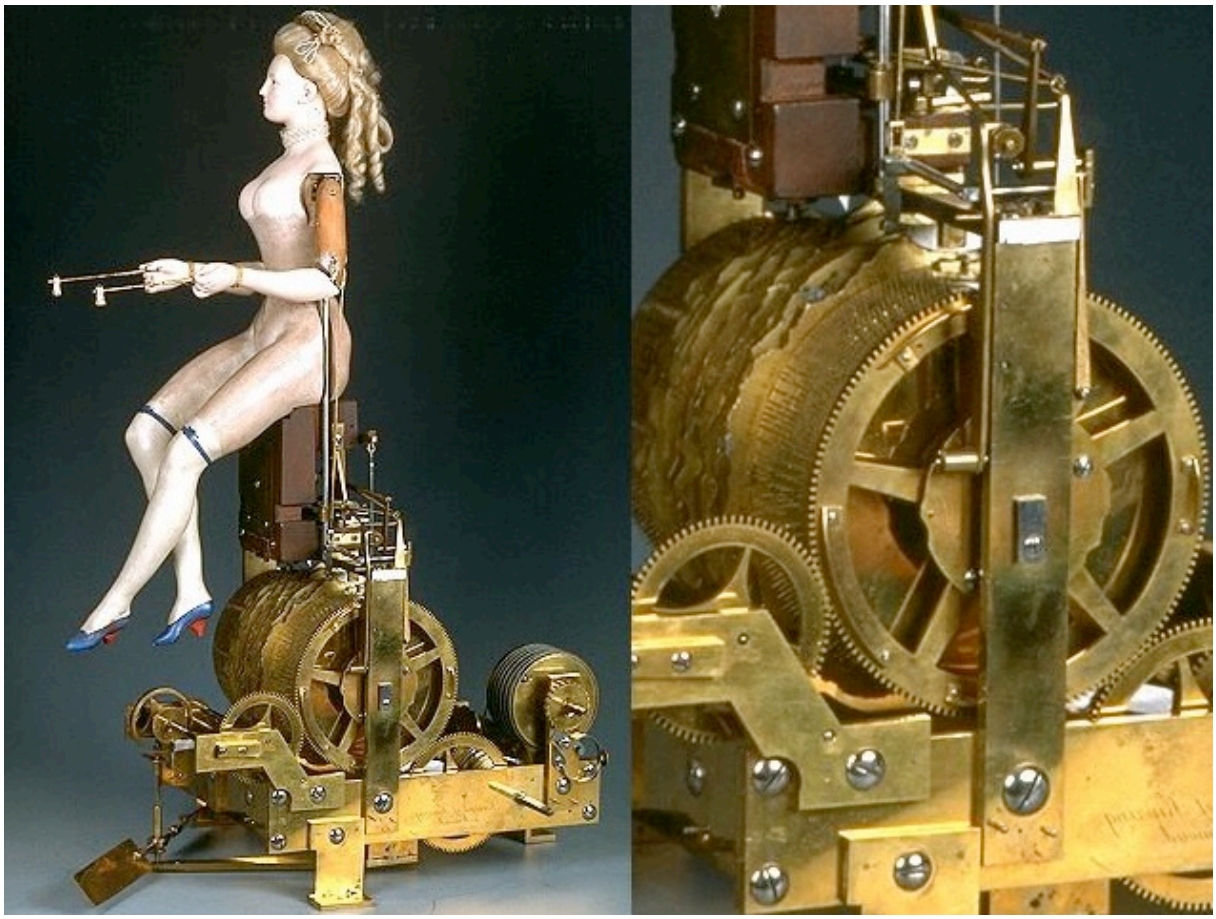


Fig. 165 - Mecanismo de *La Joueuse de tympanon*, P. Kintzing e D. Roentgen, 1772.

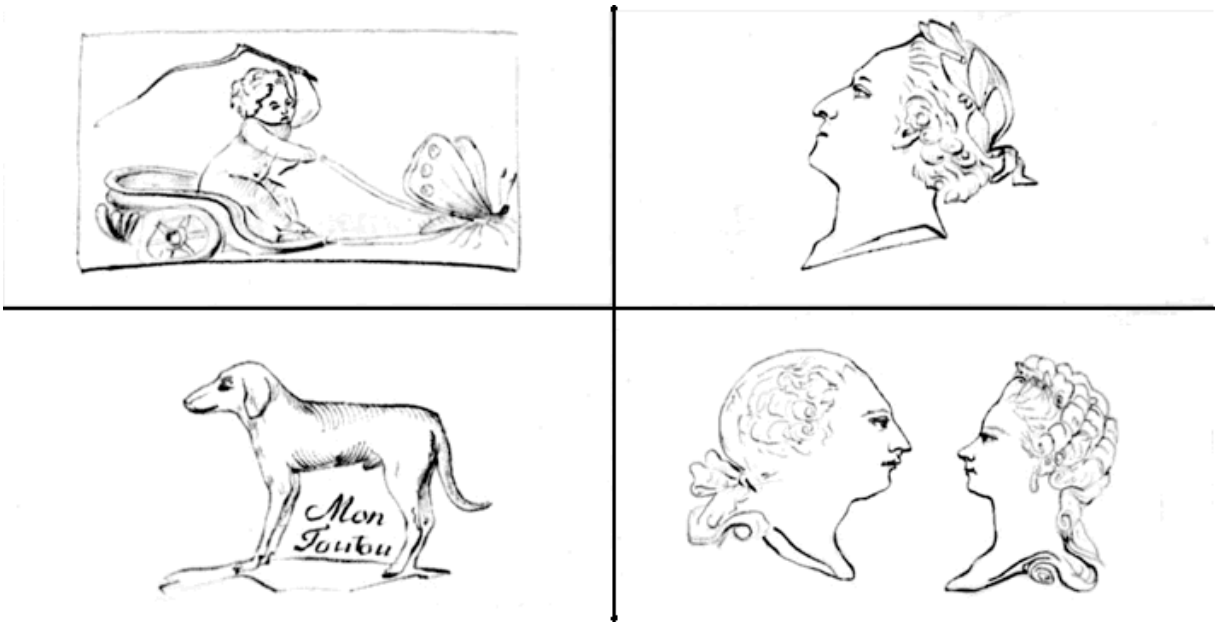


Fig. 164 - Desenhos realizados pelo andróide *Le Dessinateur*, Jaquet-Droz, 1774.

Fig. 166 - Vista posterior do mecanismo de *La Joueuse de tympanon*, P. Kintzing e D. Roentgen, 1772.

Fig. 167 - *Jack-o'- the-Clock*, 1682. Madeira policromada e bronze. Igreja de Blythburgh, Inglaterra.

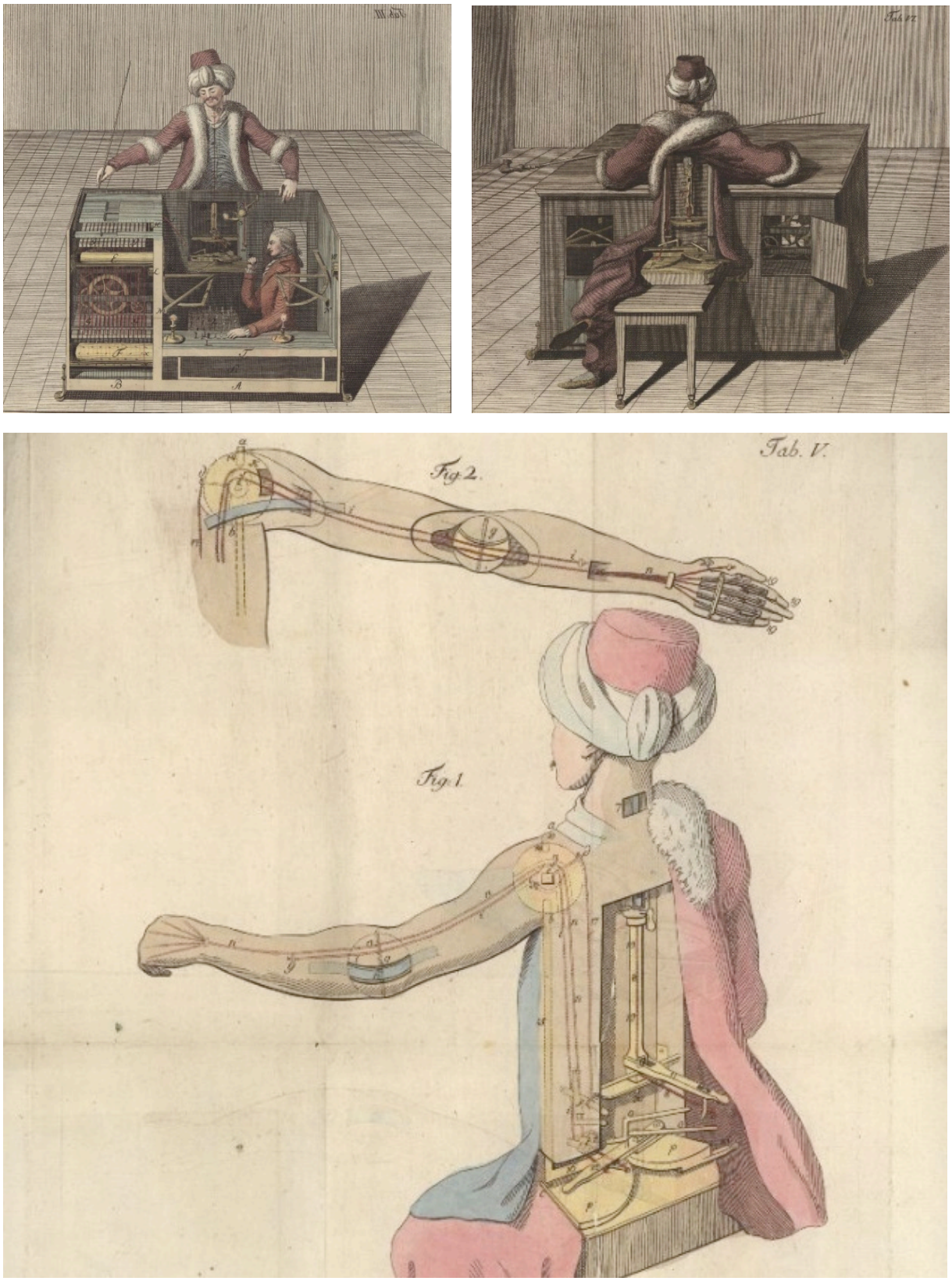


Fig. 168 - Gravuras de Wolfgang von Kempelen, *The Turk*, 1770.

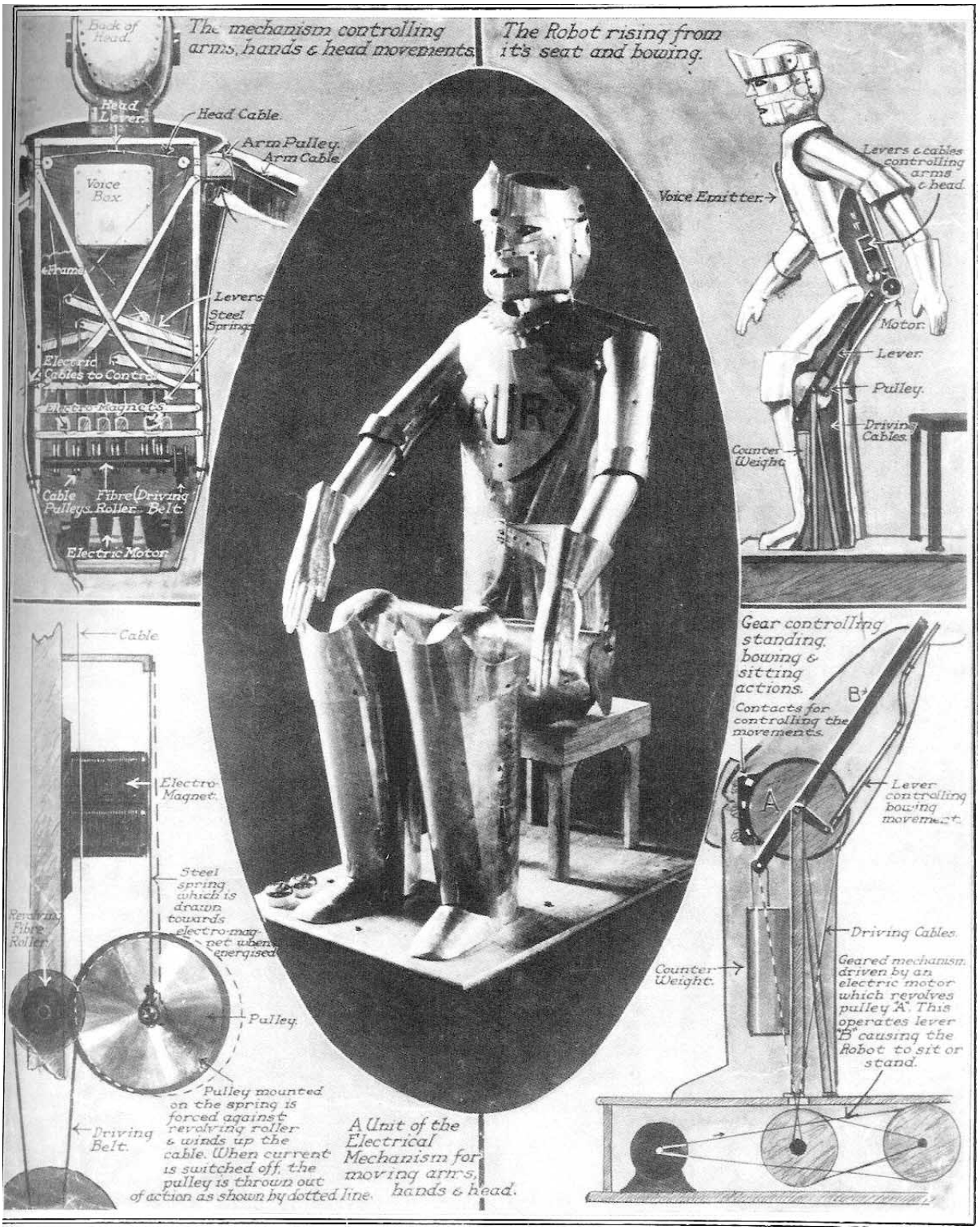


Fig. 169 - Projecto do autómato *Eric Robot,* construído por William H. Richards, 1928.

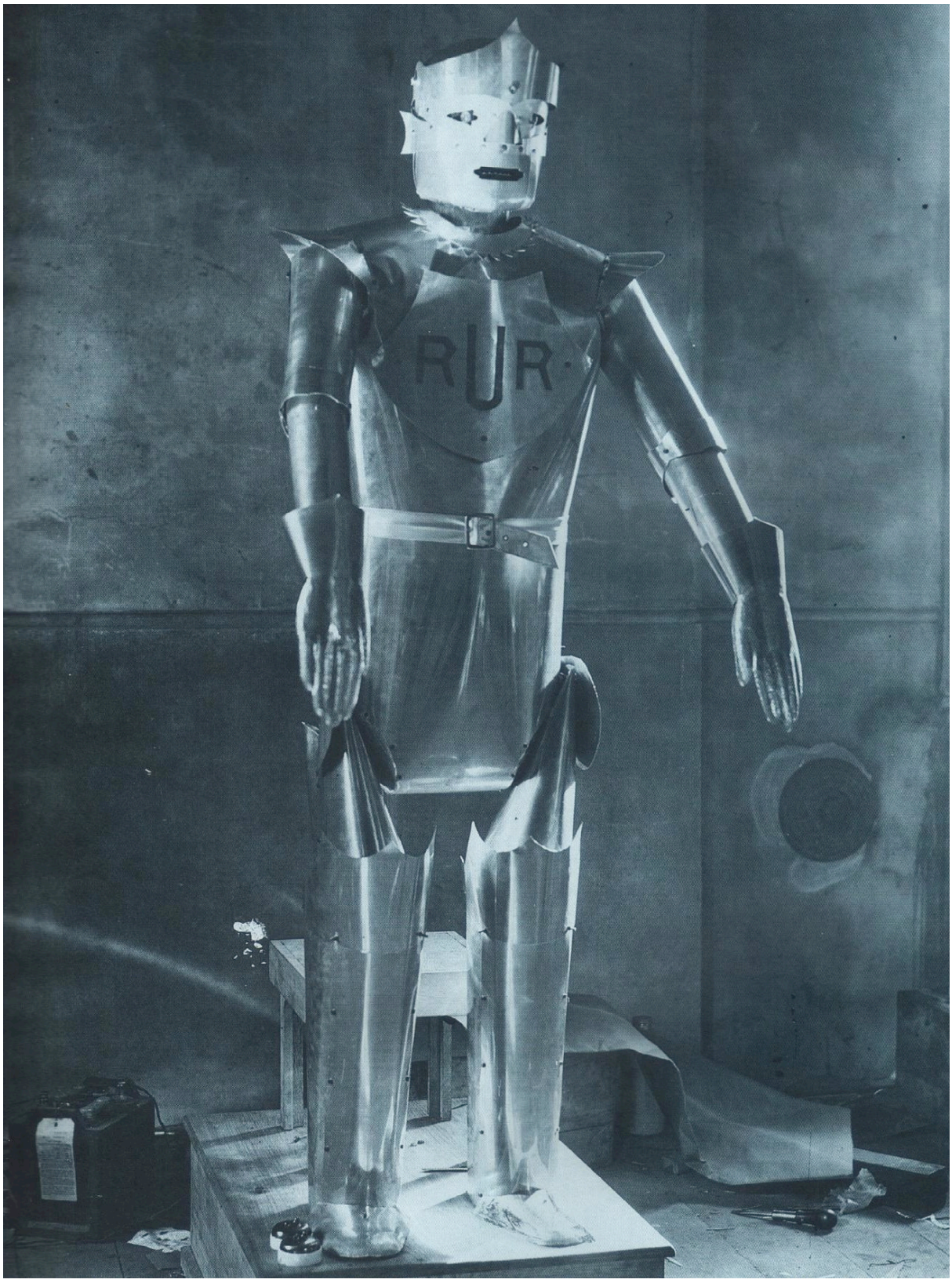


Fig. 170 - William H. Richards, *Eric Robot*, 1928.

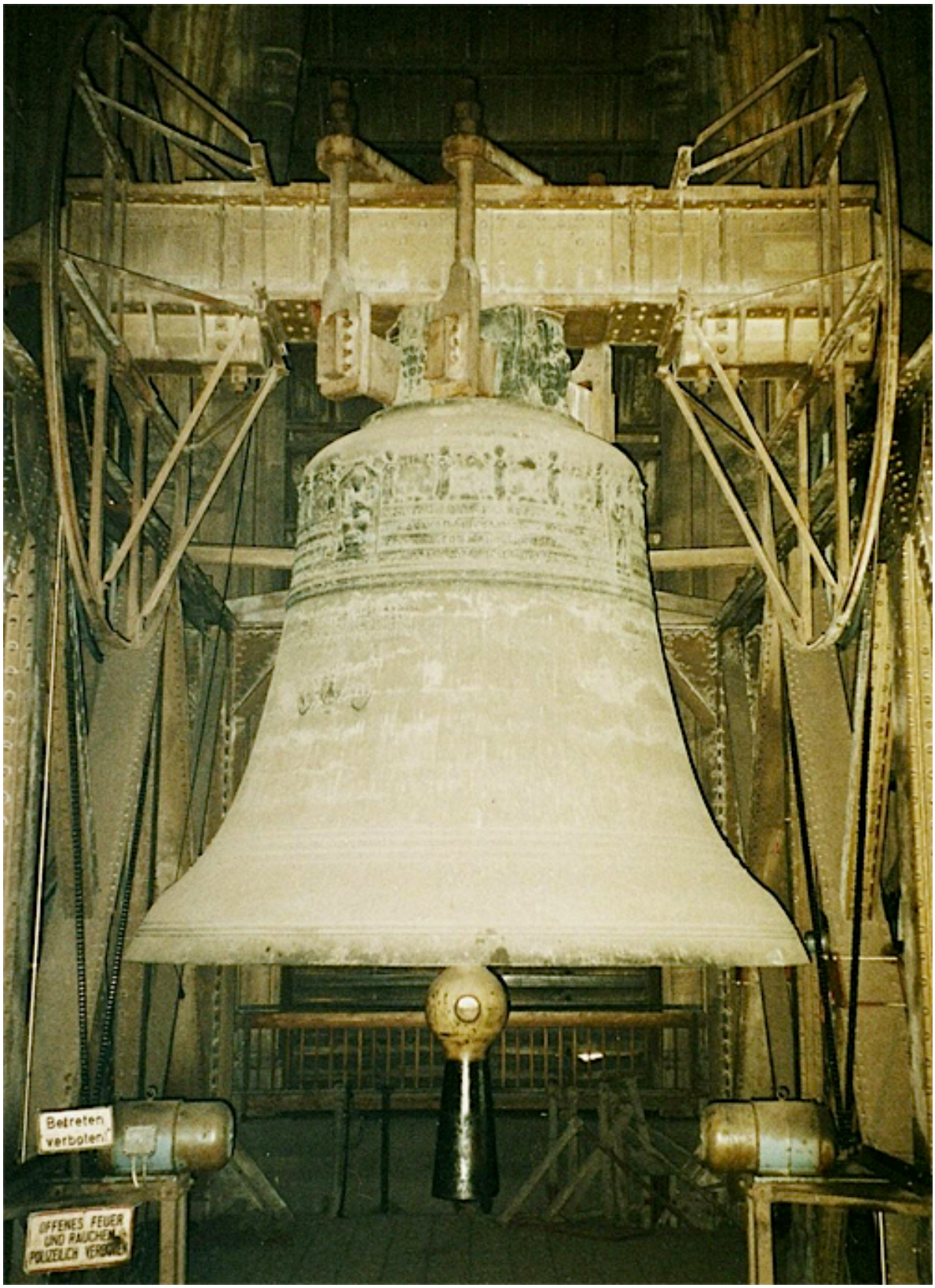


Fig. 171 - Heinrich Ulrich, *Petersglocke*, 1923. Bronze fundido. Catedral de São Pedro , Colónia, Alemanha.

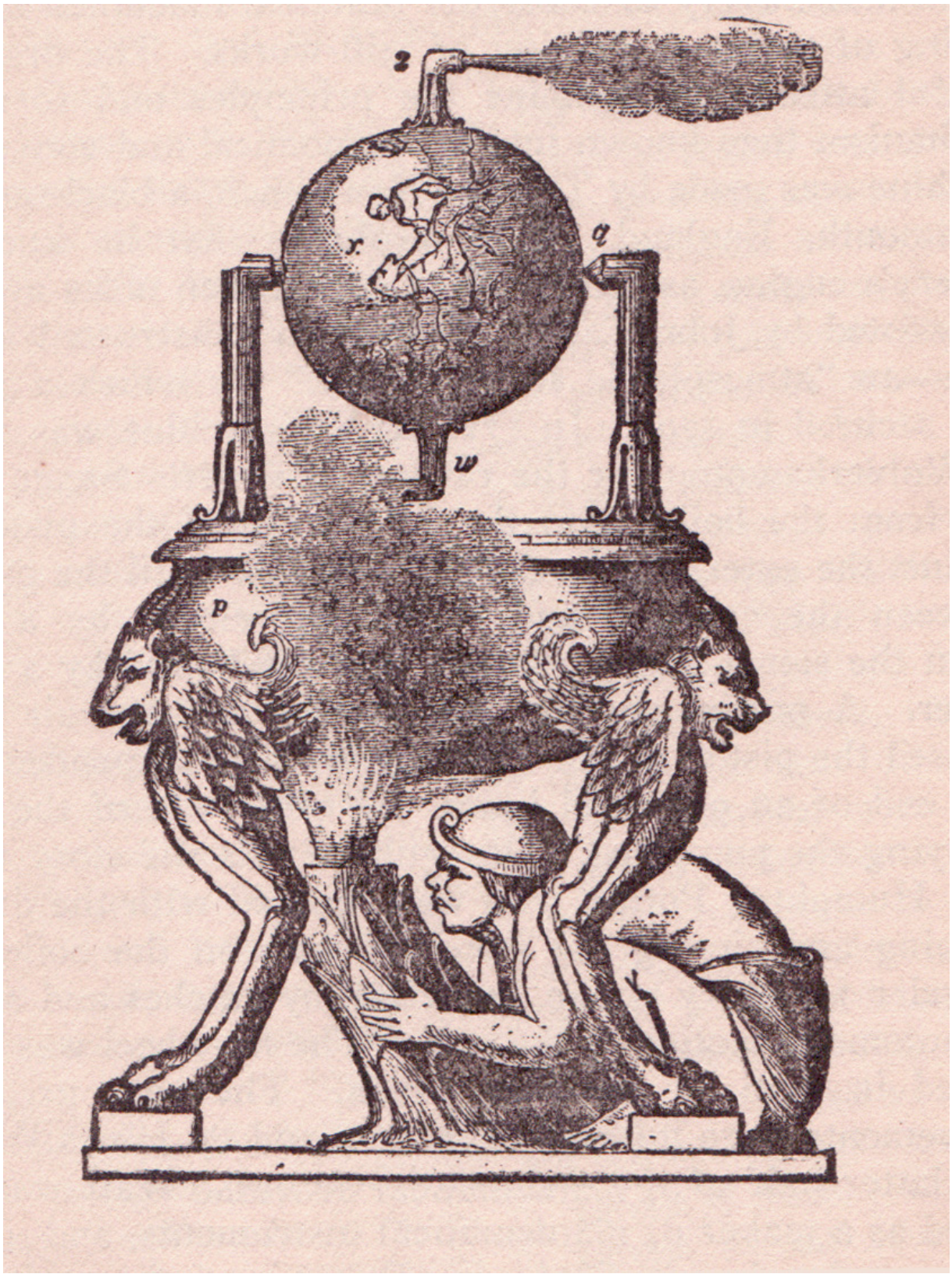


Fig. 172 - Desenho do primeiro engenho a vapor inventado por Hero de Alexandria, *Aeolipile*, século I.

Fig. 173 - Imagens de uma réplica actual do primeiro engenho a vapor em diversas fases da acção, *Aeolipile.*

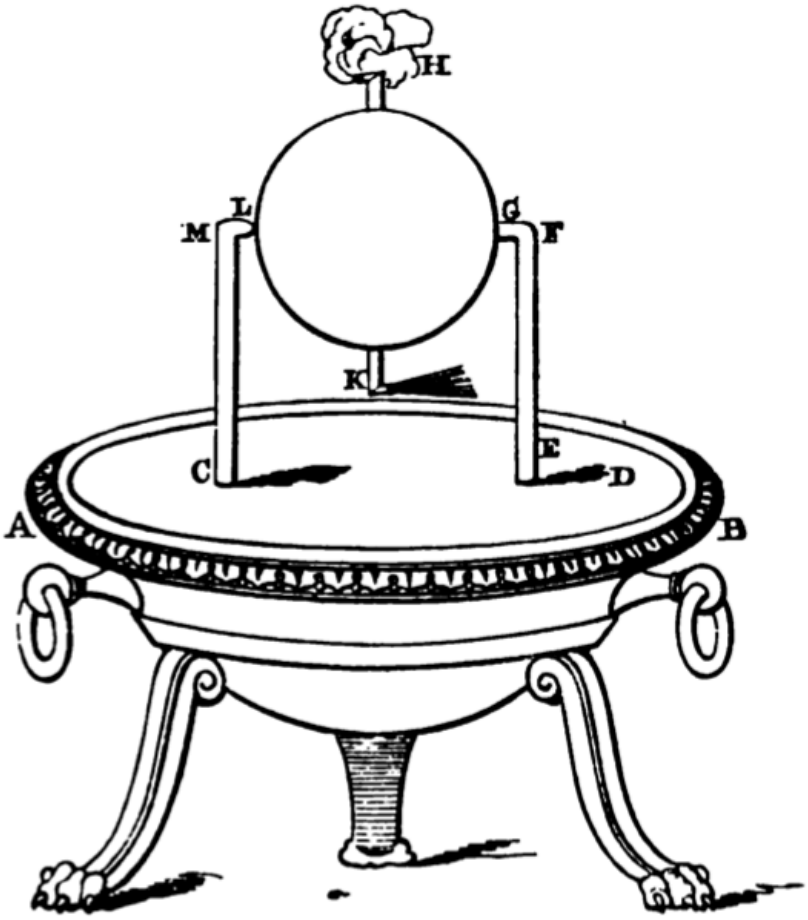


Fig. 174 - Desenho do primeiro engenho a vapor inventado por Hero de Alexandria, *Aeolipile*, século I.

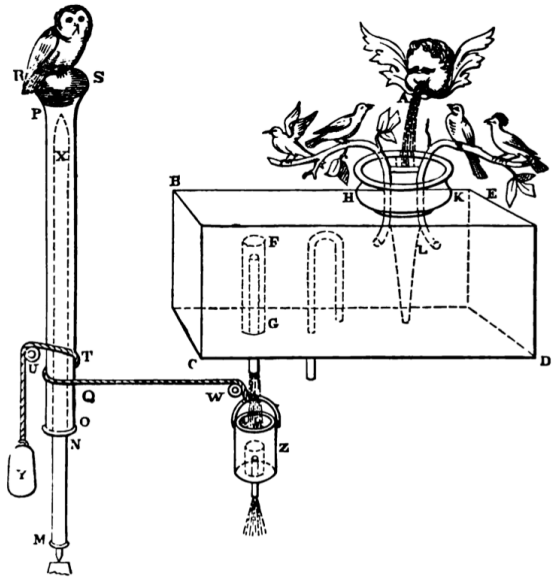


Fig. 175 - Desenho de engenho inventado por Hero de Alexandria, século I.

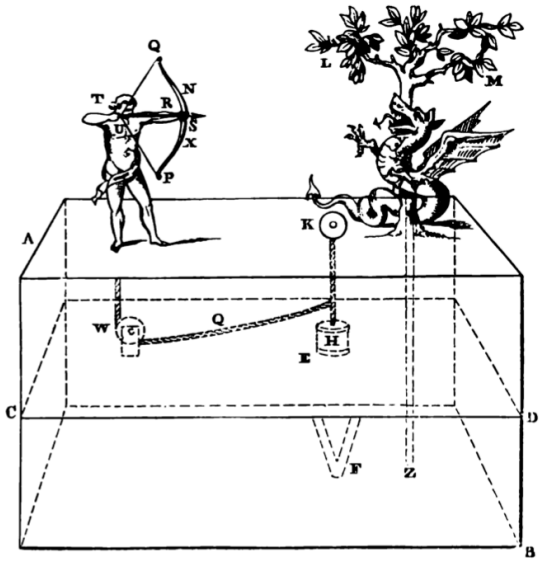


Fig. 176 - Desenho de engenho inventado por Hero de Alexandria, século I..

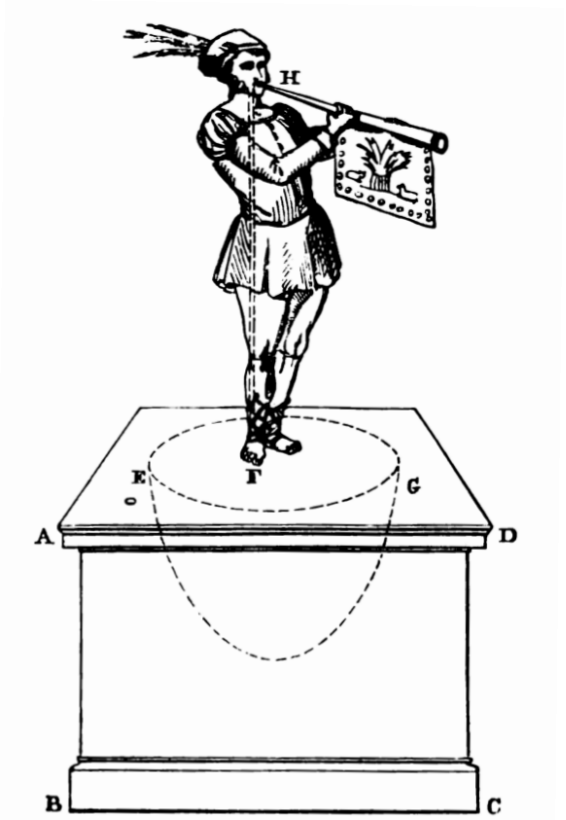


Fig. 177 - Desenho de engenho inventado por Hero de Alexandria, século I.

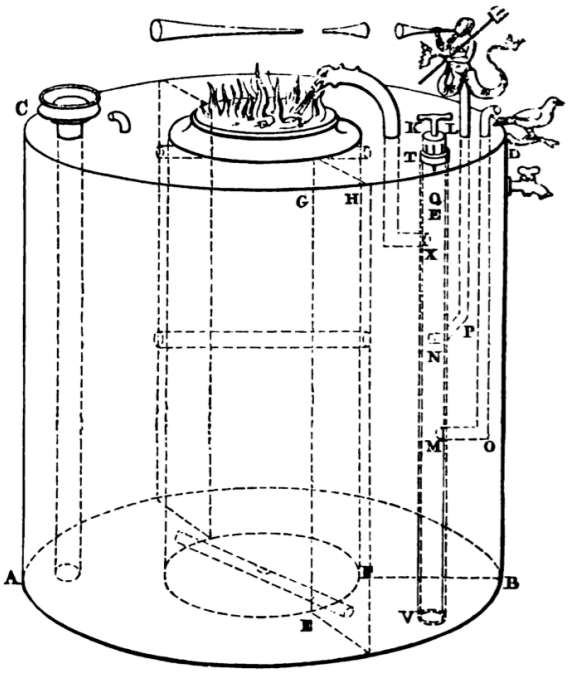


Fig. 179 - Desenho de engenho inventado por Hero de Alexandria, século I.

Fig. 180 e 181 - *Tipu's Tiguer* sem a parte superior permite aceder ao dispositivo sonoro.

Fig. 182 - Autor desconhecido, *Tipu's Tiguer* (detalhe), 1790. Madeira policromada.

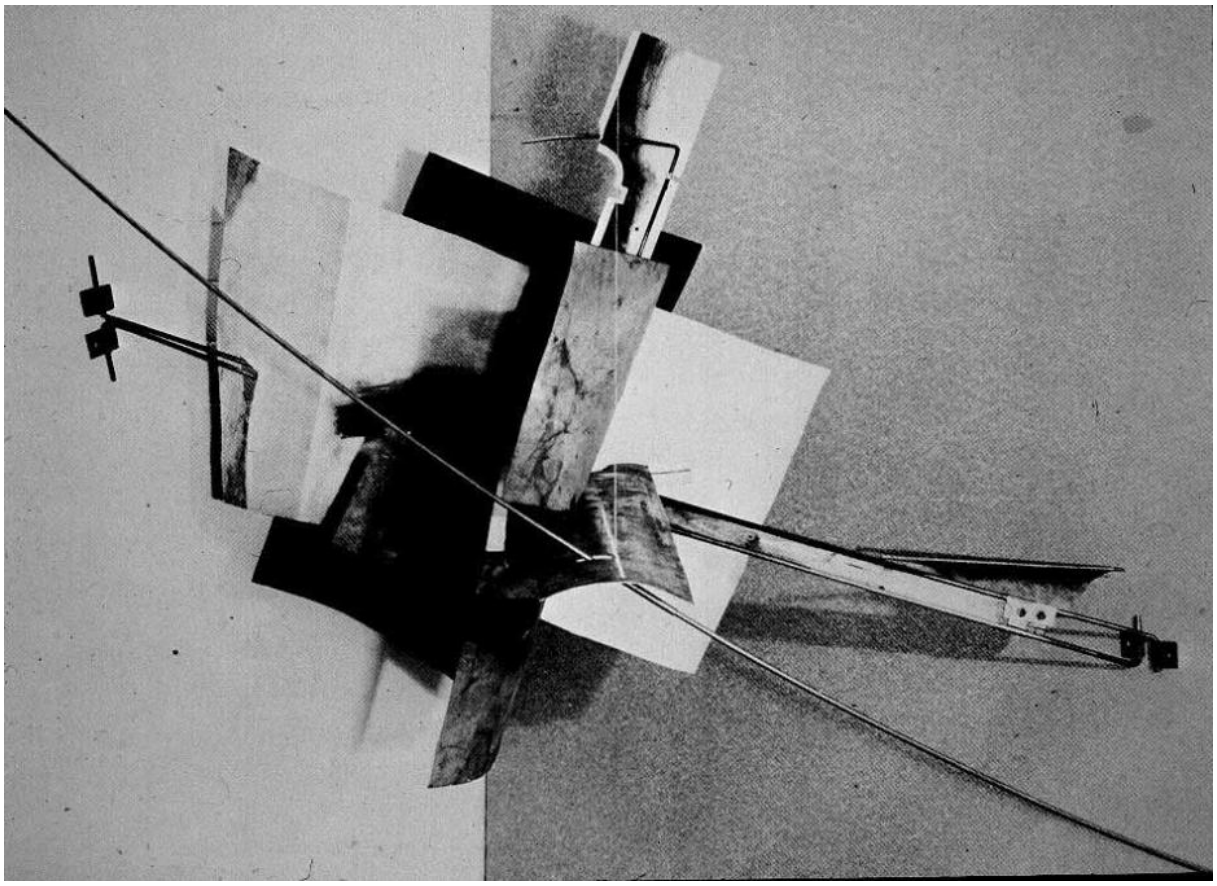


Fig. 183 - Vladimir Tatlin, *Corner counter-relief*, 1915. Arame, chapa e madeira.

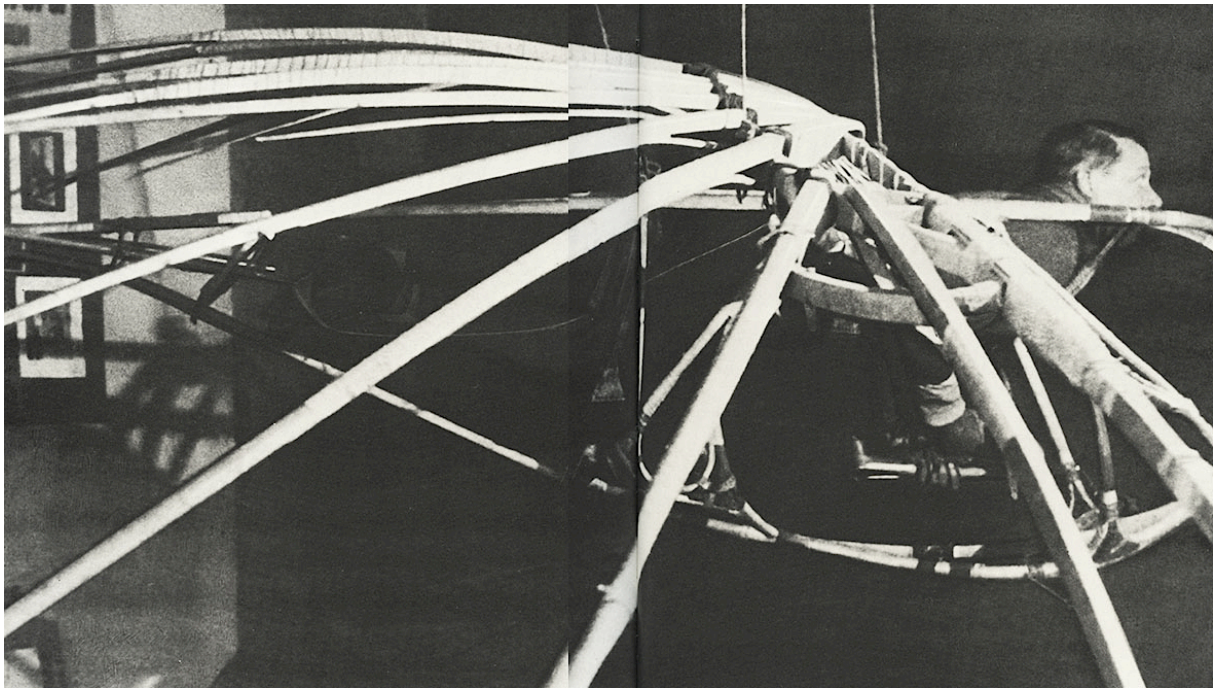


Fig. 184 - Vladimir Tatlin, *Letatlin*, máquina projectada para voar, inspirada nos desenhos de Leonardo Da Vinci, com Tatlin na posição de voo, 1930-32.

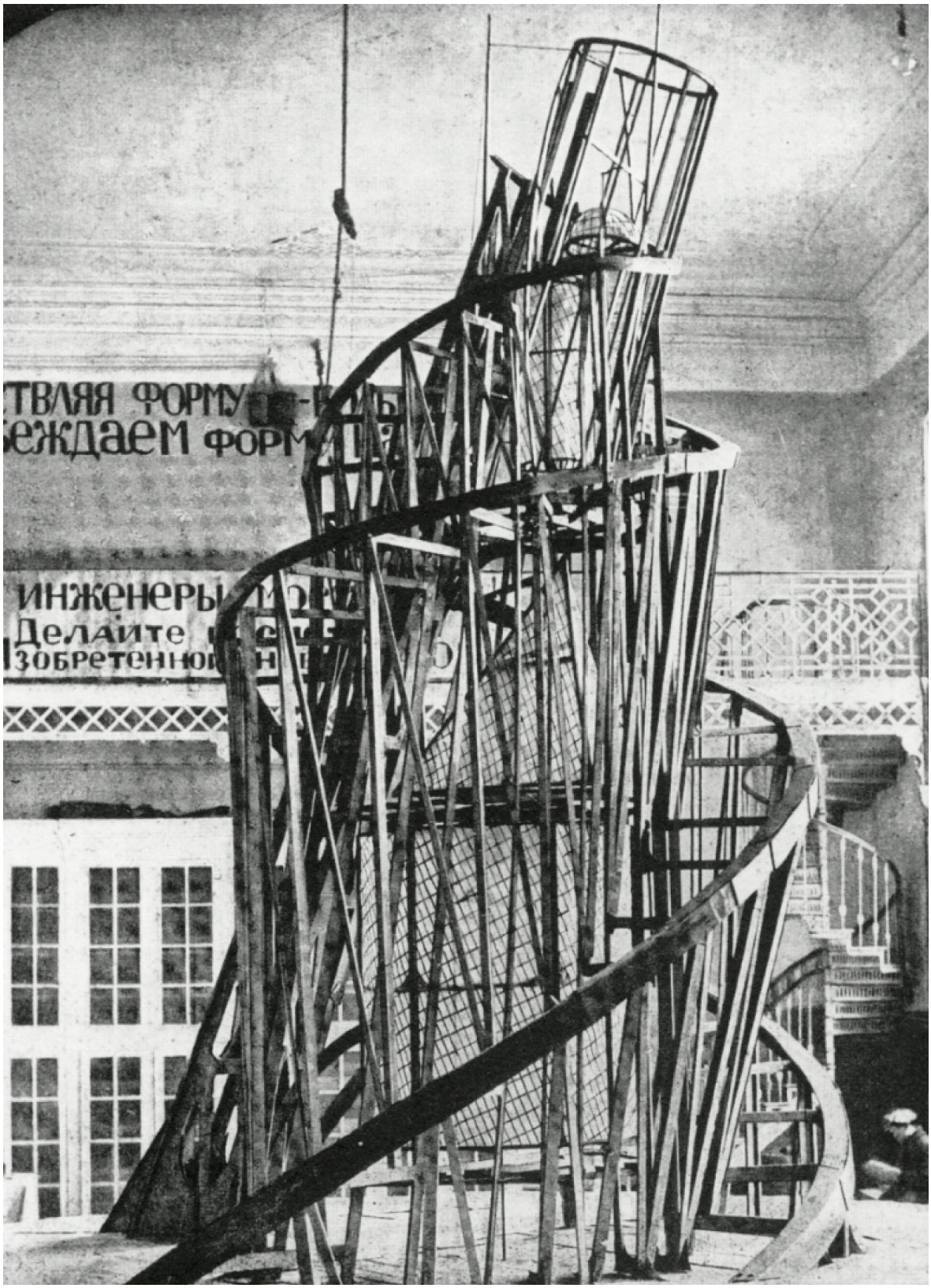


Fig. 185 - Vladimir Tatlin, modelo do *Monumento à Terceira International*, 1920. Ferro e vidro.

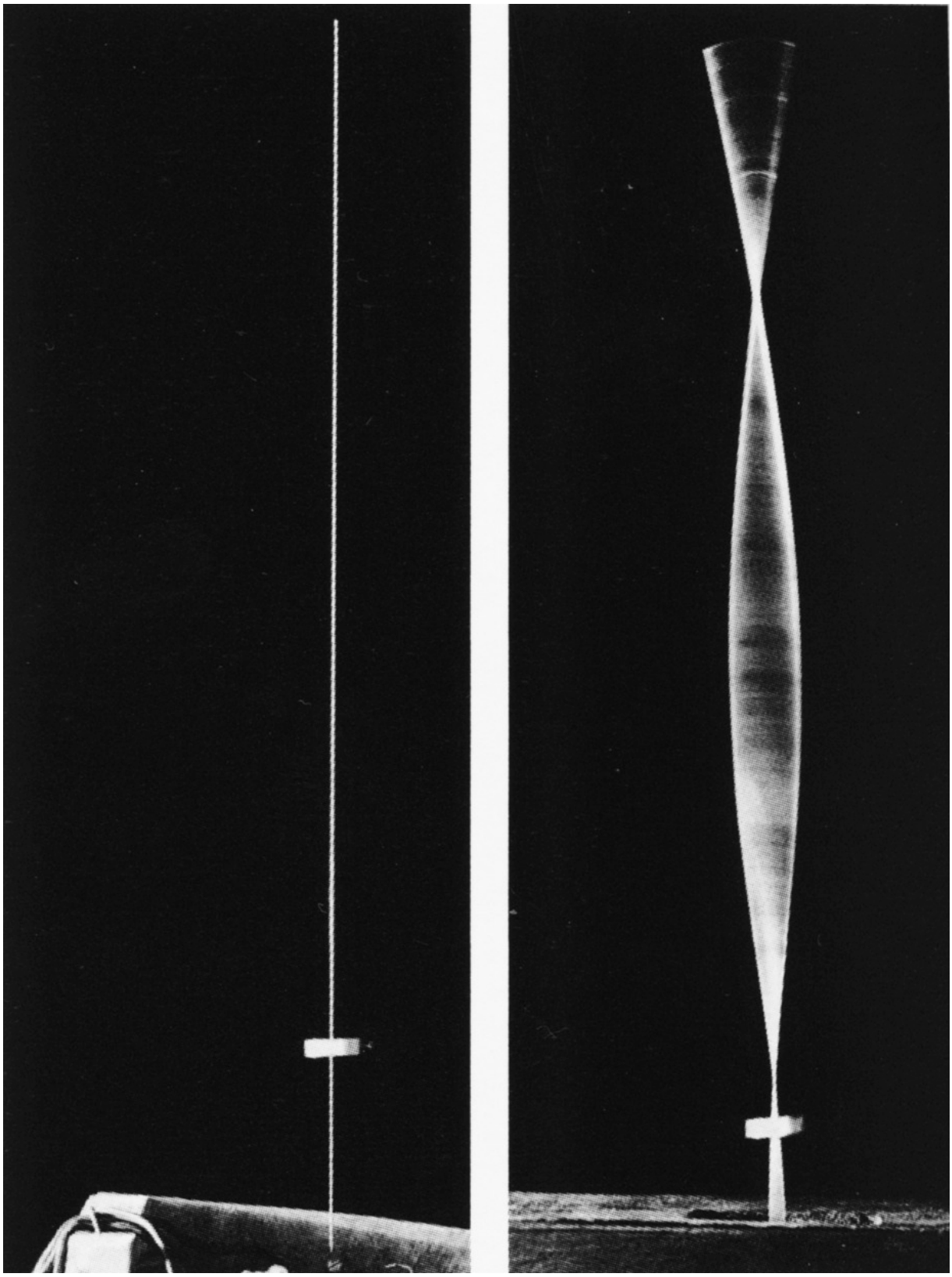


Fig. 186 - Naum Gabo, *Kinetic Construction,* (parada e em movimento), 1919-20.

Fig. 187 - Marcel Duchamp, *Rotative Plaque Verre,* 1920.

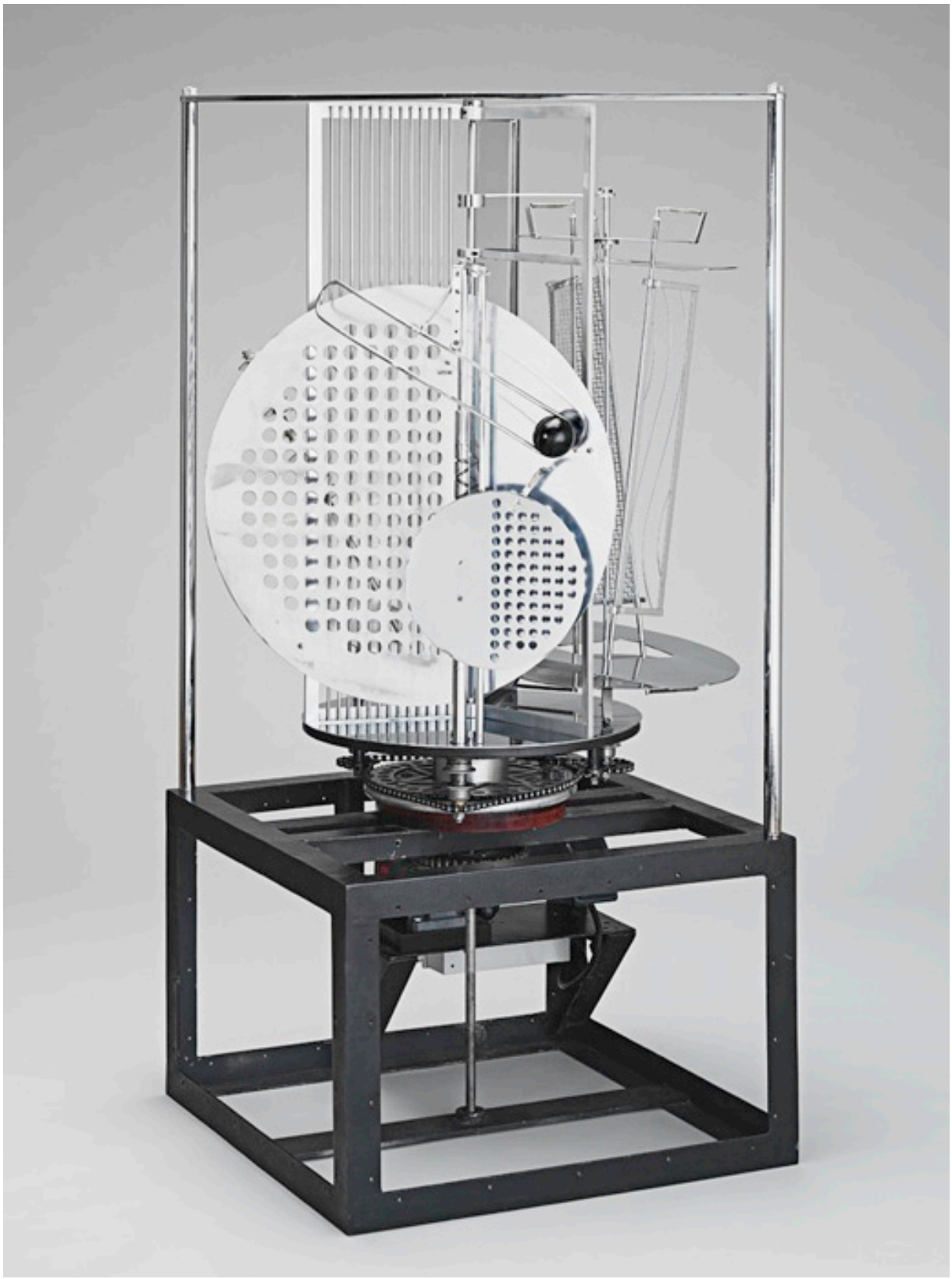


Fig. 188 - László Moholy-Nagy, *The Light-Space Modulator,* 1930. Aço inoxidável, ferro, motor.

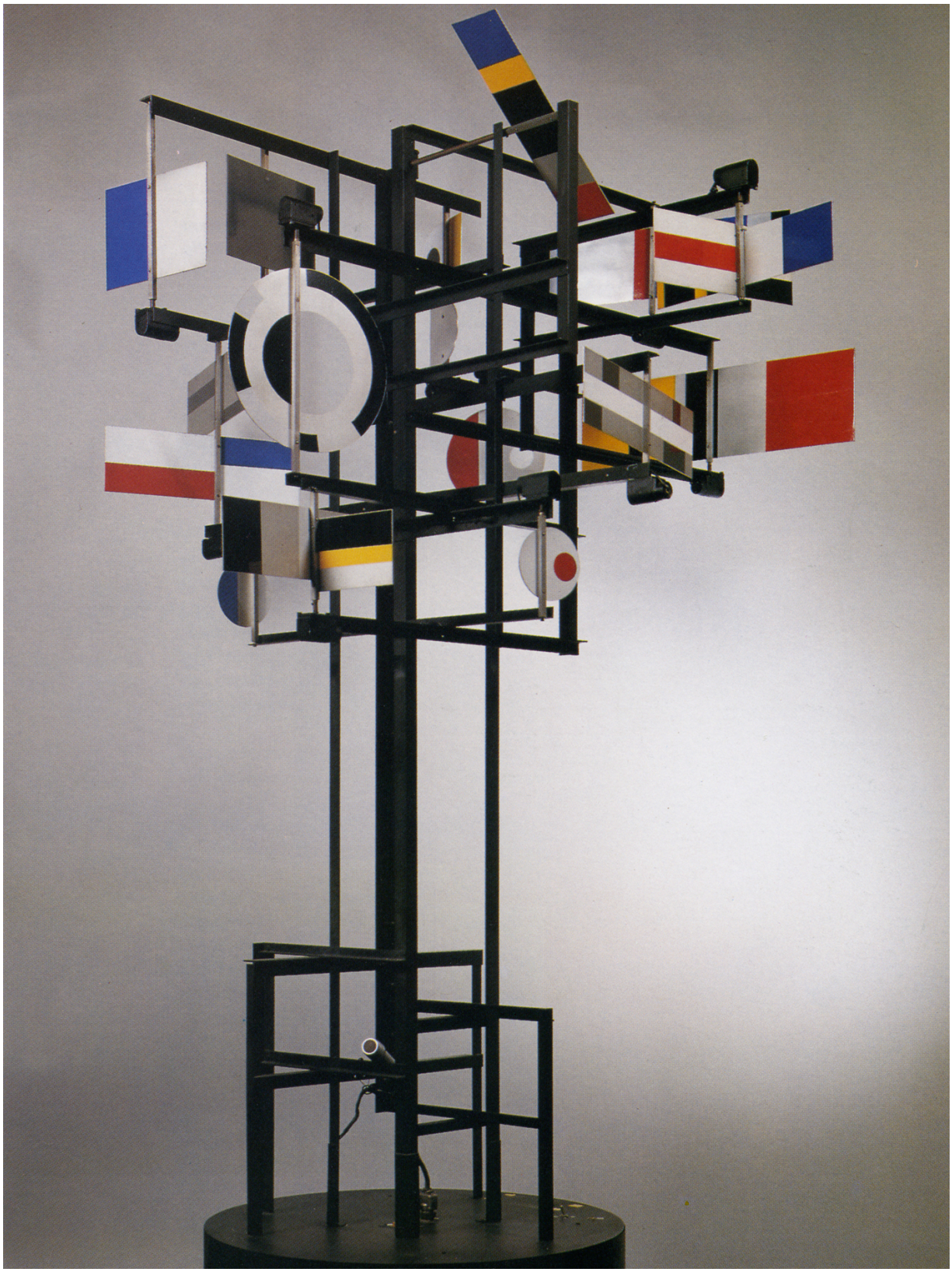


Fig. 189 - Nicolas Schöffer, *CYPS 1*, 1956. 2,6 m de altura. Alumínio, *mixed media* (computador, motor de tracção, motor de direcção, microfones, células fotoeléctricas, micro-motores).

Fig. 190 - Pol Bury, *16 Vertical Coils*, 1990.

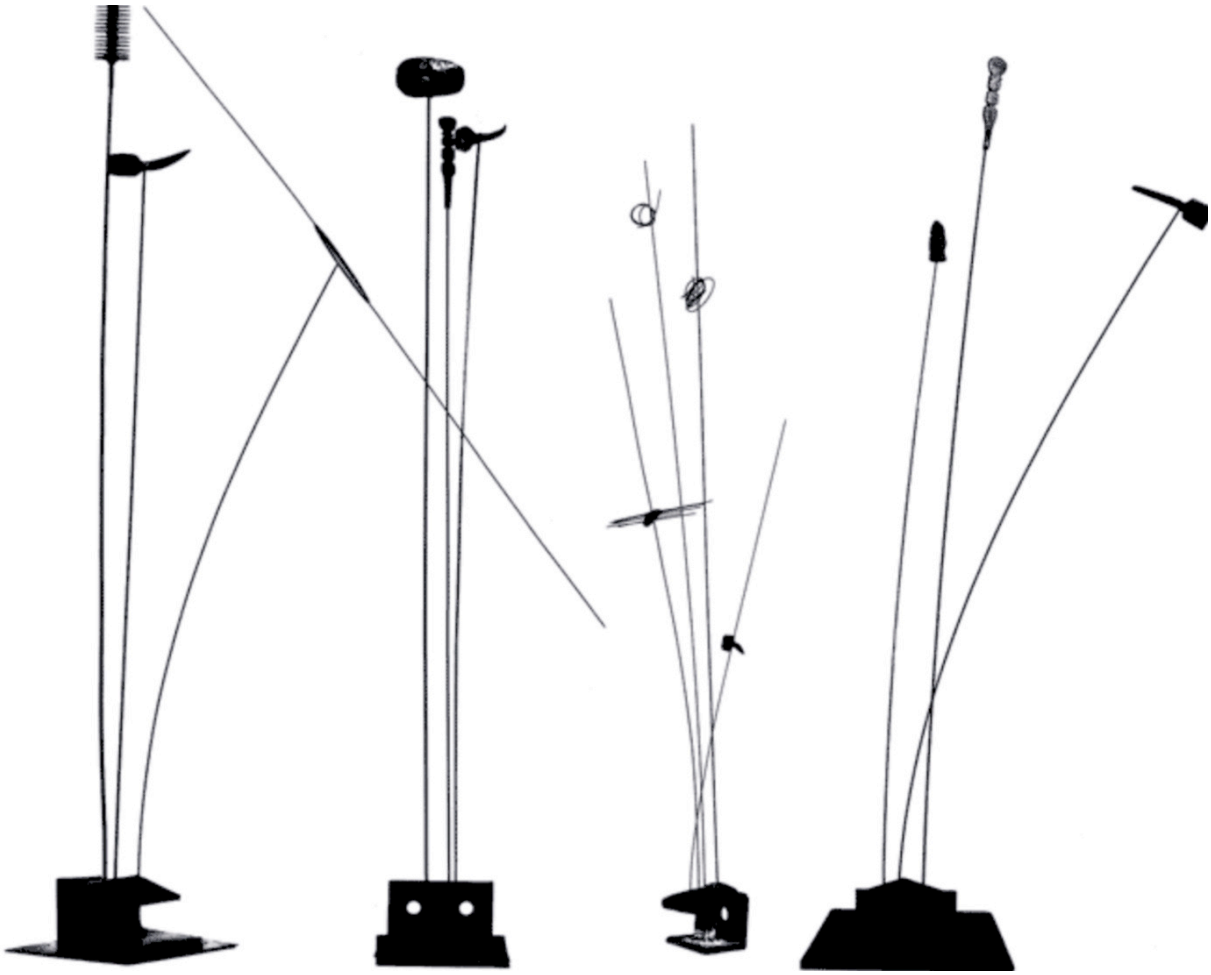


Fig. 191 - Takis, *Signaux*, 1959.

Fig. 192 - Rebecca Horn, *Concert for Anarchy*, 1990.

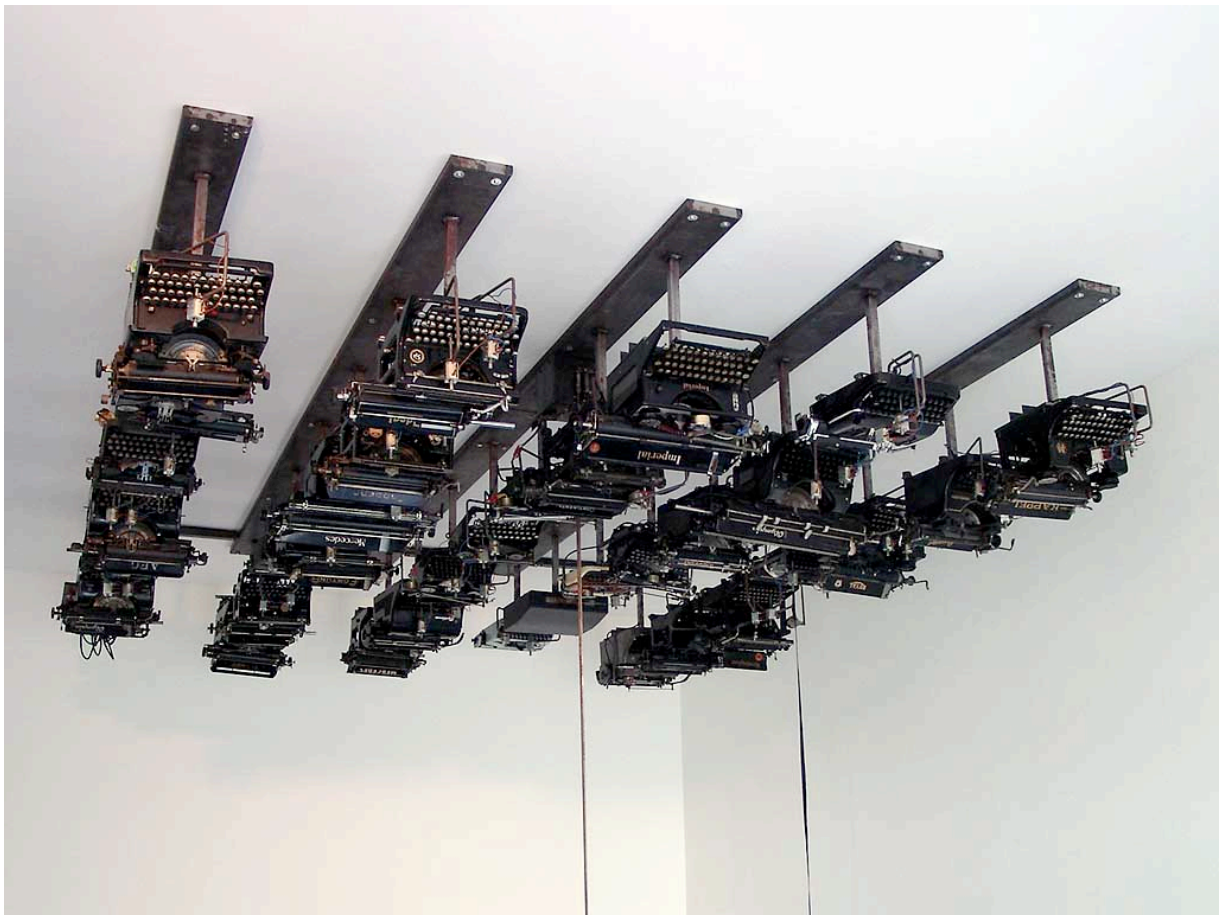


Fig. 193 - Rebecca Horn, *Chor der Heuschrecken*, 1991.

Fig. 194 - Theo Janson, *Strandbeest,* 2005.

Fig. 195 - Theo Janson, *Strandbeest,* 2005.

Fig. 196 - Anish Kapoor, *Ascension,* 2003. Mixed media, dimensões variáveis.

Fig. 197 - Daniel Wurtzel, *Fire Tornado,* 2011.

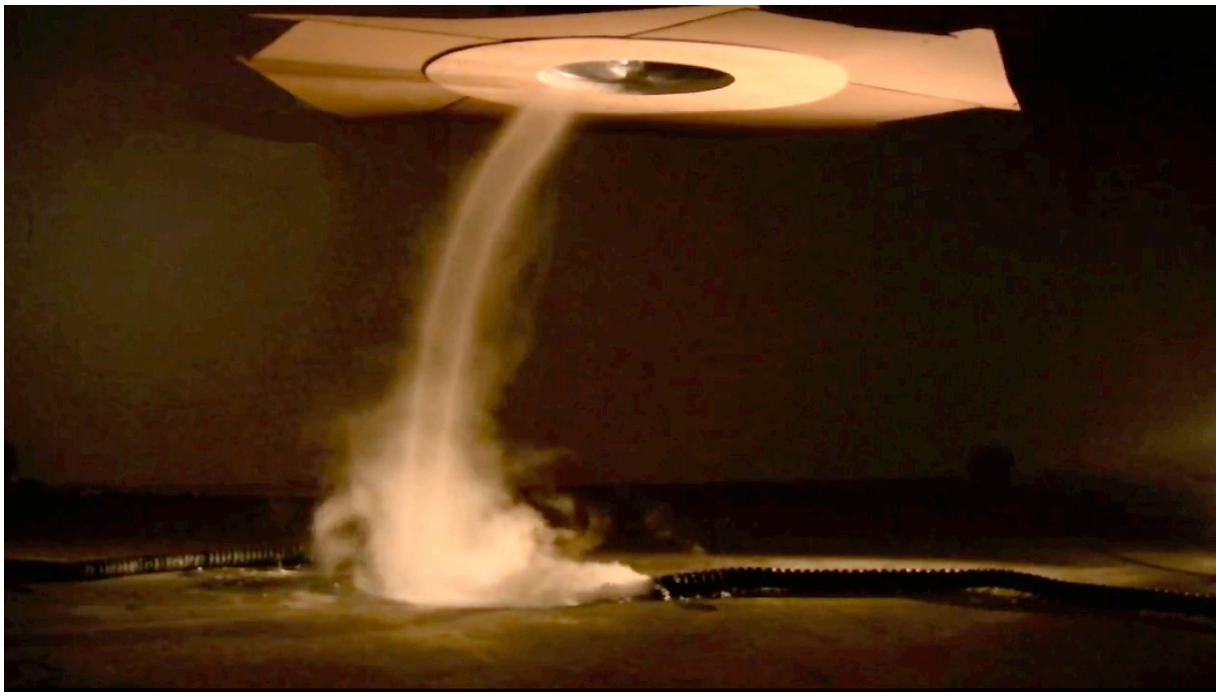


Fig. 198 - Daniel Wurtzel, *Fog Tornado,* 2011.

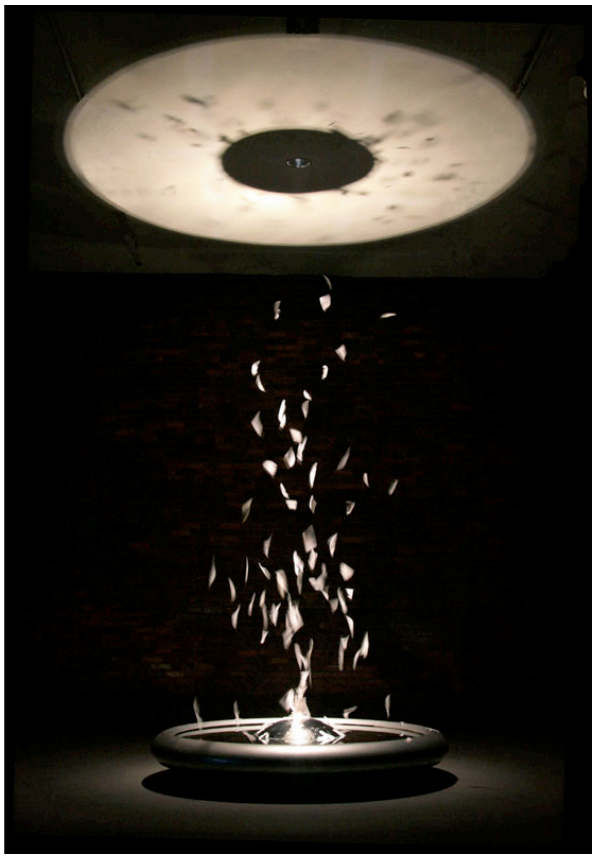


Fig. 199 - Daniel Wurtzel, *Feather Fountain,* 2009.

Fig. 200 - Daniel Wurtzel, *Snow,* 2009.

Fig. 201 - Laurie Anderson, *Handphone Table,* 1978.

Fig. 202 - Stephen Vitiello, *Sculpture center,* 19??.

Fig. 203 - Stephen Vitiello, *Sculpture center*, 19??.

Fig. 204 - Stephen Vitiello, *Sculpture center*, 19??.

Fig. 205 - Stephen Vitiello, *Sculpture center*, 19??.

Fig. 206 - Benoît Maubrey, *Temple,* 2012.

Fig. 207 - Benoît Maubrey, *Audio Iglo,* 1997.

Fig. 208 - Benoît Maubrey, *Speakers Gate,* 2010.

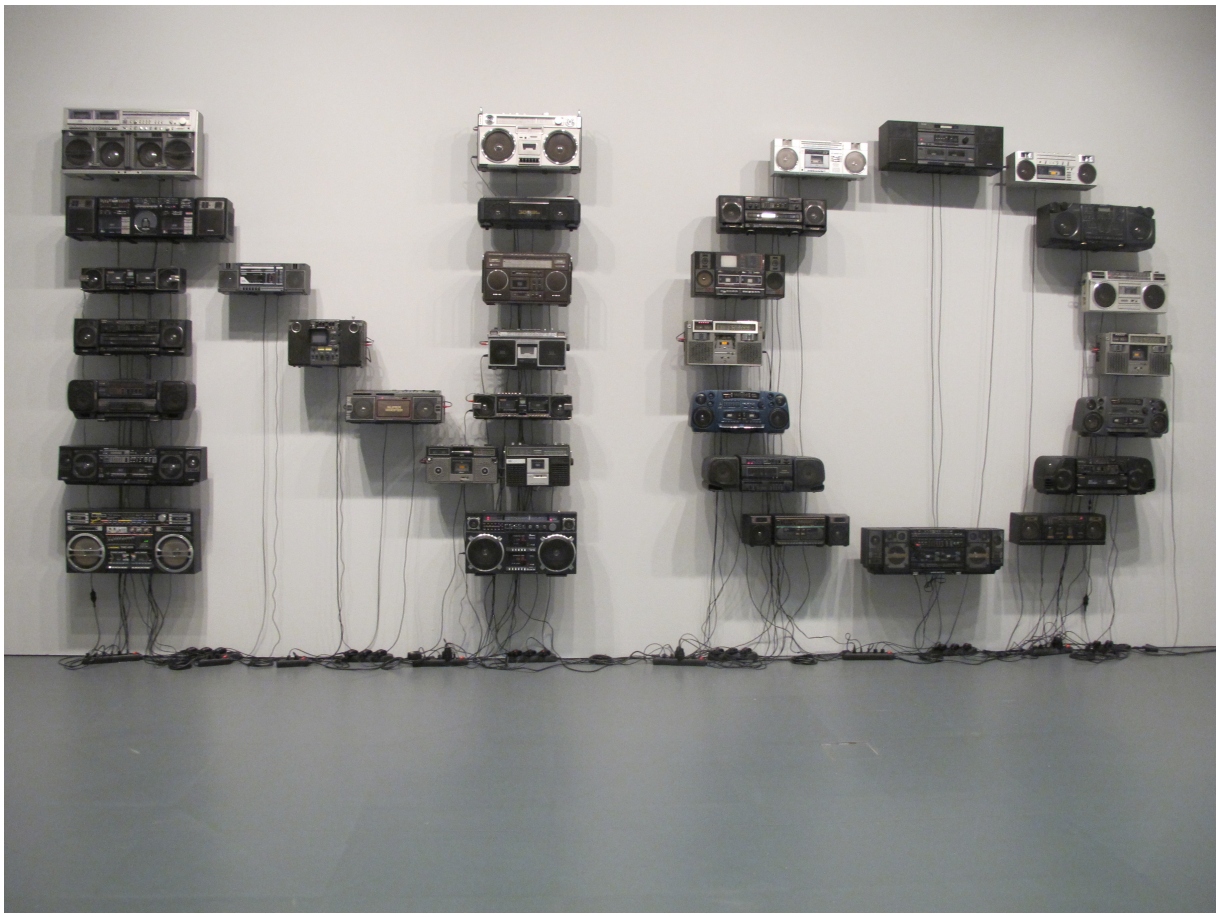


Fig. 209 - Rui Toscano, *No Saying Yes*, 2003-2013.

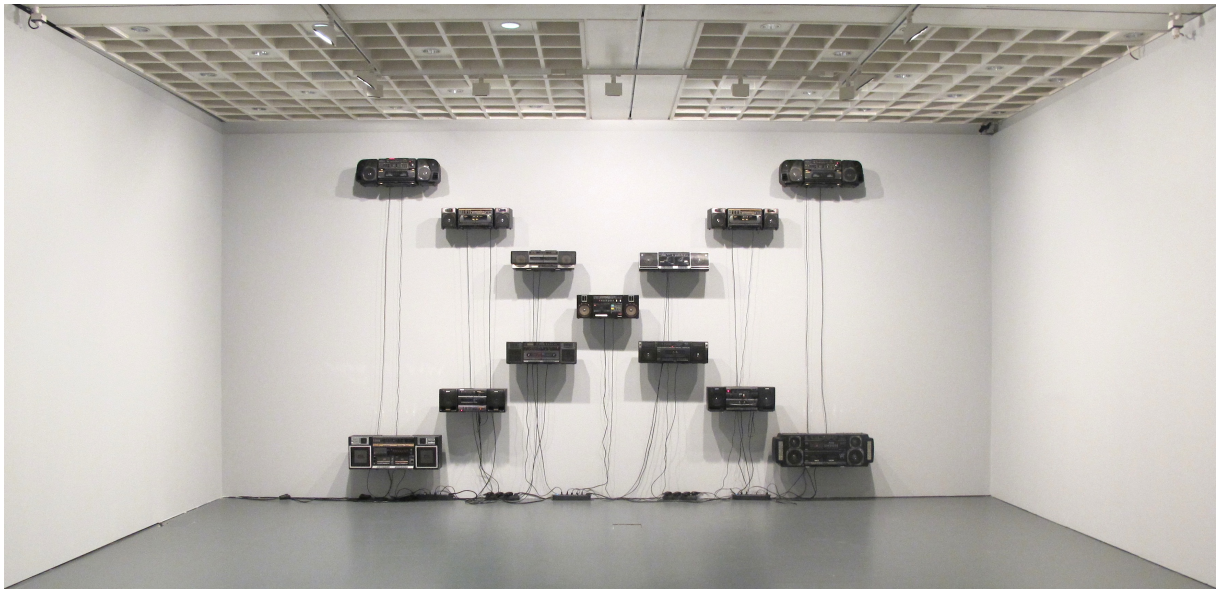


Fig. 210 - Rui Toscano, *(...They Say We're Generation X But I Say We're Generation Fuck You!)*, 1995.

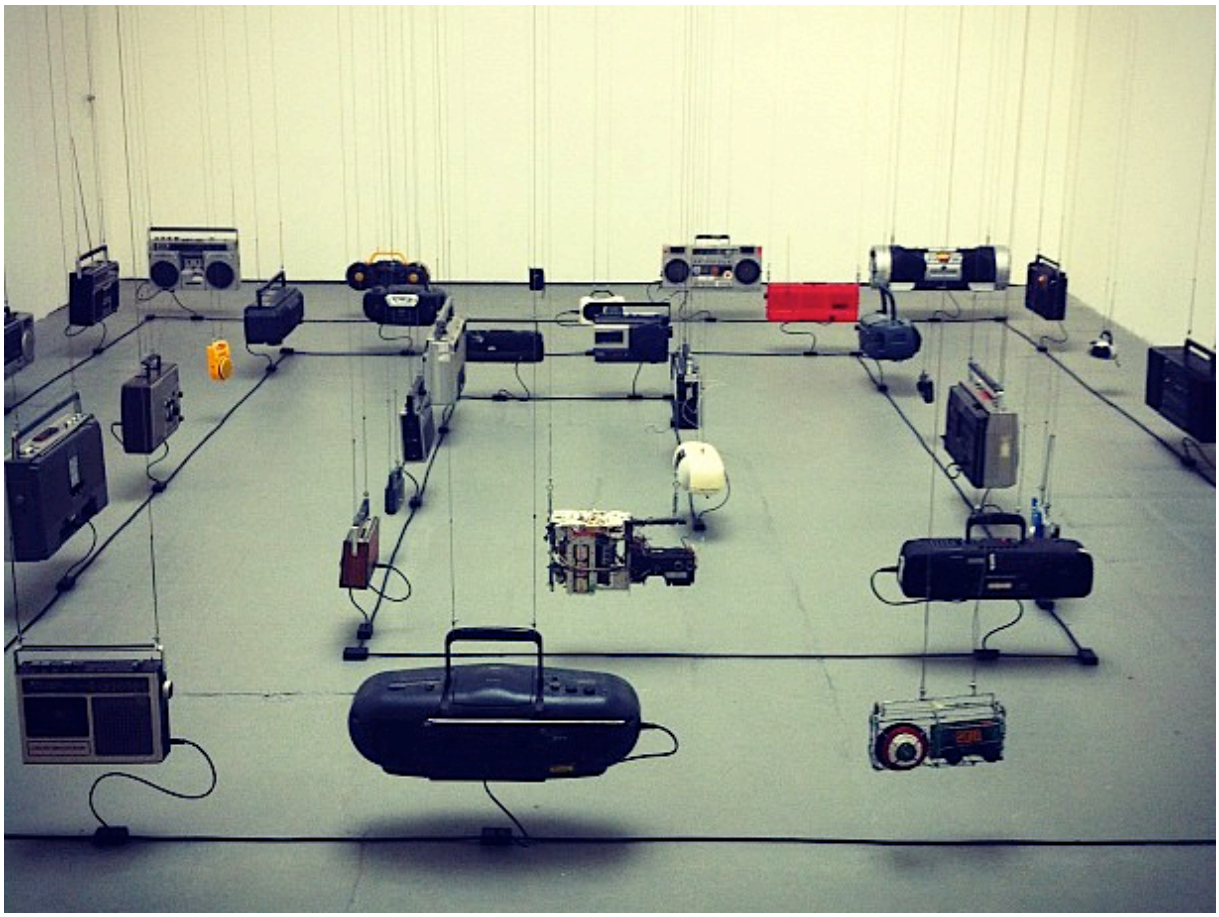


Fig. 211 - Maia Urstad, *Meanwhile, in Shangai...*, 2011-2013.

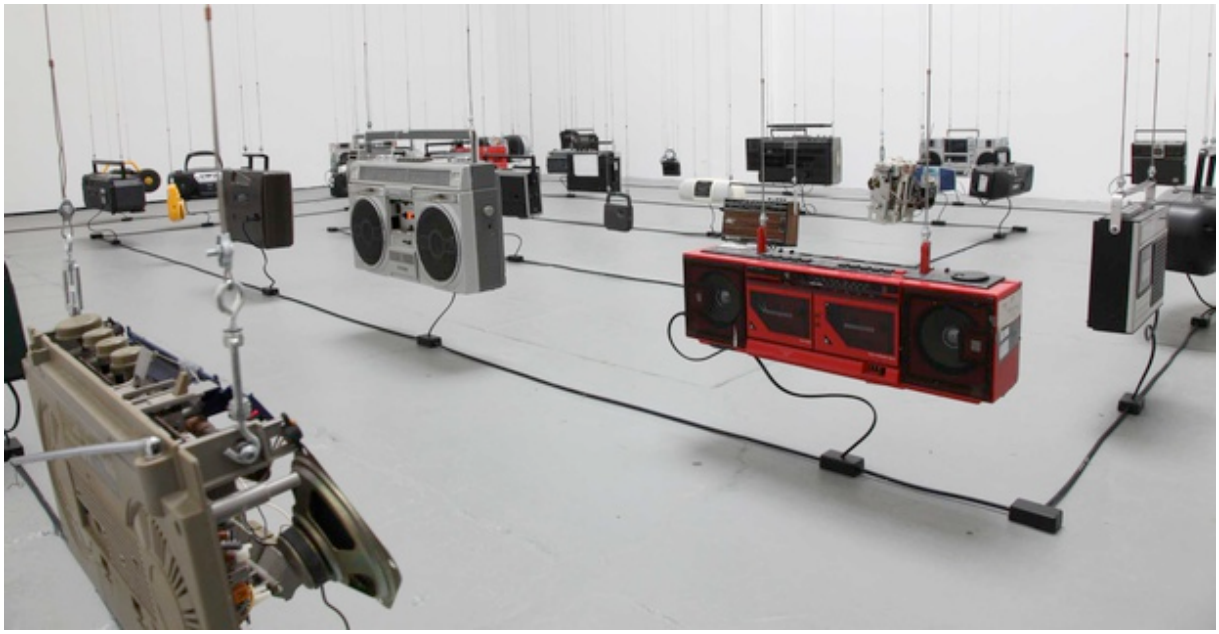


Fig. 212 - Maia Urstad, *Meanwhile, in Shangai...* (pormenor), 2011-2013.

Fig. 213 - Maia Urstad, *Sound Barrier,* 2006.

Fig. 214 - Maia Urstad, *Stations,* 1999.

Fig. 215 - Cildo Meireles, *Babel,* 2001-2006. 5 m de altura por 3 m de diâmetro. 900 rádios.

Fig. 216 - Harry Partch a tocar *Clould chamber bowls*.

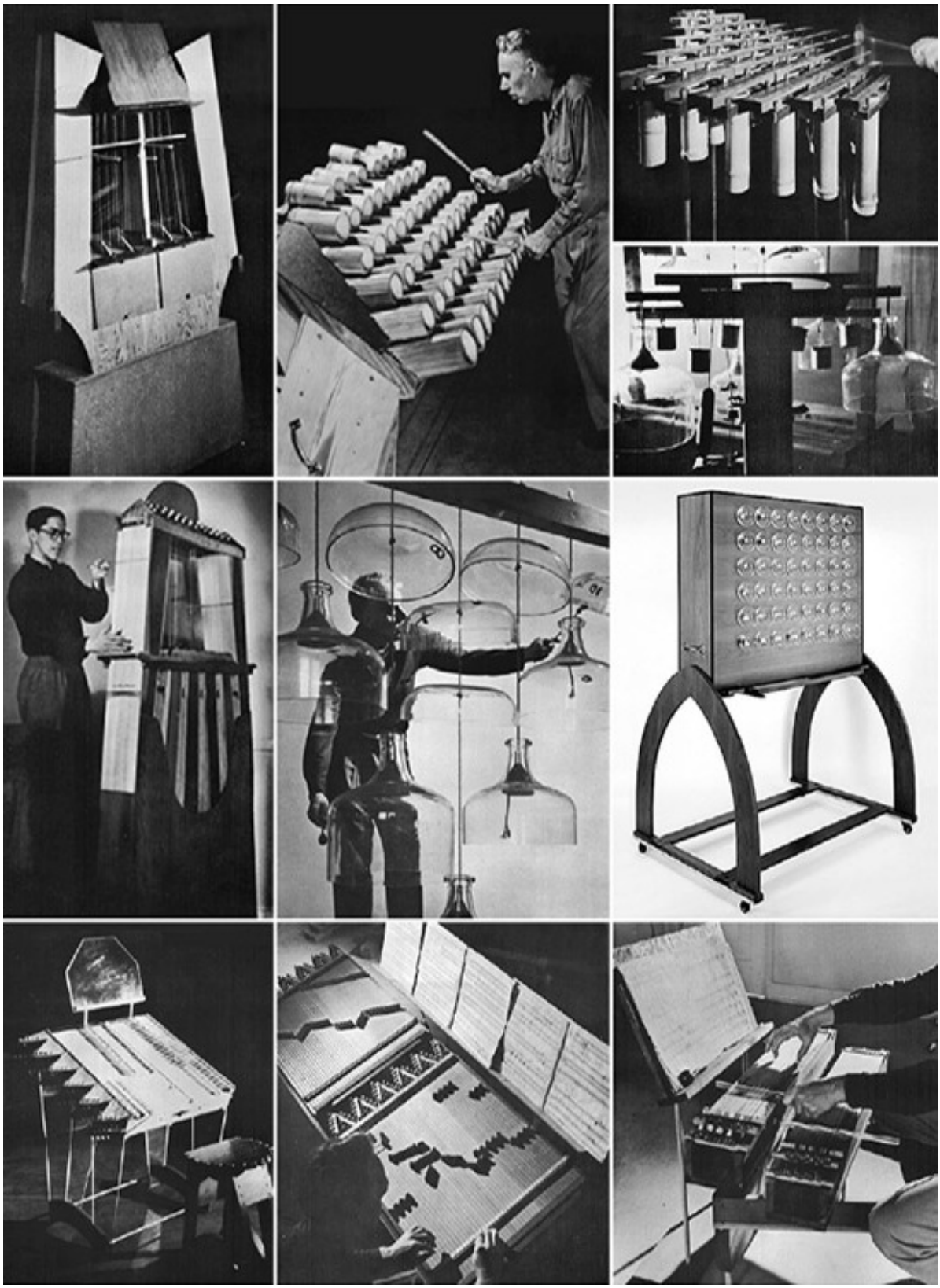


Fig. 217 - Imagens de alguns instrumentos concebidos pelo compositor Harry Partch.

Fig. 218 - Conjunto de esculturas sonoras de Harry Bertoia.

Fig. 219 - Harry Bertoia no seu *Sound Studio.*

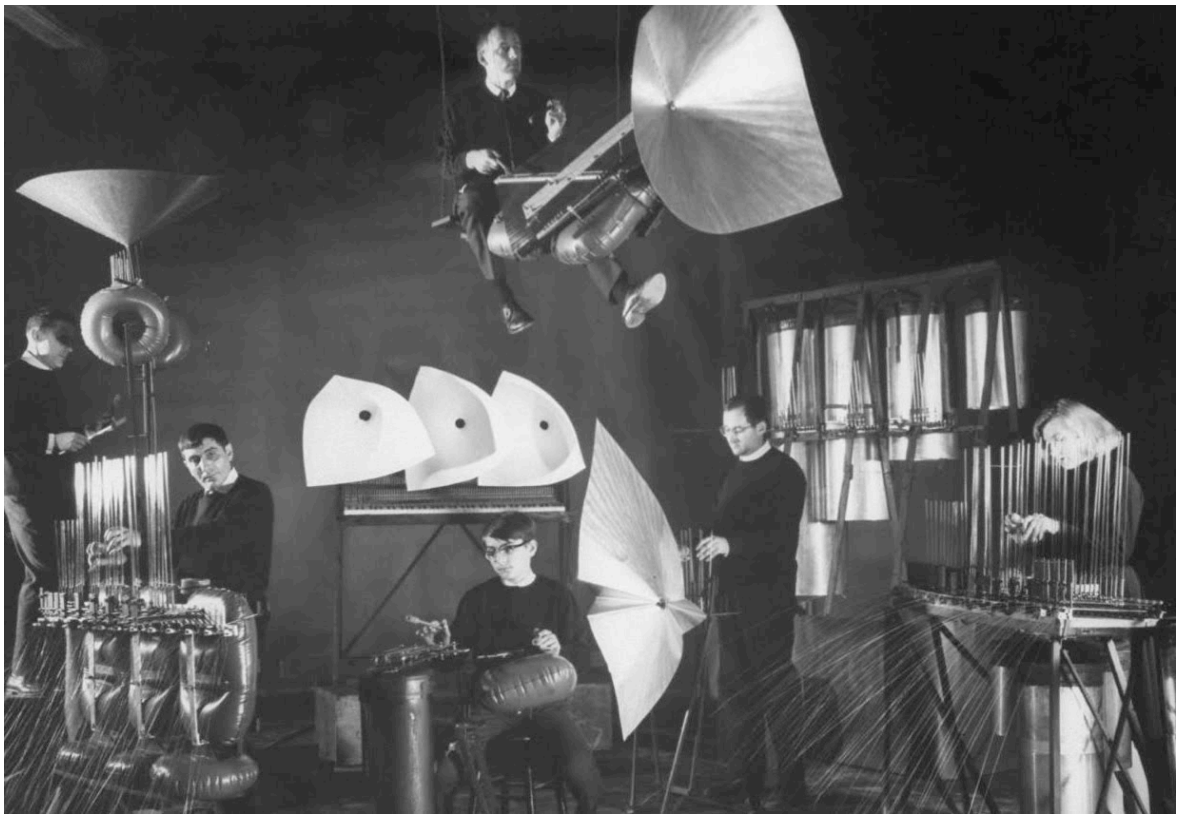


Fig. 220 - The Lasry Baschet performance group as they appeared in a photoshoot for 'Life' magazine (1963).

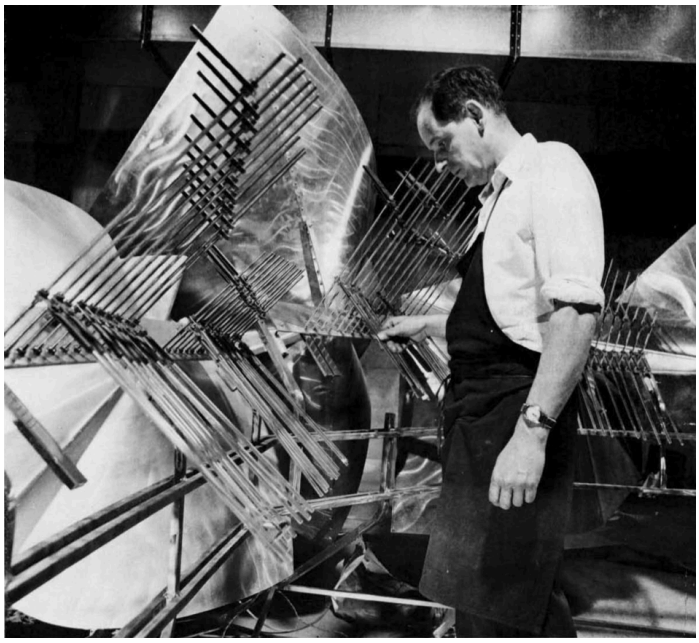


Fig. 221 - Irmãos Baschet.

Fig. 222 - *Sound mirror*.

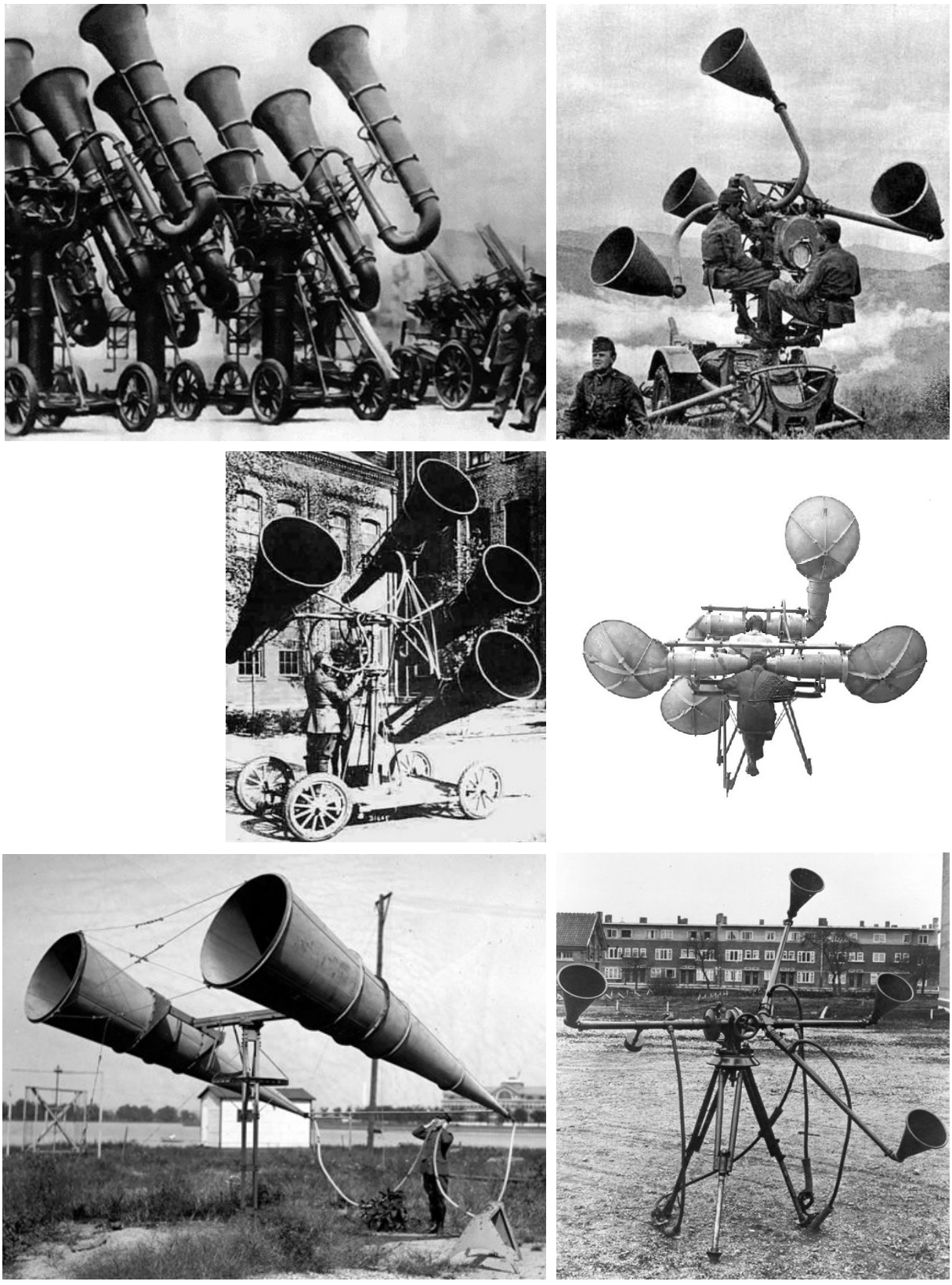


Fig. 223 e 223a, b, c, d, e - *Sound mirrors*.

Fig. 224 - Leland W. Sprinkle, *The Great Stalacpipe Organ*, 1956.

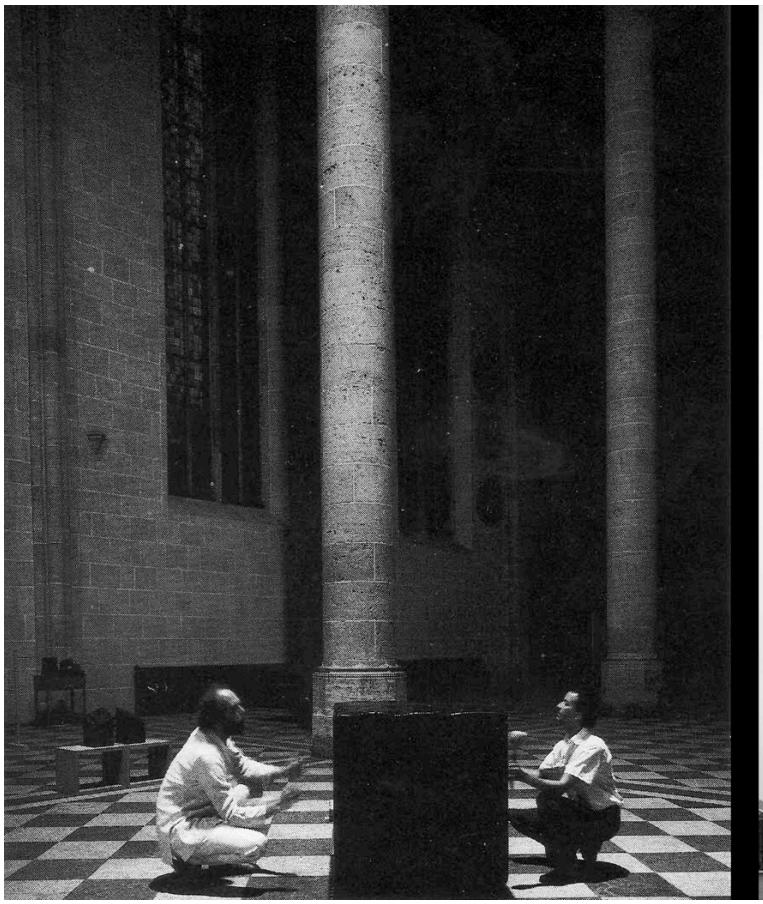


Fig. 225 - Elmar Daucher e Stephan Micus a percutir uma escultura litoacústica.

Fig. 226 - Catedral de Ulm, Alemanha.

Fig. 227 e 227a - *Sound Mirror,* 1930. Betão armado. Reserva Natural Dungeness, Inglaterra.

Fig. 228, 229 e 230 - *Sound Mirror,* 1928-30. Betão armado. Reserva Natural Dungeness, Inglaterra.

Fig. 231 - Bill and Mary Buchen, *Parabolic Bench*, 1992. Betão e aço inoxidável. 250 cm de diâmetro. Nova Iorque.

Fig. 232 - Eduardo Chillida, *Elogio del Horizonte*, 1990. Betão armado. Gijón, Espanha.

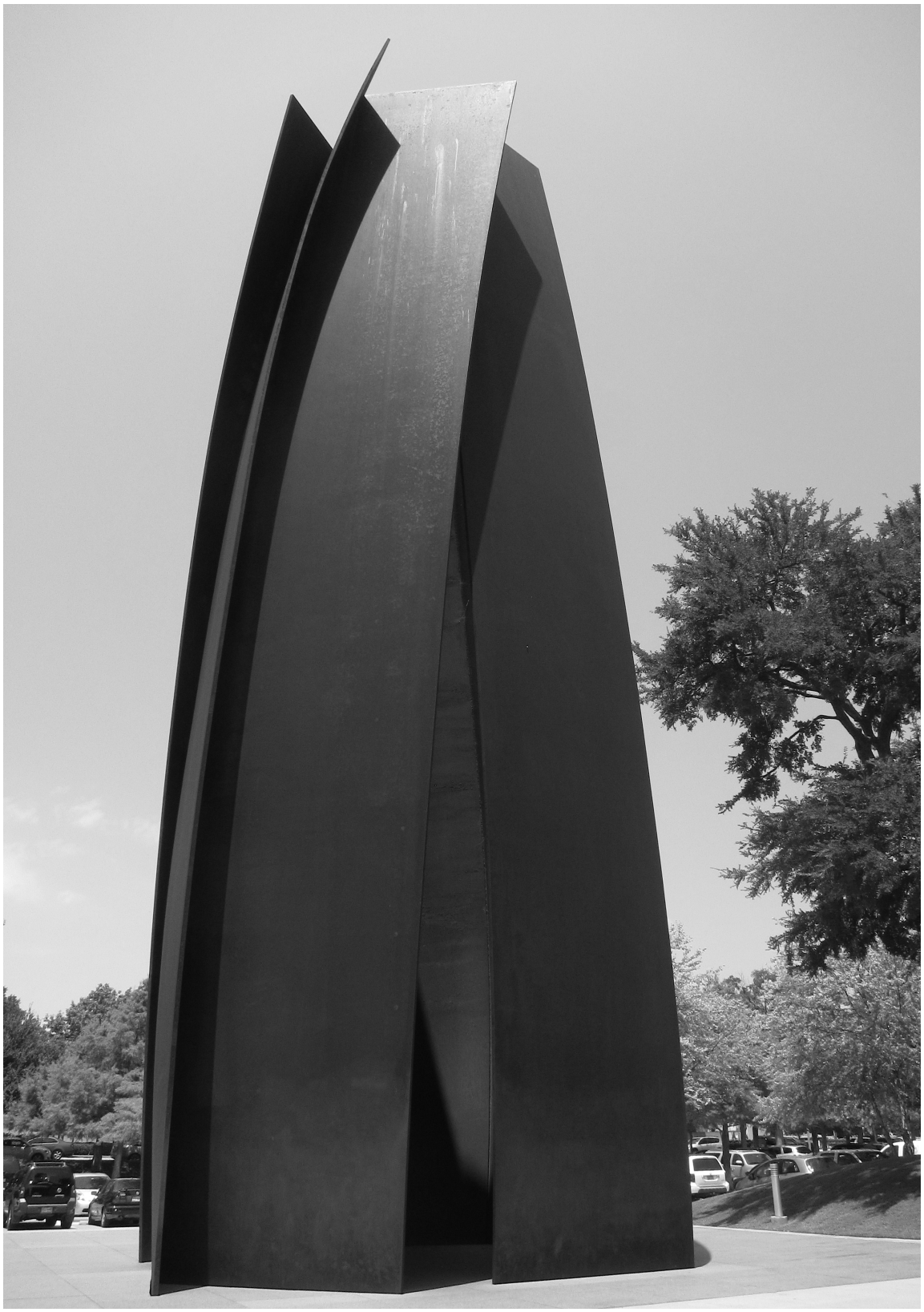


Fig. 233 - Richard Serra, *Vortex,* 2002. Aço Cortene.

Fig. 234 - Liam Curtin e John Gooding, *Blackpool Hight Tide Organ*, 2002. 15 metros de altura. Aço. Blackpool promenade, Inglaterra.

Fig. P - Peter Richards e George Gonzales, *Wave Organ*, 1986.

Fig. 235 e 236 - Peter Richards e George Gonzales, *Wave Organ,* (detalhe), 1986.

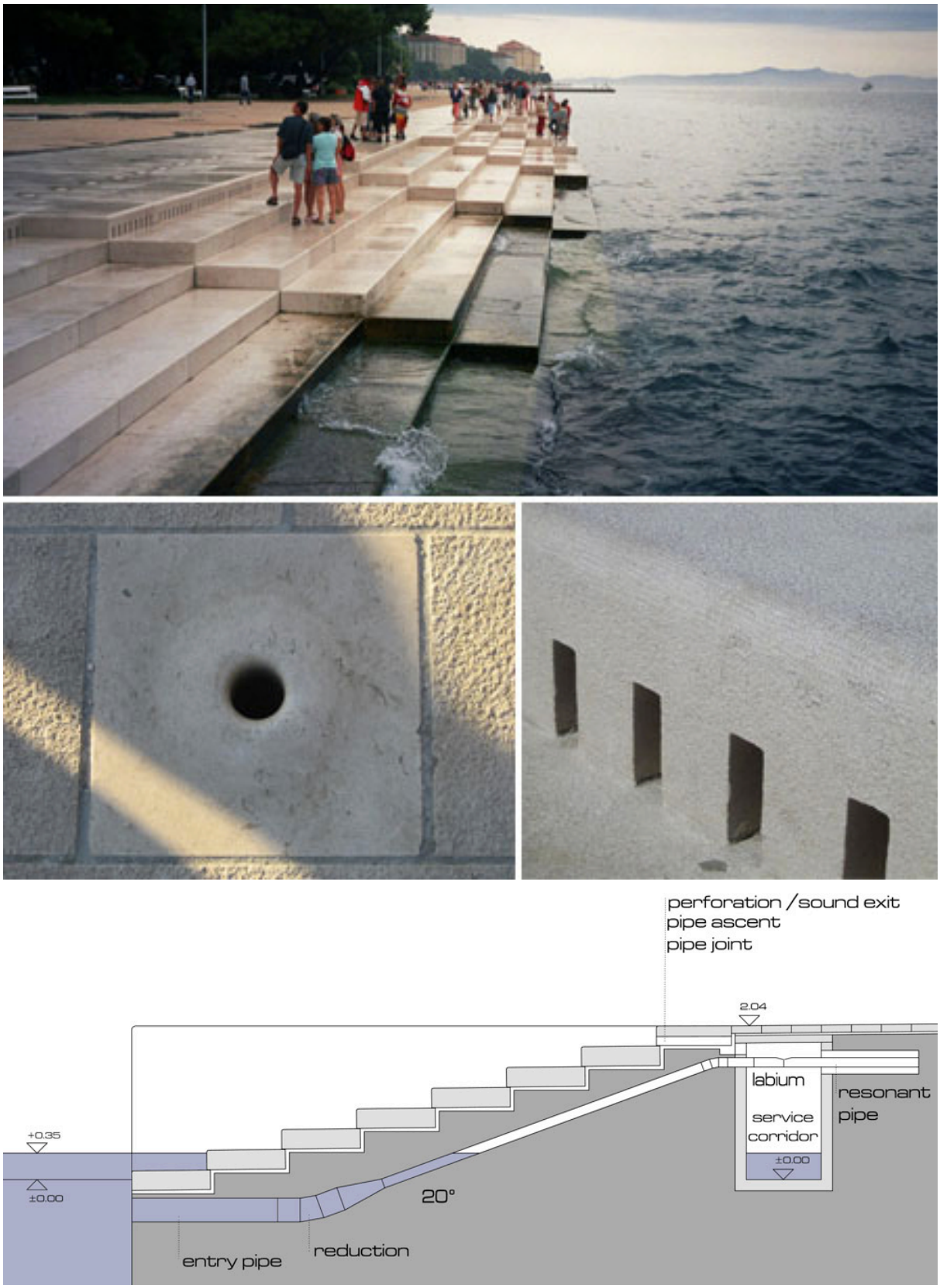


Fig. 237 - Nikola Bašić, *Sea Organ*, 2005.

Fig. 238 e 239 - Anna Liu e Mike Tonkin, *The Singing Ringing Tree*, 2004. Tubos de aço galvanizado. Inglaterra.

Fig. 240 - Luke Jerram, *Aeolus - Acoustic Wind Pavillion*, 2011. 6 m x 350 m x 9 m. Tubos e chapa de aço inoxidável. Canary Wharf, Londres.

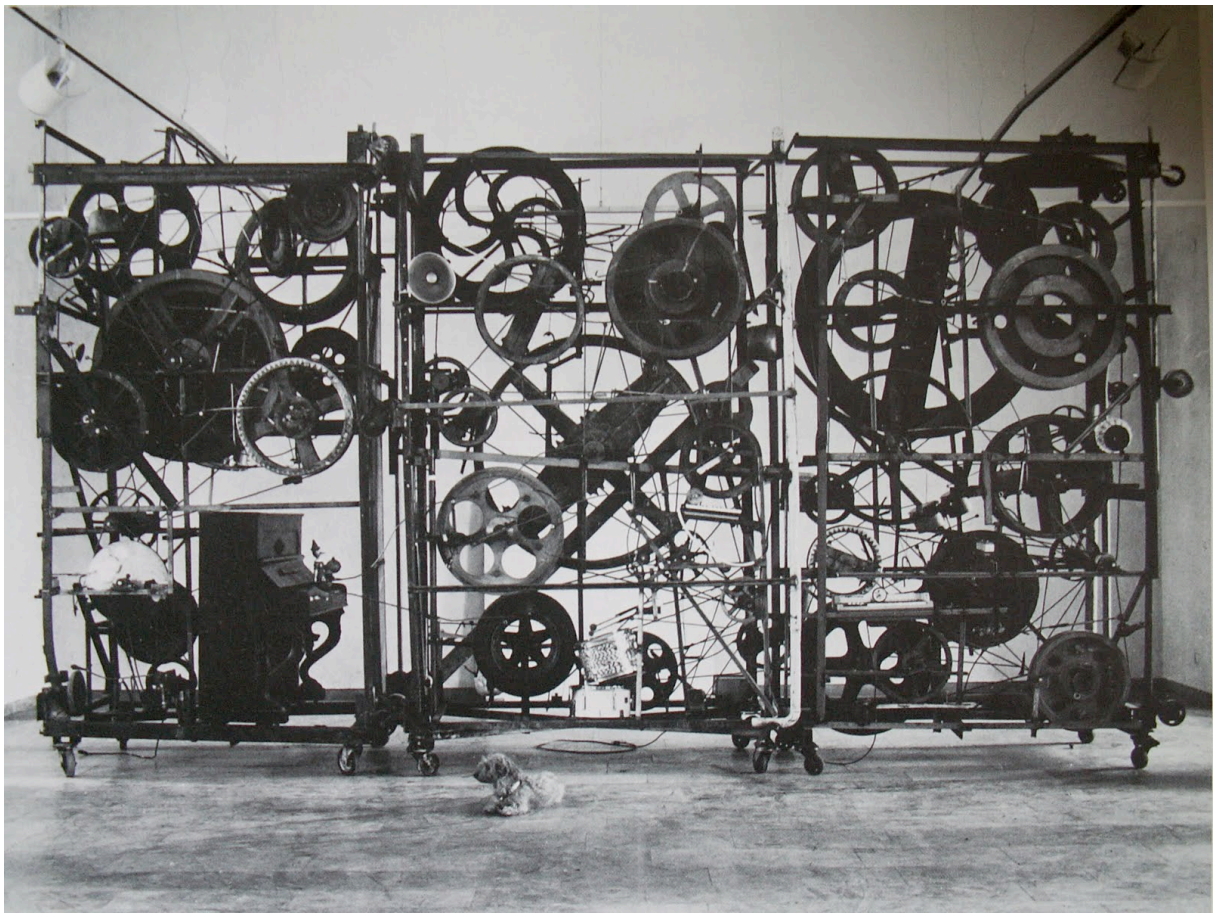


Fig. 241 - Jean Tinguely, *Meta-Harmony I*, 1978.

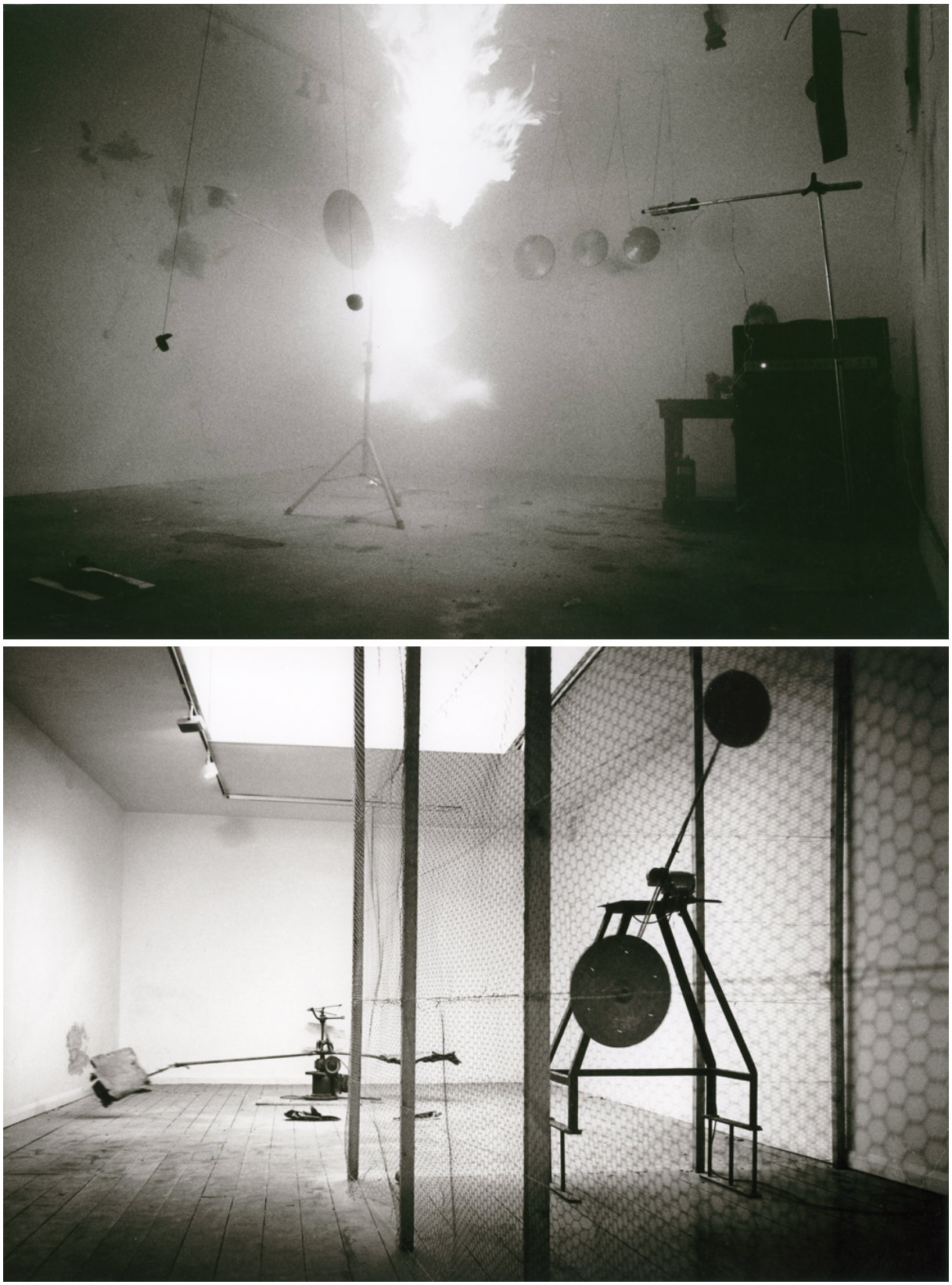


Fig. 242 e 243 - Peça cinético-sonoras de Stephen Crips.

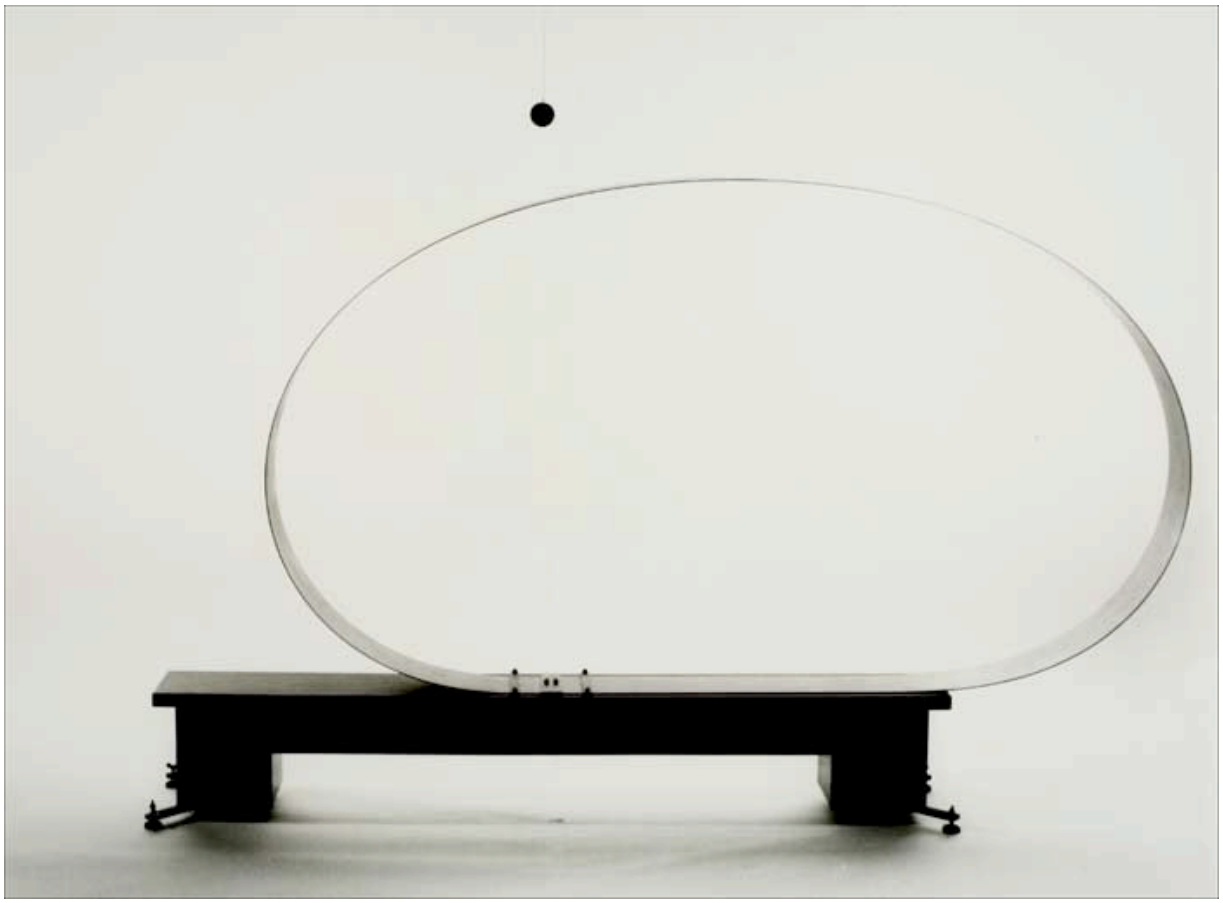


Fig. 244 - Len Lye, *Universe (Loop)*, 1963-66 (1998 réplica) .

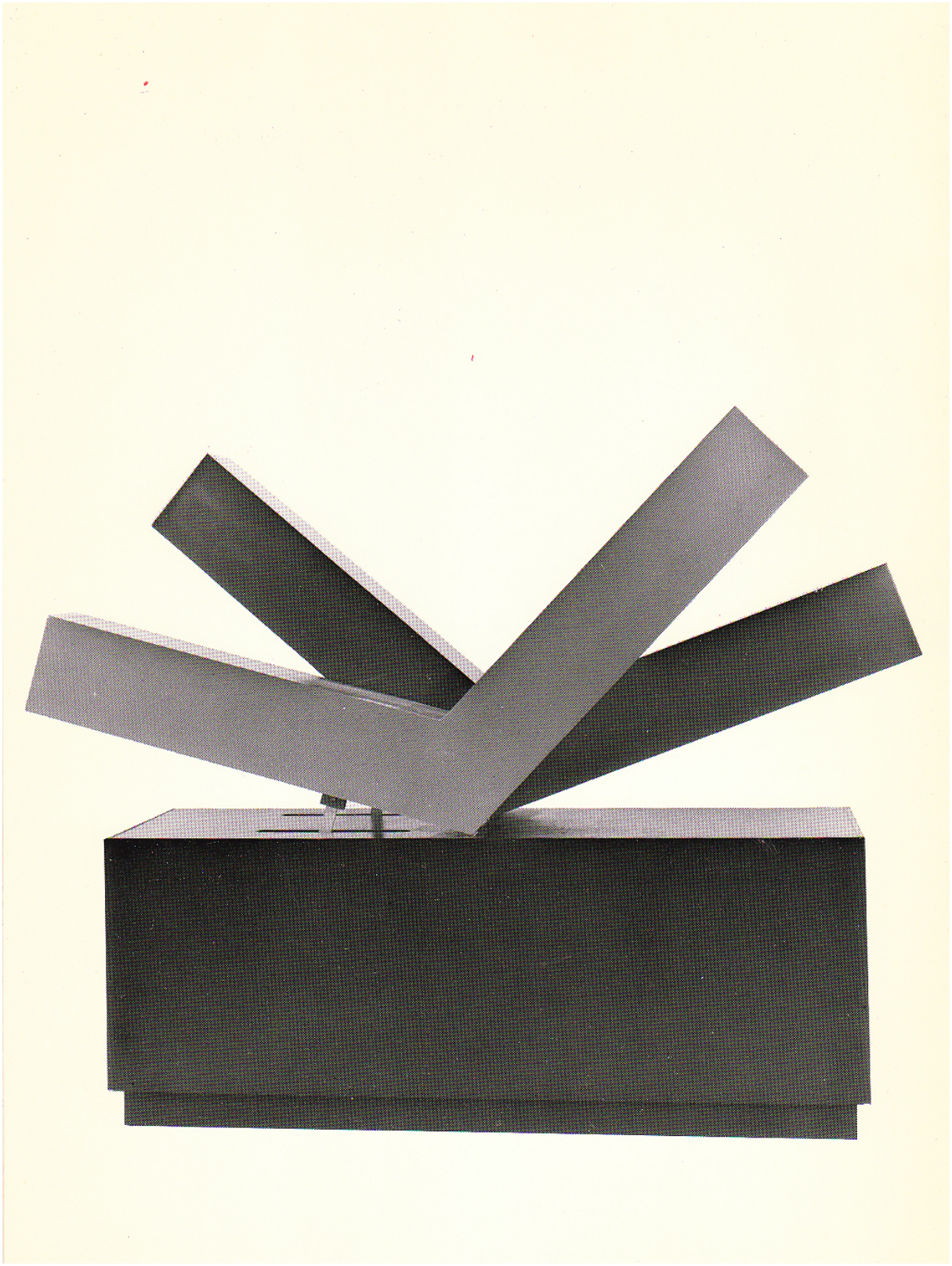


Fig. 245 - Charles Mattox

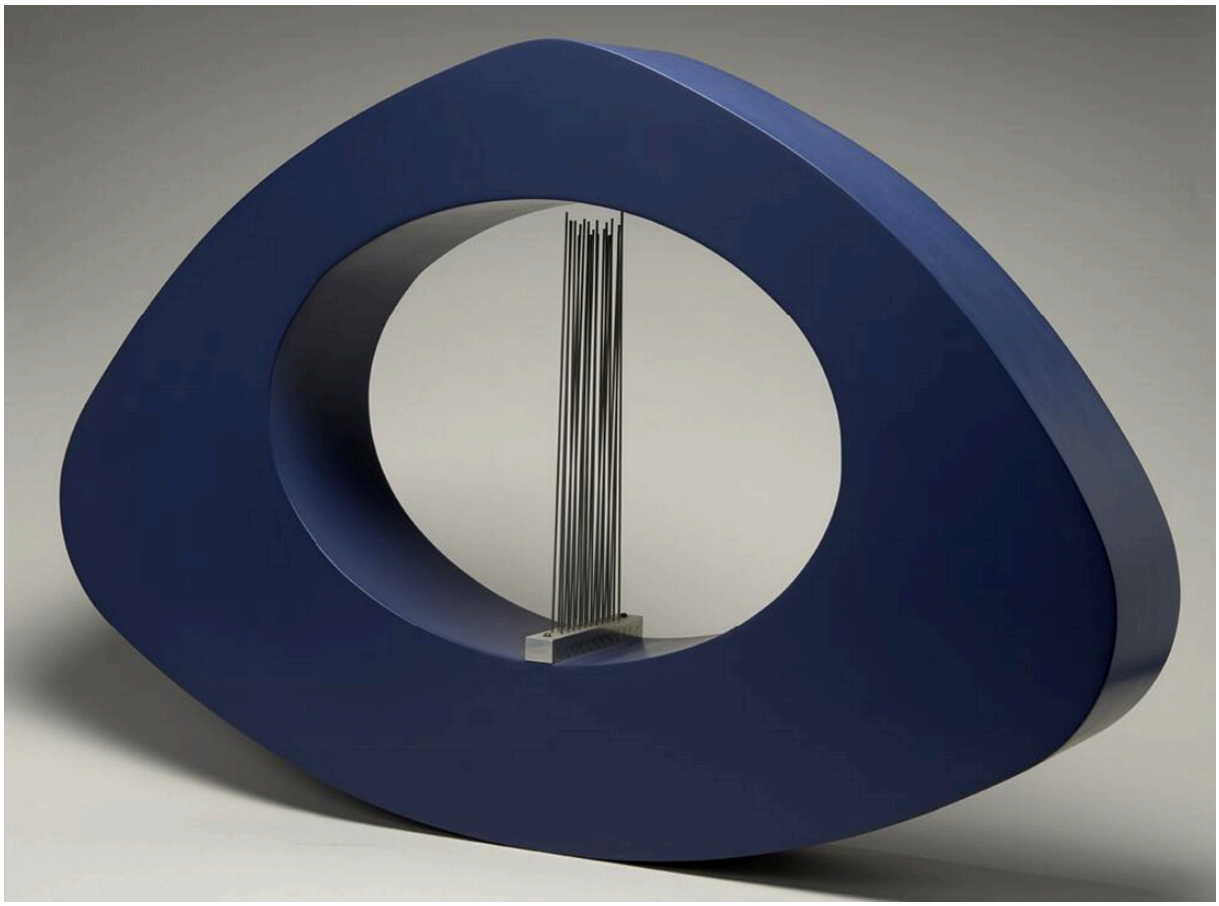


Fig. 246 - Charles Mattox, *Small Blue Rocker*, 1967.

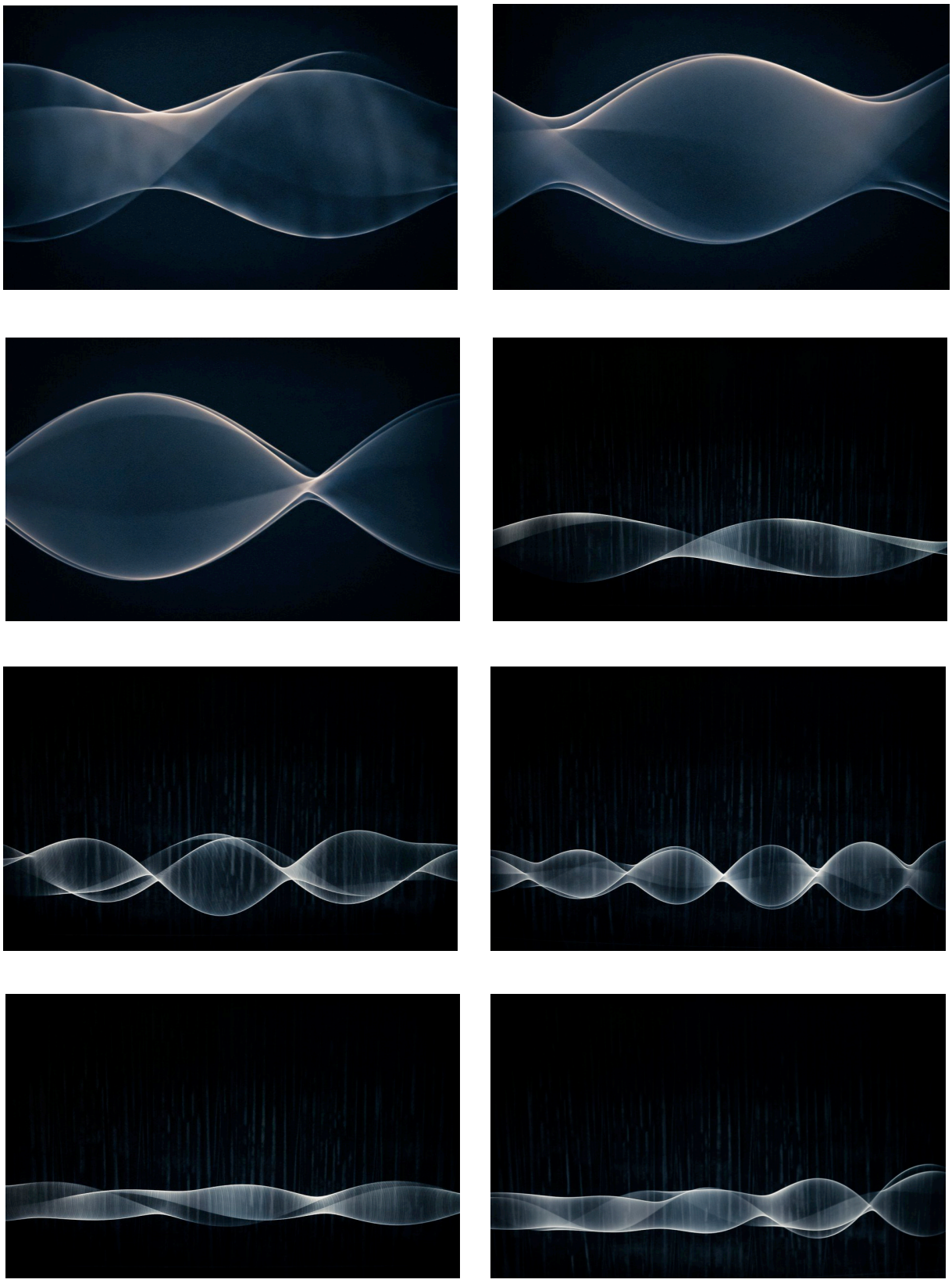
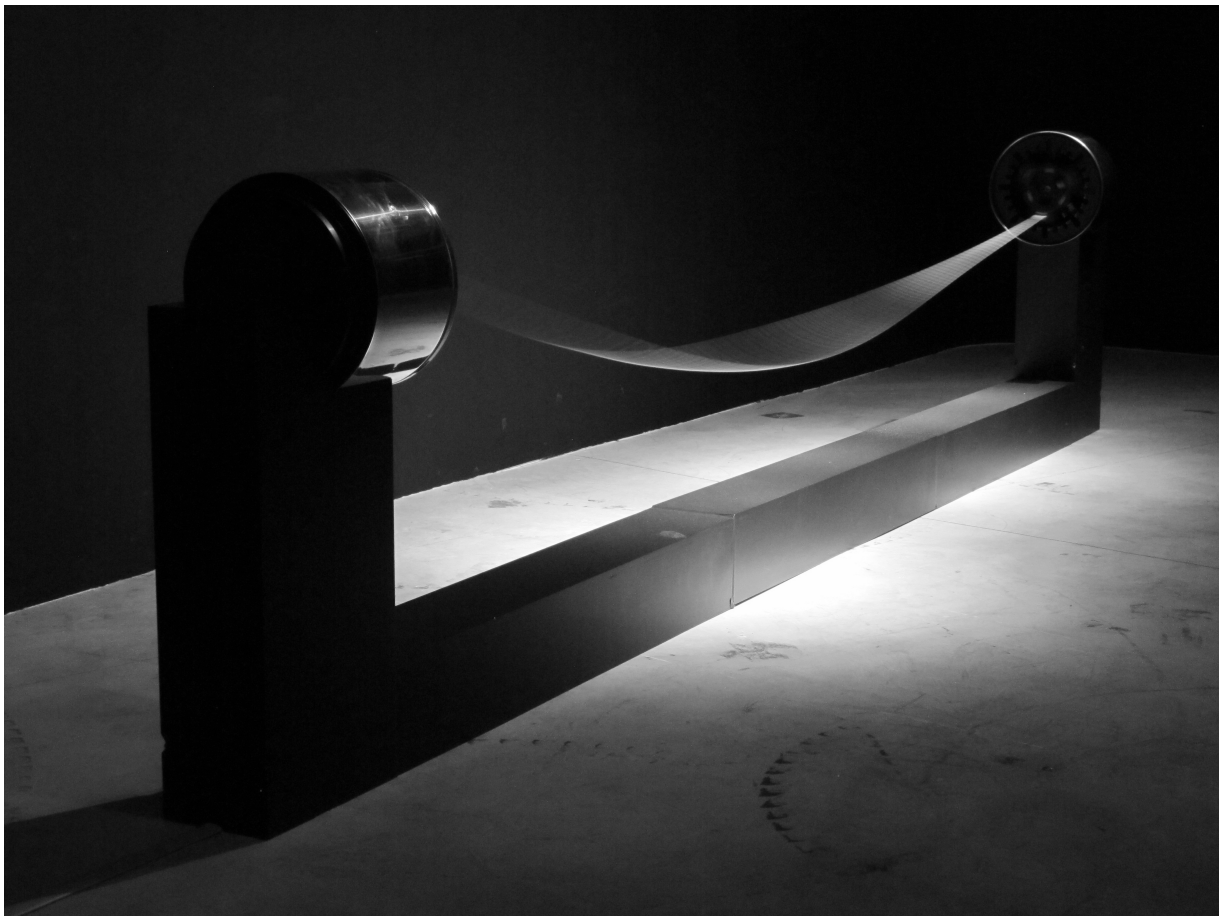
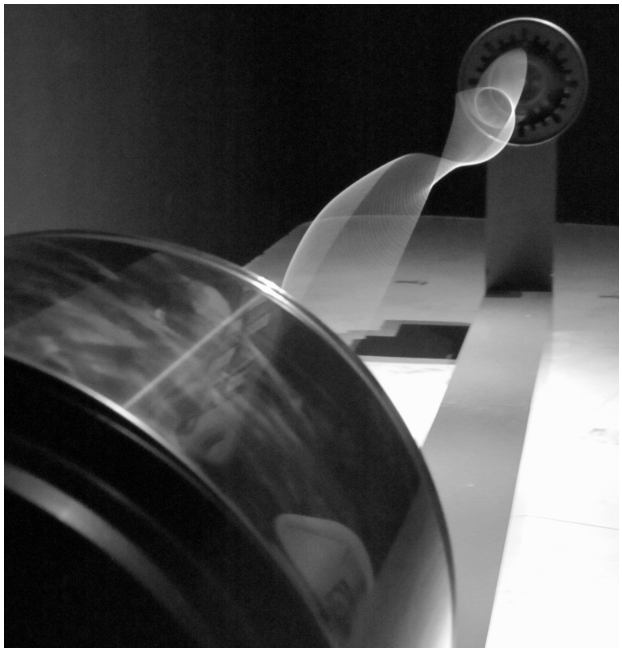


Fig. 247 - Daniel Palacios, *Wave*, em acção (detalhes), 2006-7.





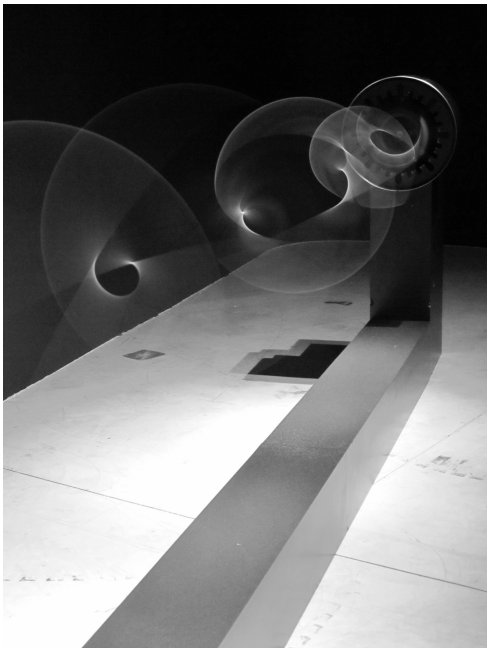


Fig. 248 - Daniel Palacios, *Wave* (detalhes), 2006-7.

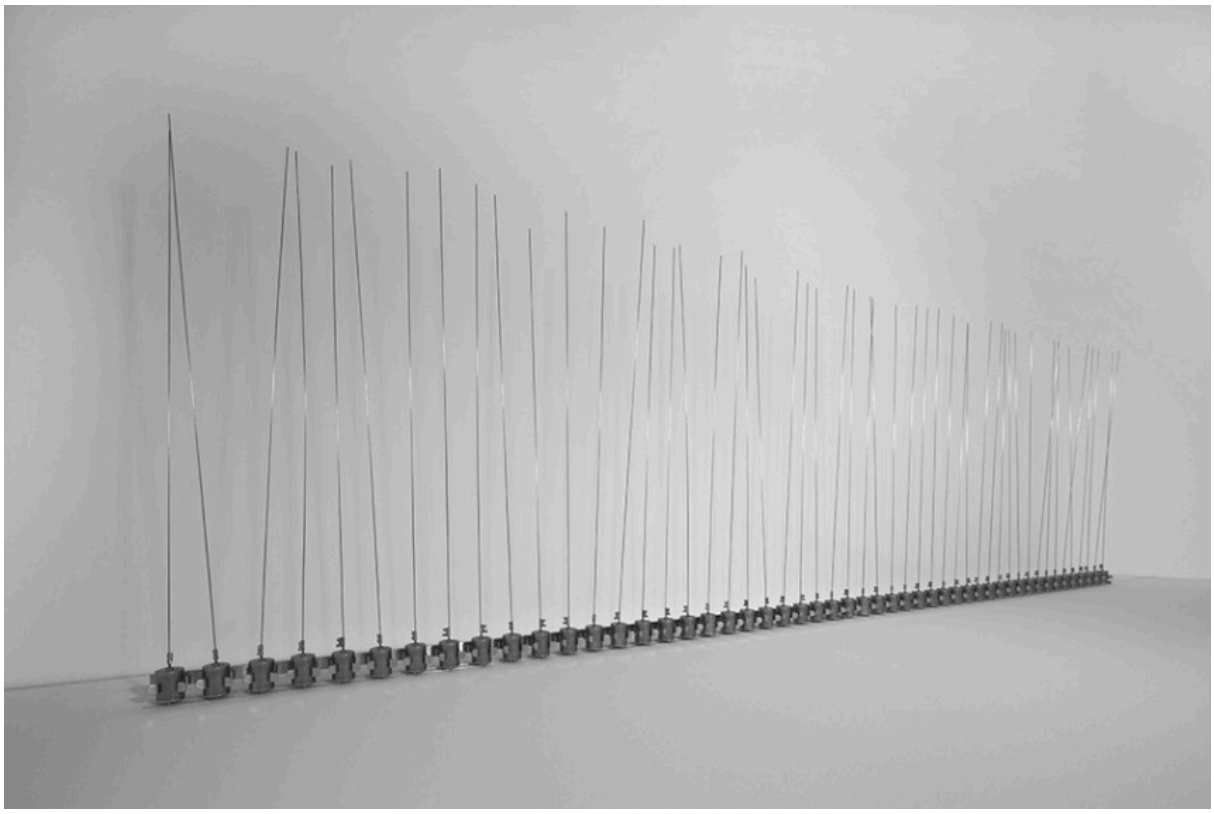


Fig. 249 - Zimoun - *50 prepared dc-motors, filler wire 1.0mm, 60cm*, 2010.

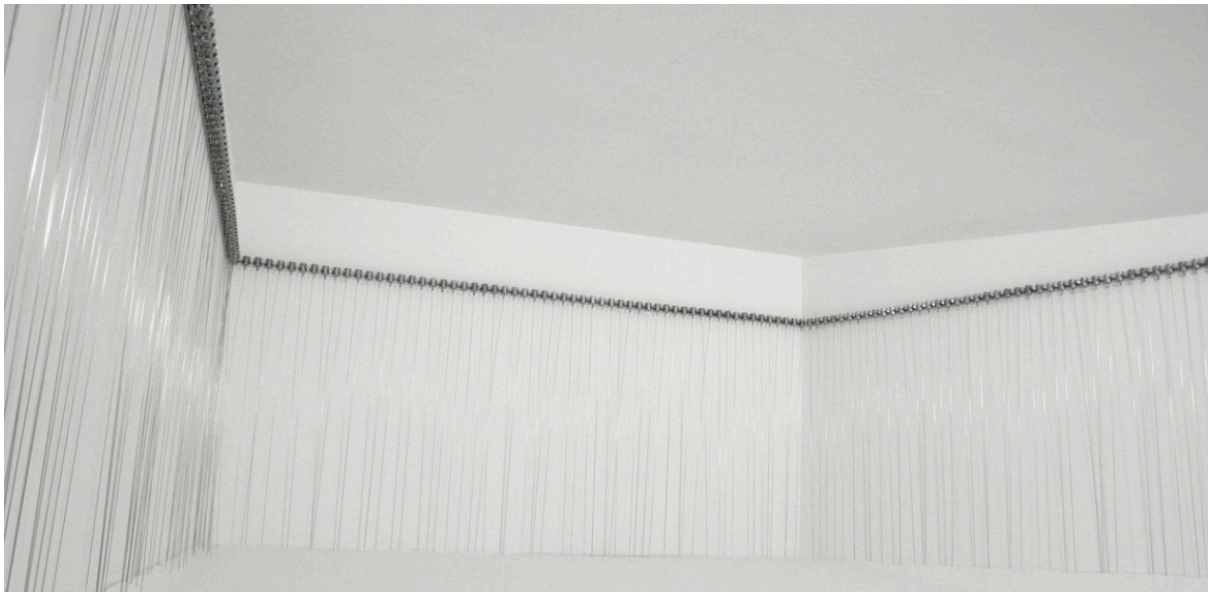


Fig. 250 - Zimoun, *265 prepared dc-motors, filler wire 1.0mm*, 2009-10.

Fig. 251 - Zimoun, *294 prepared dc-motors, cork balls, cardboard boxes 41x41x41cm*, 2012.

Fig. 252 e 253 - Zimoun, *294 prepared dc-motors, cork balls, cardboard boxes 41x41x41cm* (detalhe), 2012.

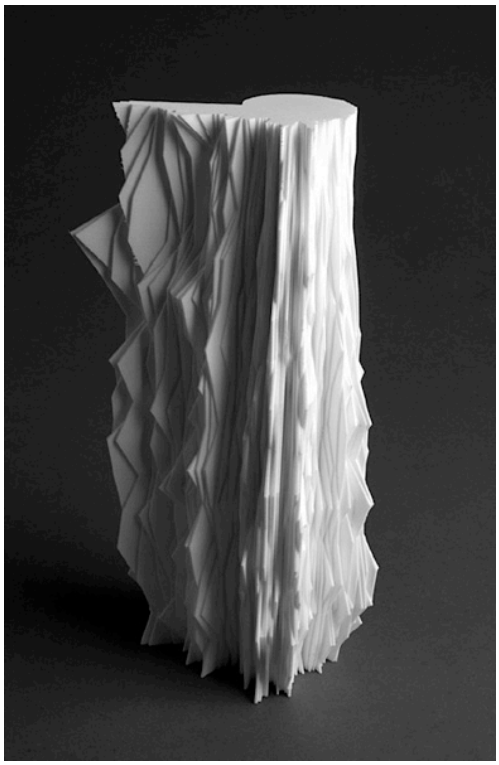


Fig. 254 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Breath.* 2004. Plástico. Impressão 3D.

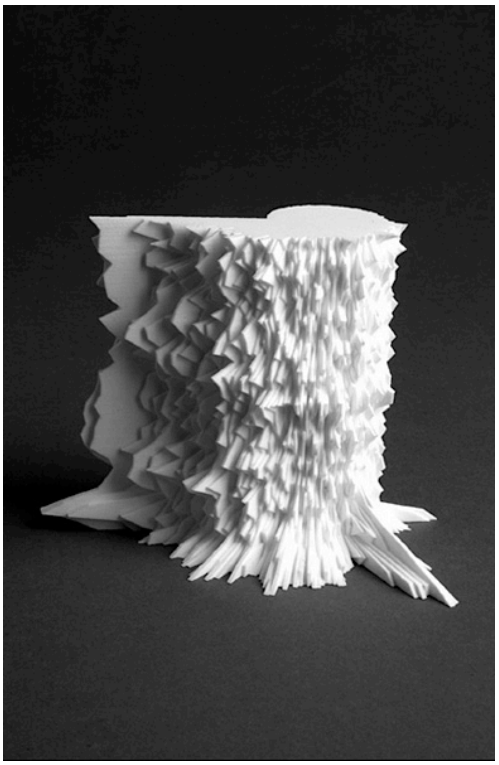


Fig. 255 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Ambient sounds in an apart-ment in Barcelona.* 2004. Plástico. Impressão 3D.

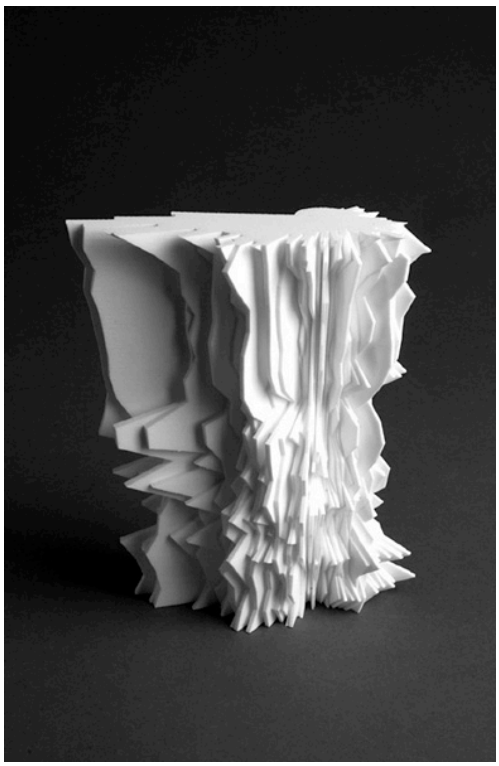


Fig. 256 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Coltrane's Tone.* 2004. Plástico. Impressão 3D.

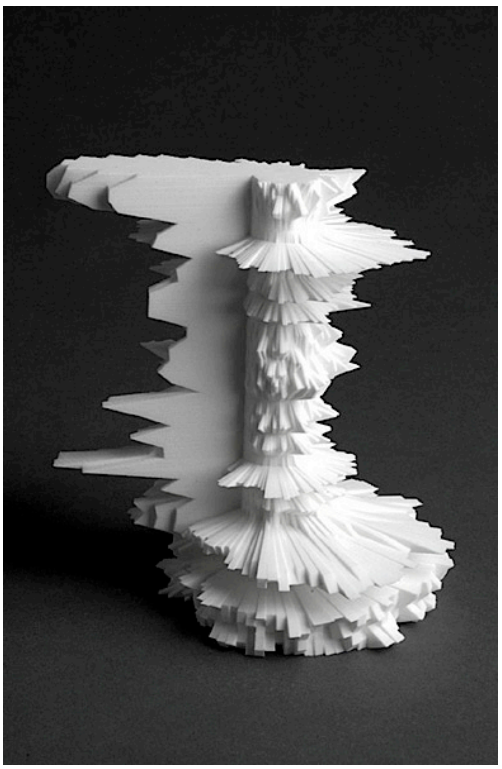


Fig. 257 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Designed - hisses, claps and yells.* 2004. Plástico. Impressão 3D.

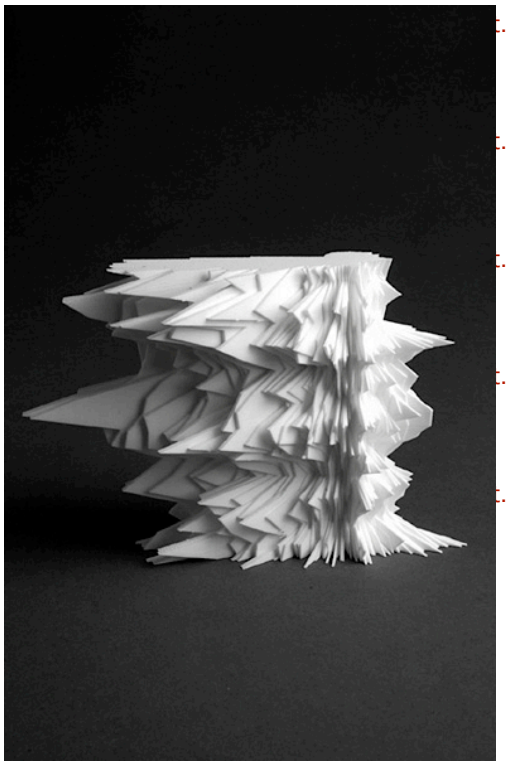


Fig. 258 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Saturday morning market - Treviso, Italy.* 2004. Plástico. Impressão 3D.

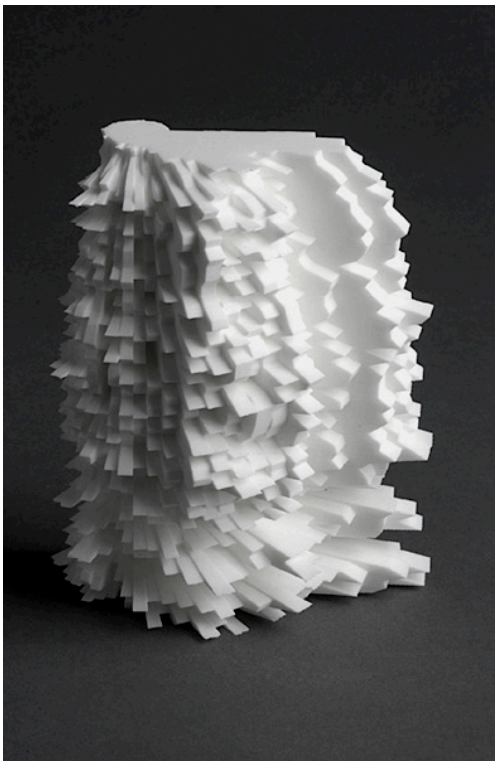


Fig. 259 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Martin Luther King - "Free at last...".* 2004. Plástico. Impressão 3D

Fig. 260 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, "I love seahorses."* 2004. Plástico. Impressão 3D.

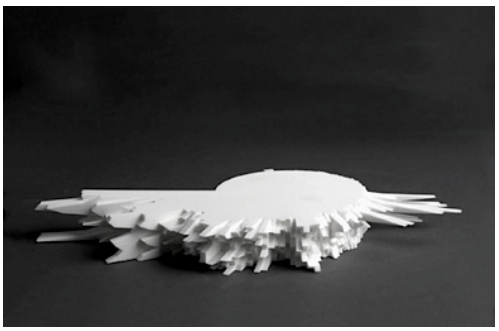


Fig. 261 - A. Huntington e Drew Allan, *Cylinder, Churchbells.* 2004. Plástico. Impressão

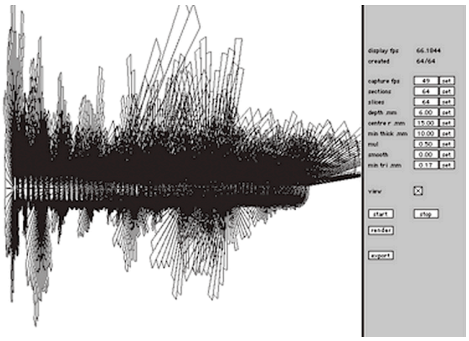


Fig. 262 - Software (com entrada de voz) desenvolvido por A. Huntington e Drew Allan.

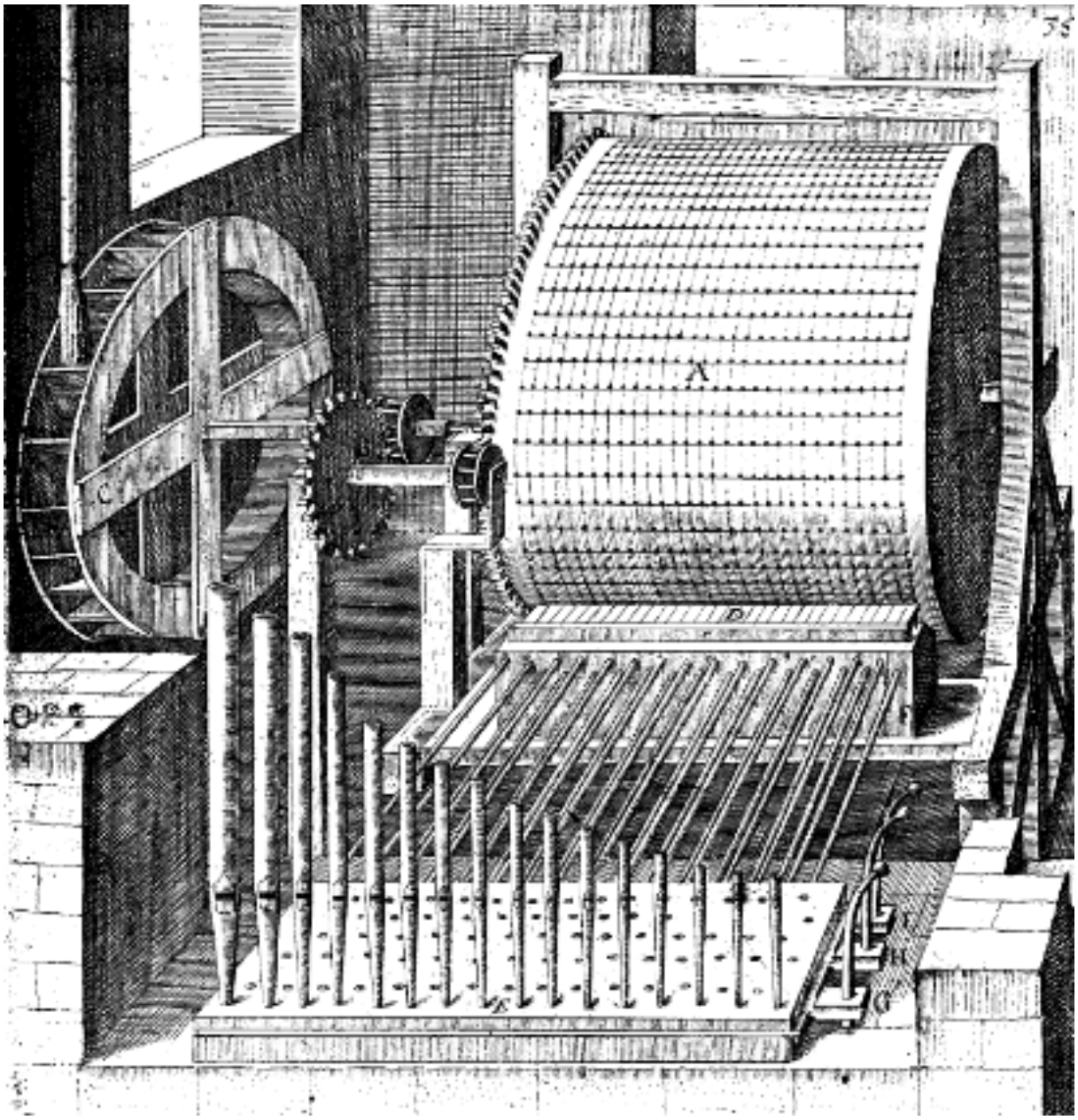


Fig. 263 - Salamon de Caus, desenho de uma máquina sonora (cilindro).

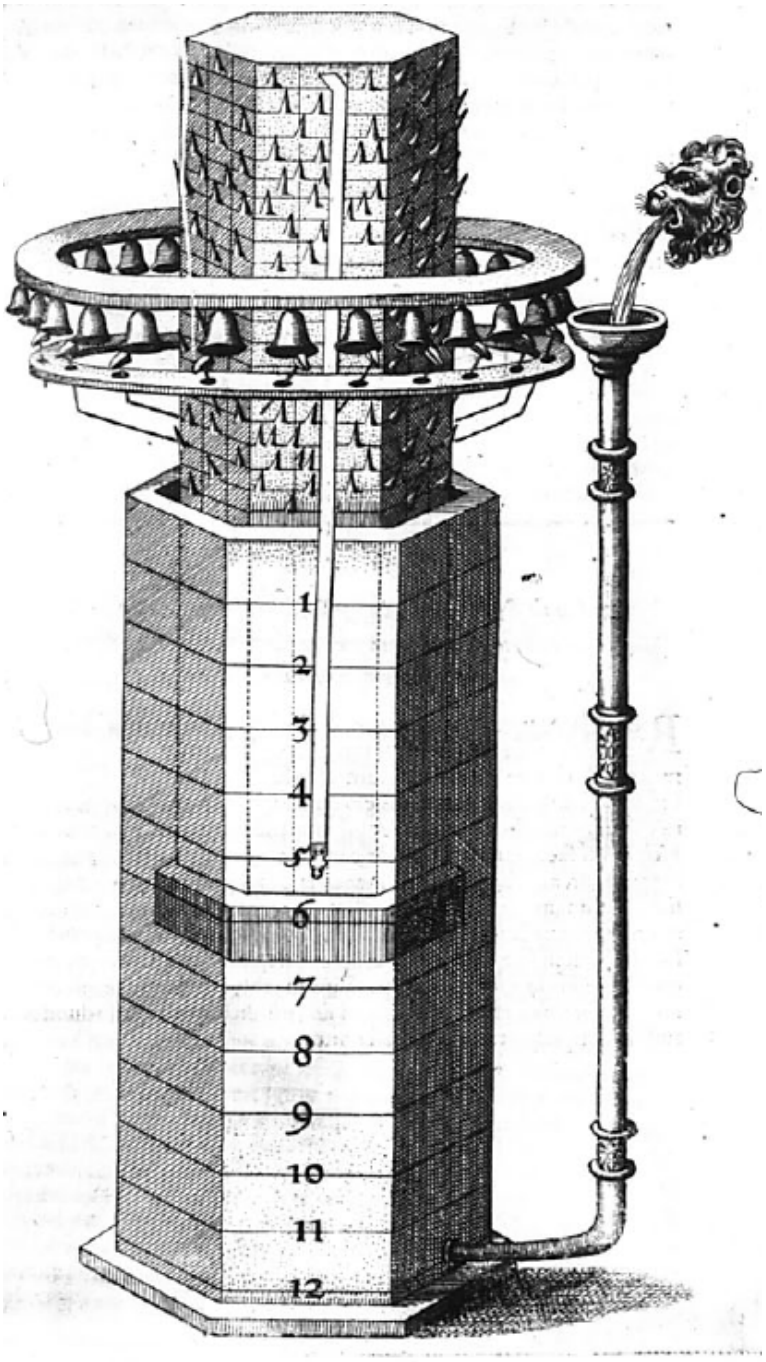


Fig. 264 - Robert Fludd, desenho de uma máquina sonora.

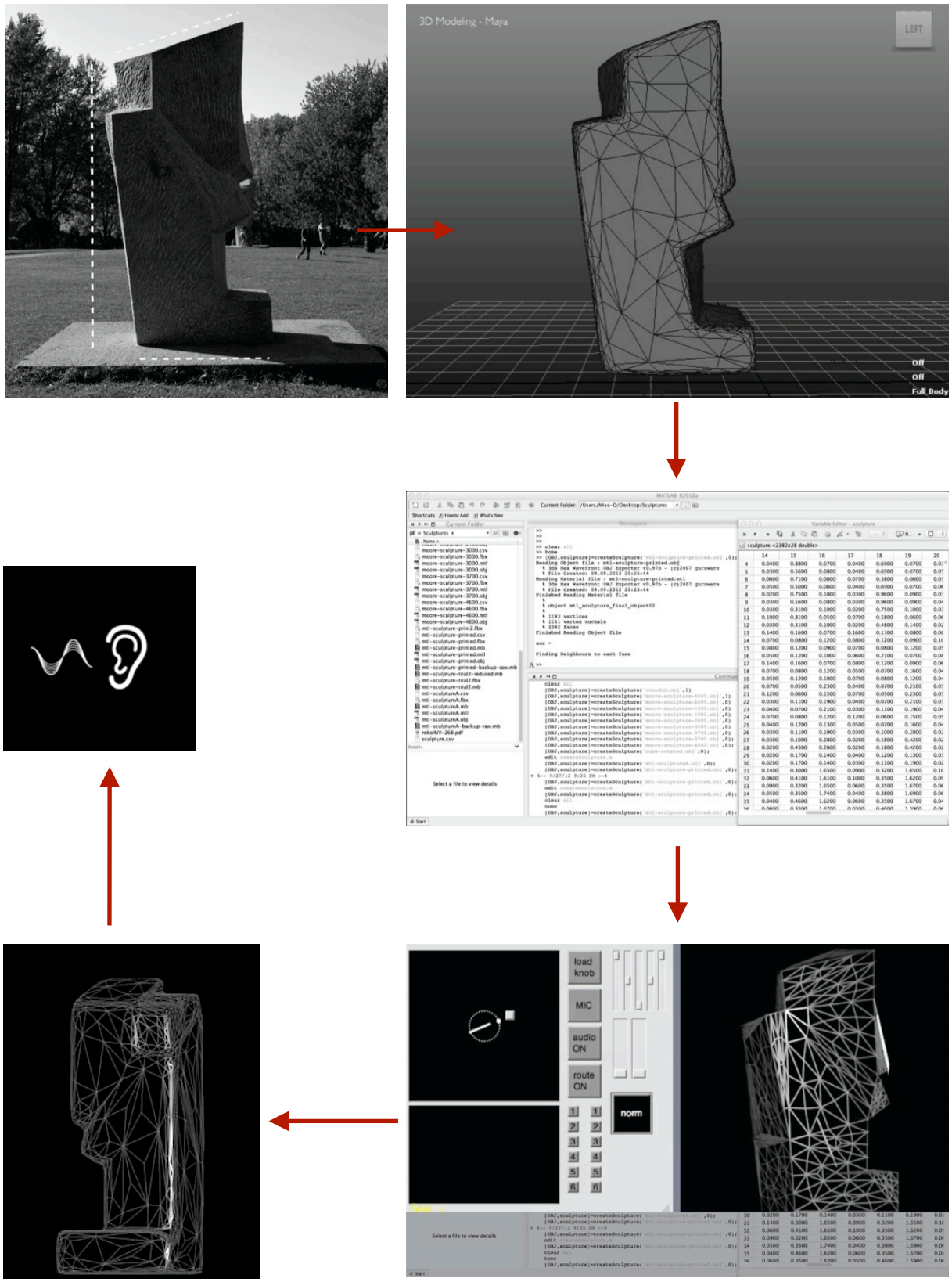


Fig. 265 - Processo construtivo das *Audible Sculptures*.

Fig. 266 - Escultura de Henry More usada como exemplo no projecto *Audible Sculptures*.

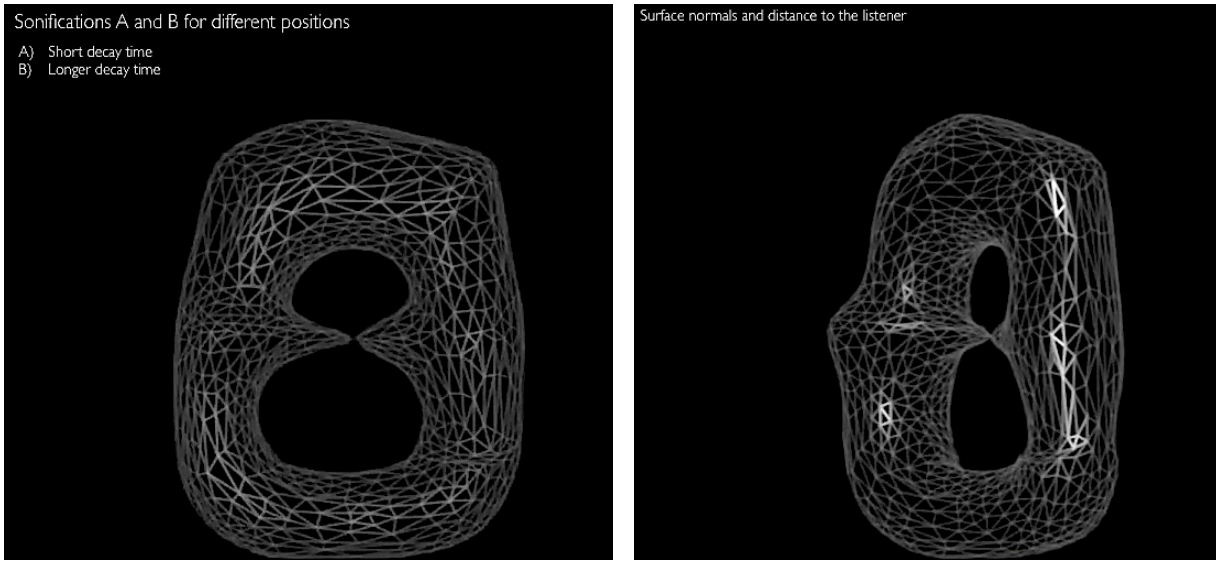


Fig. 267 - Parte do projecto *Audible Sculptures*.

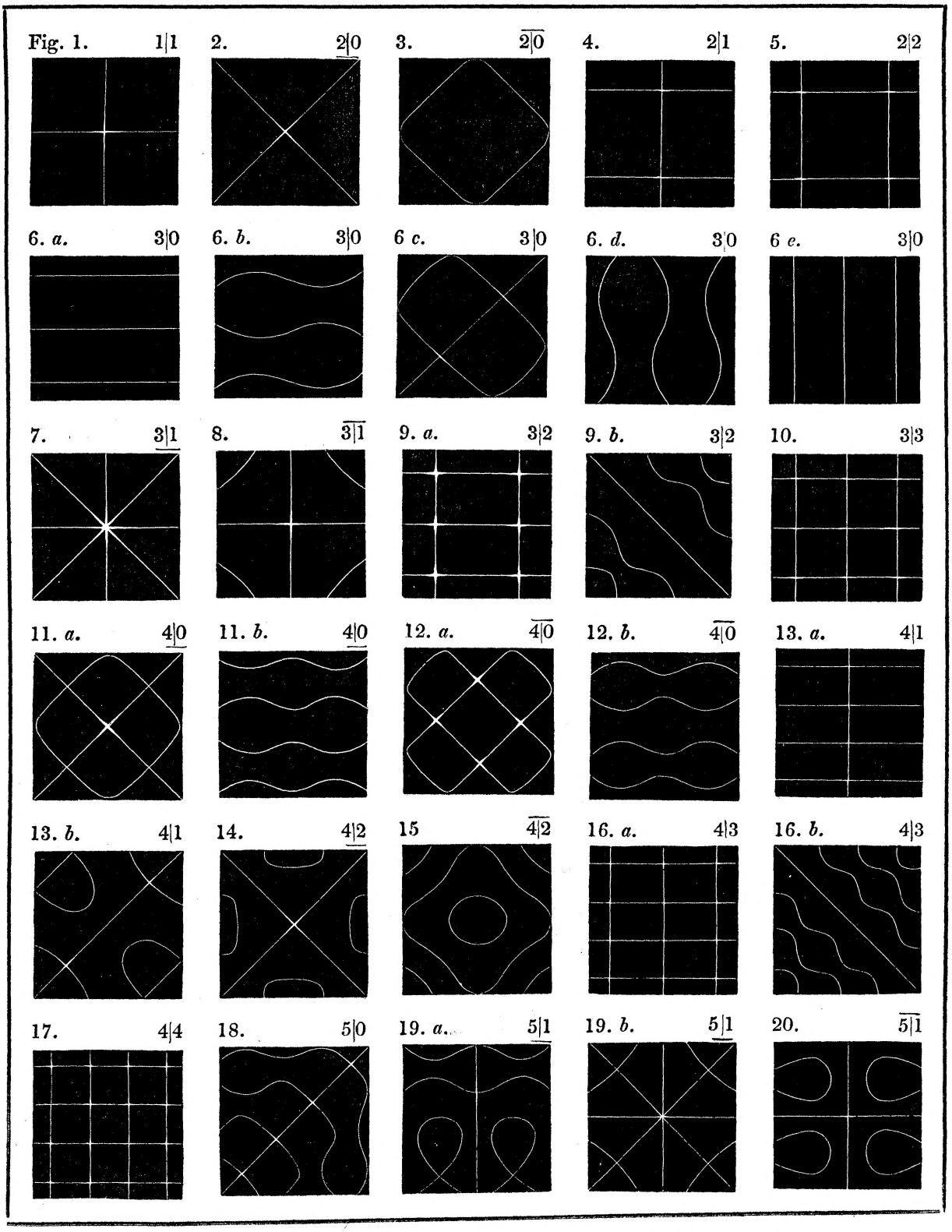


Fig. 268 - Figuras acústicas, também conhecidas por 'placas de Chadni', 1833.

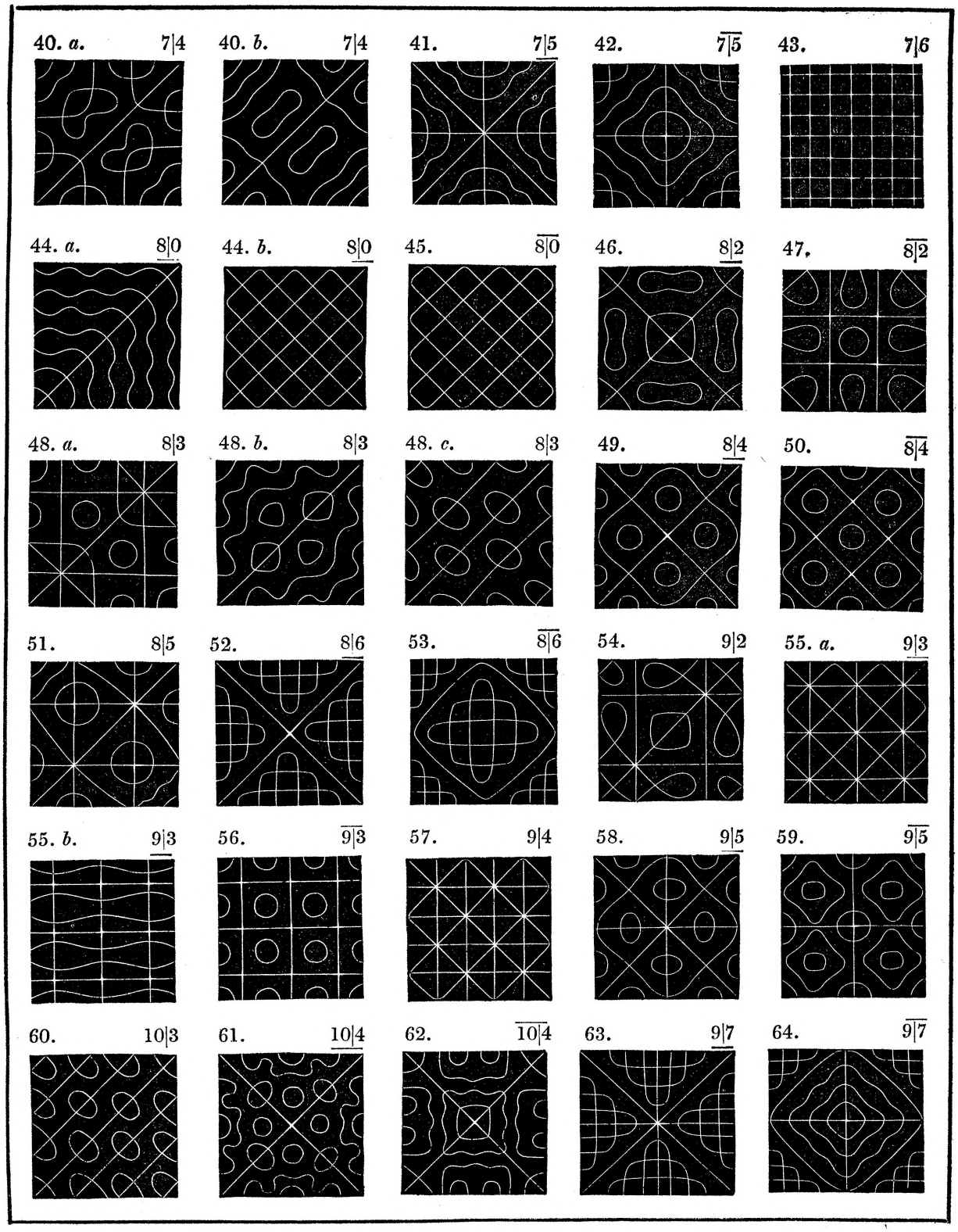


Fig. 269 - Figuras acústicas, também conhecidas por 'placas de Chadni', 1833.

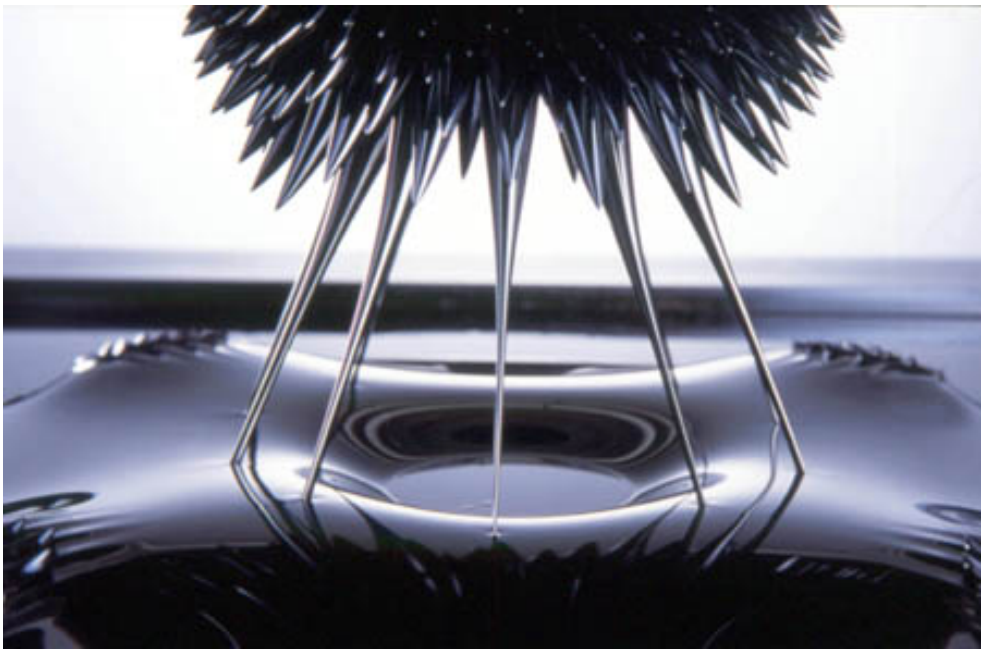


Fig. 270 - Sachiko Kodama and Minako Takeno, *Protrude, flow,* 2001.

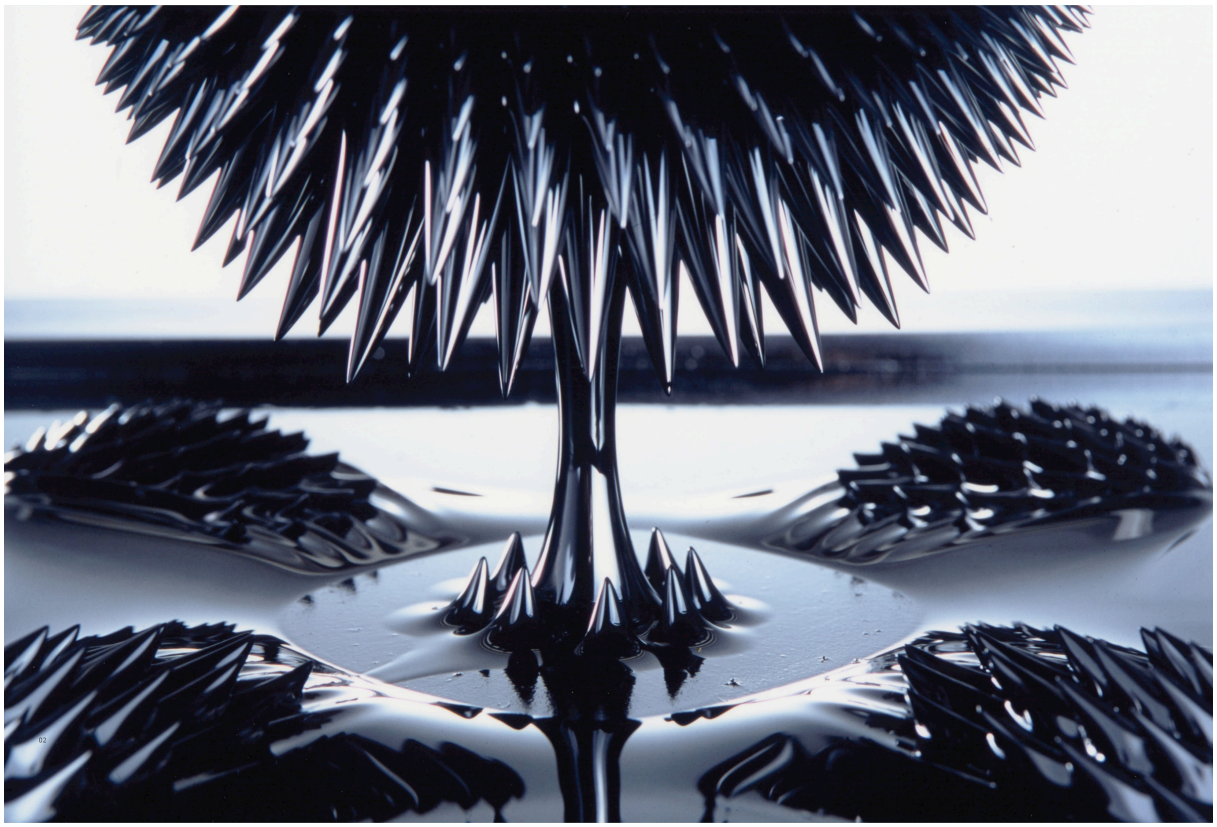


Fig. 271 - Sachiko Kodama and Minako Takeno, *Protrude, flow,* 2001.

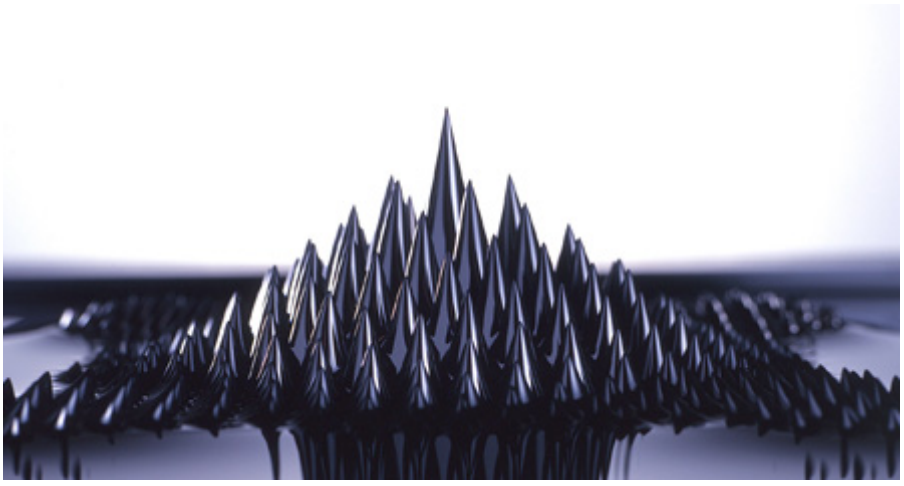


Fig. 272 - Sachiko Kodama and Minako Takeno, *Protrude, flow*, 2001.

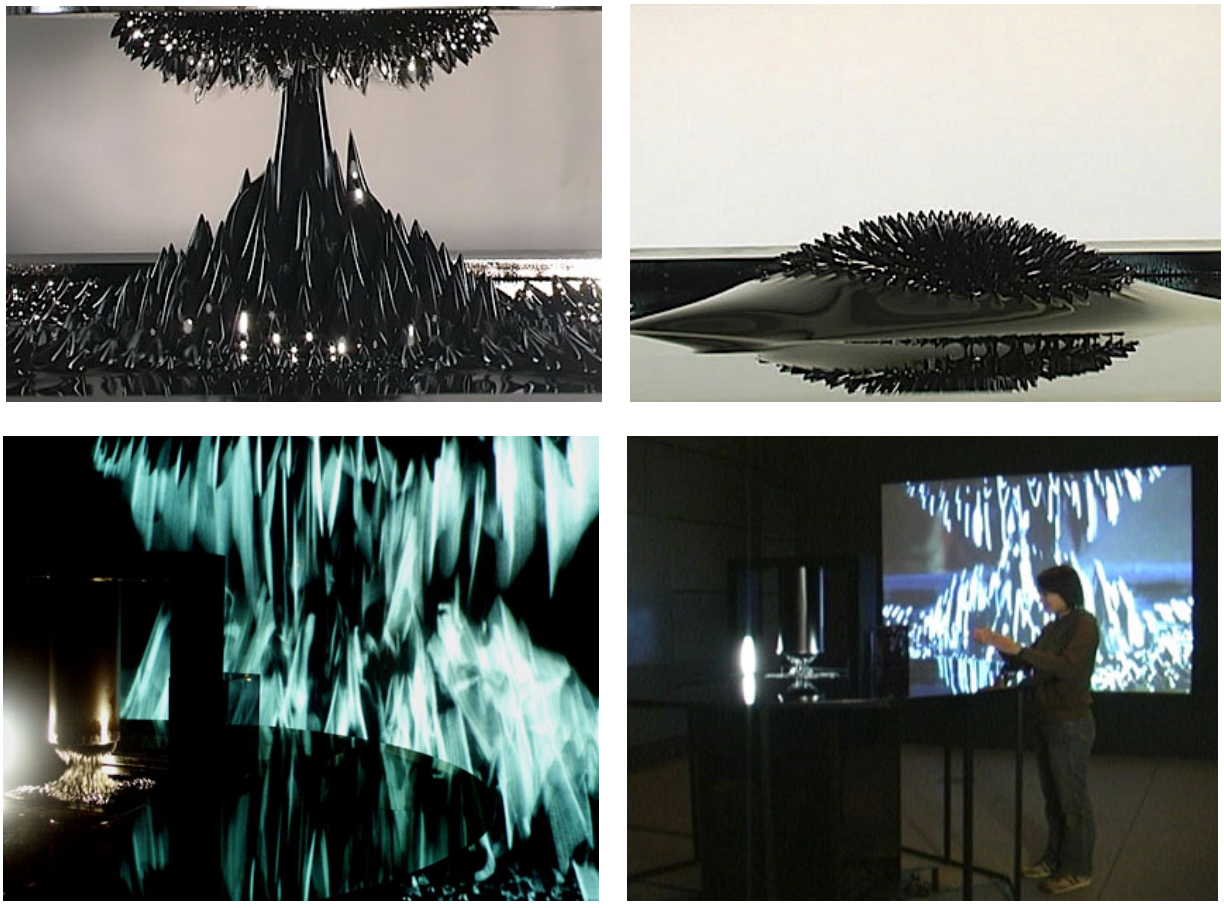


Fig. 273 - Sachiko Kodama and Minako Takeno, *Protrude, flow* (detalhes), 2001.

Fig. 274 - Robert M. Smith, *Gynefleuroceraptor*, 2003. Mármore.

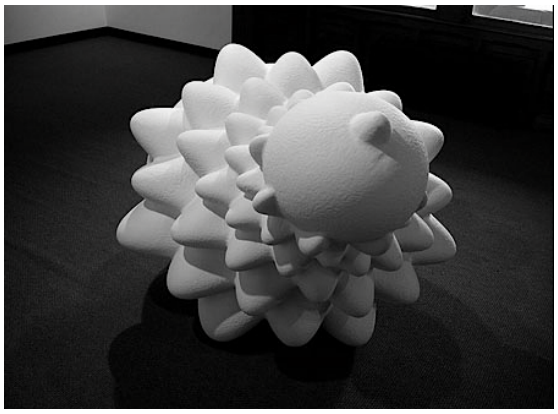


Fig. 275 - Robert M. Smith, *Ephesiancybergin*, 2003. Mármore.

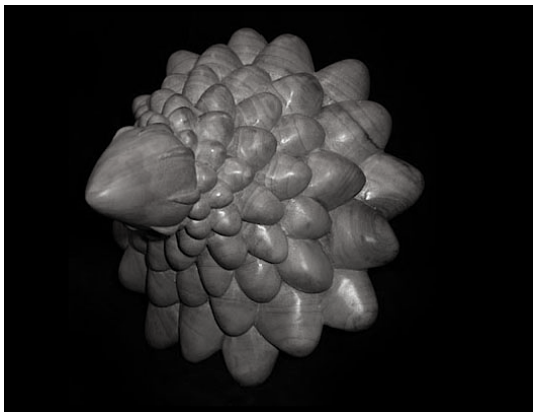


Fig. 276 - Robert M. Smith, *Gynefleuroceraptor*, 2003. Madeira.

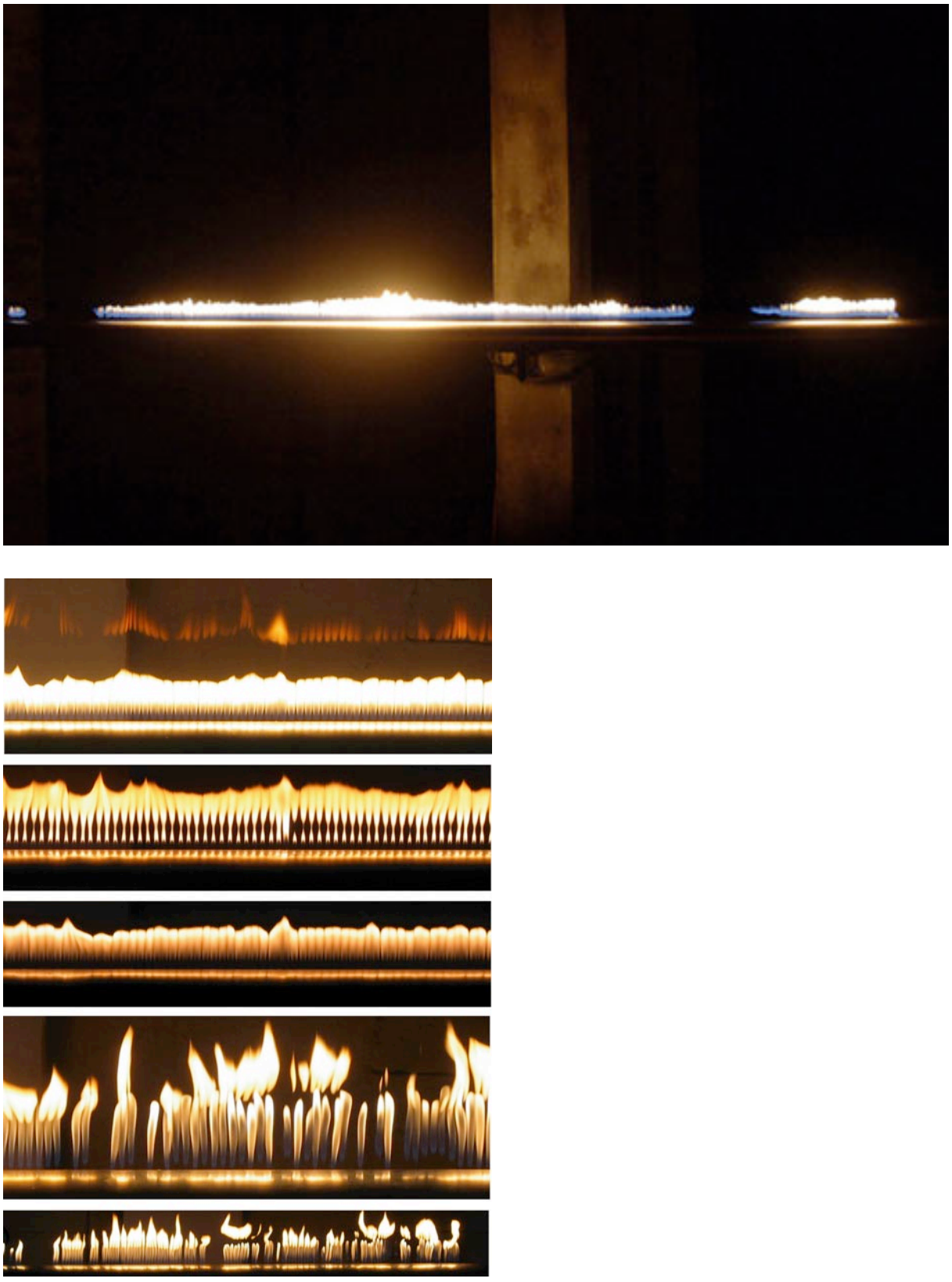


Fig. 277 e 278 - Finnbogi Petursson, *The Watertanks*, 2006.

Fig. 279 - Carsten Nicolai, *Milch*, 2000. At 10 Hz.

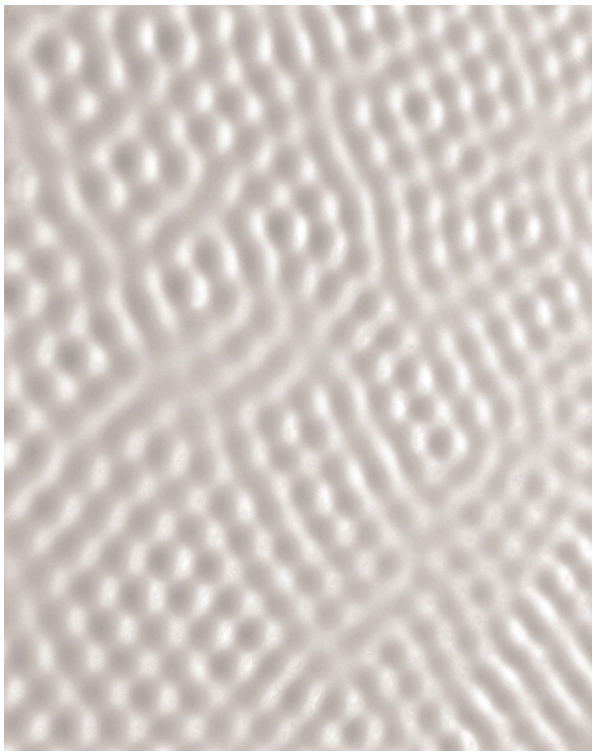


Fig. 280 - Carsten Nicolai, *Milch*, 2000. At 50 Hz.

Fig. 281 - Carsten Nicolai, *Milch*, 2000. At 100 Hz.

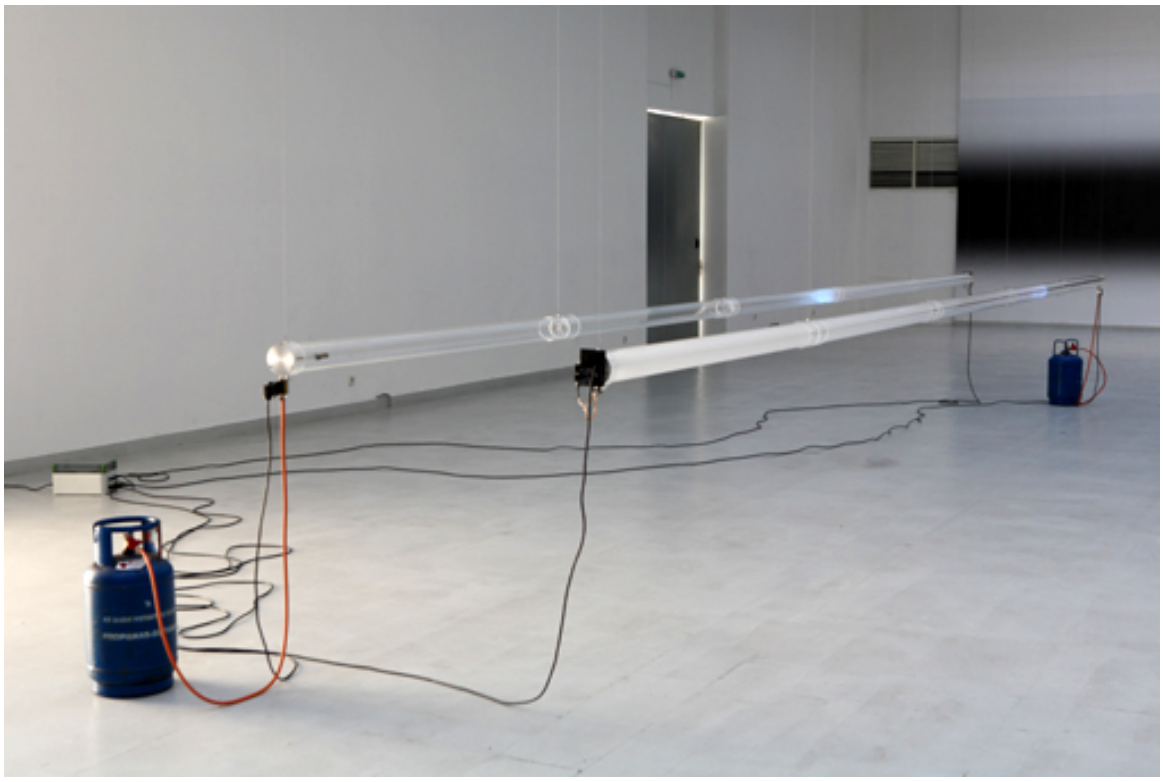


Fig. 282 - Carsten Nicolai, *334 m/s*, 2007.

Fig. 283 - Carsten Nicolai, *Snow noise*, 2001.

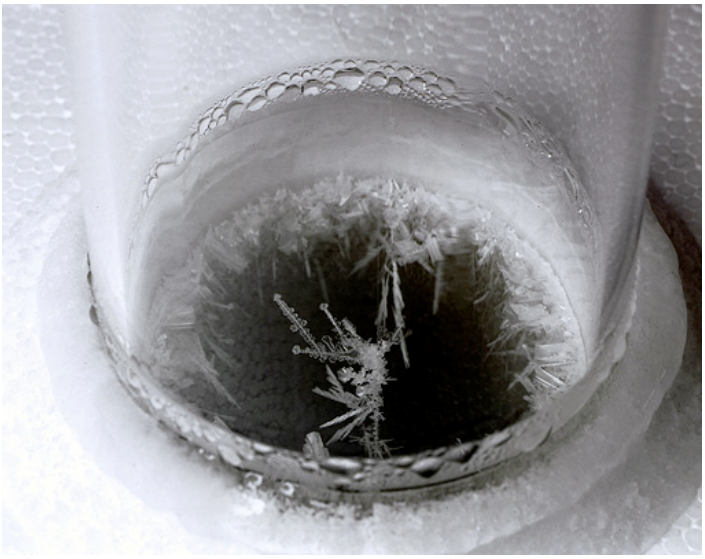


Fig. 284 - Carsten Nicolai, *Snow noise* (detalhe), 2001 .

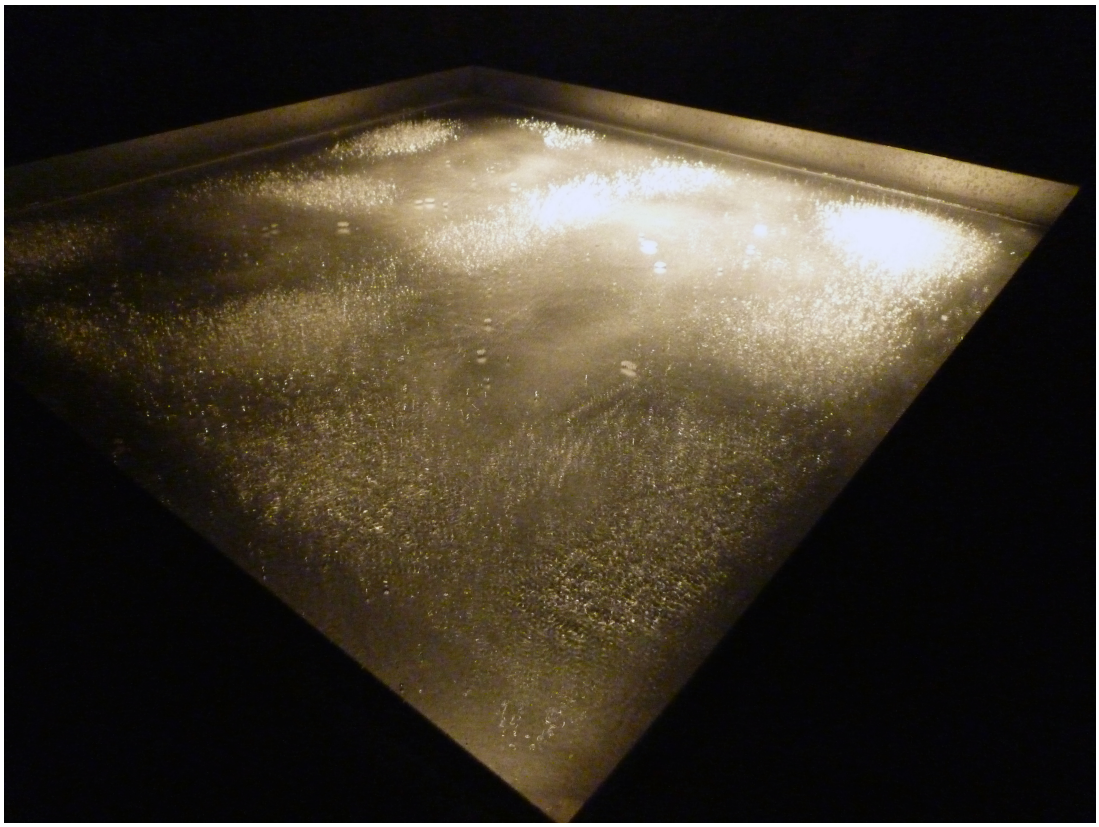


Fig. 285 e 286 - Suguru Goto, *Cymatics - Water*, 2011.

Fig. 287 e 288 - Suguru Goto, *Cymatics - Non-Newtonian Fluid*, 2011.

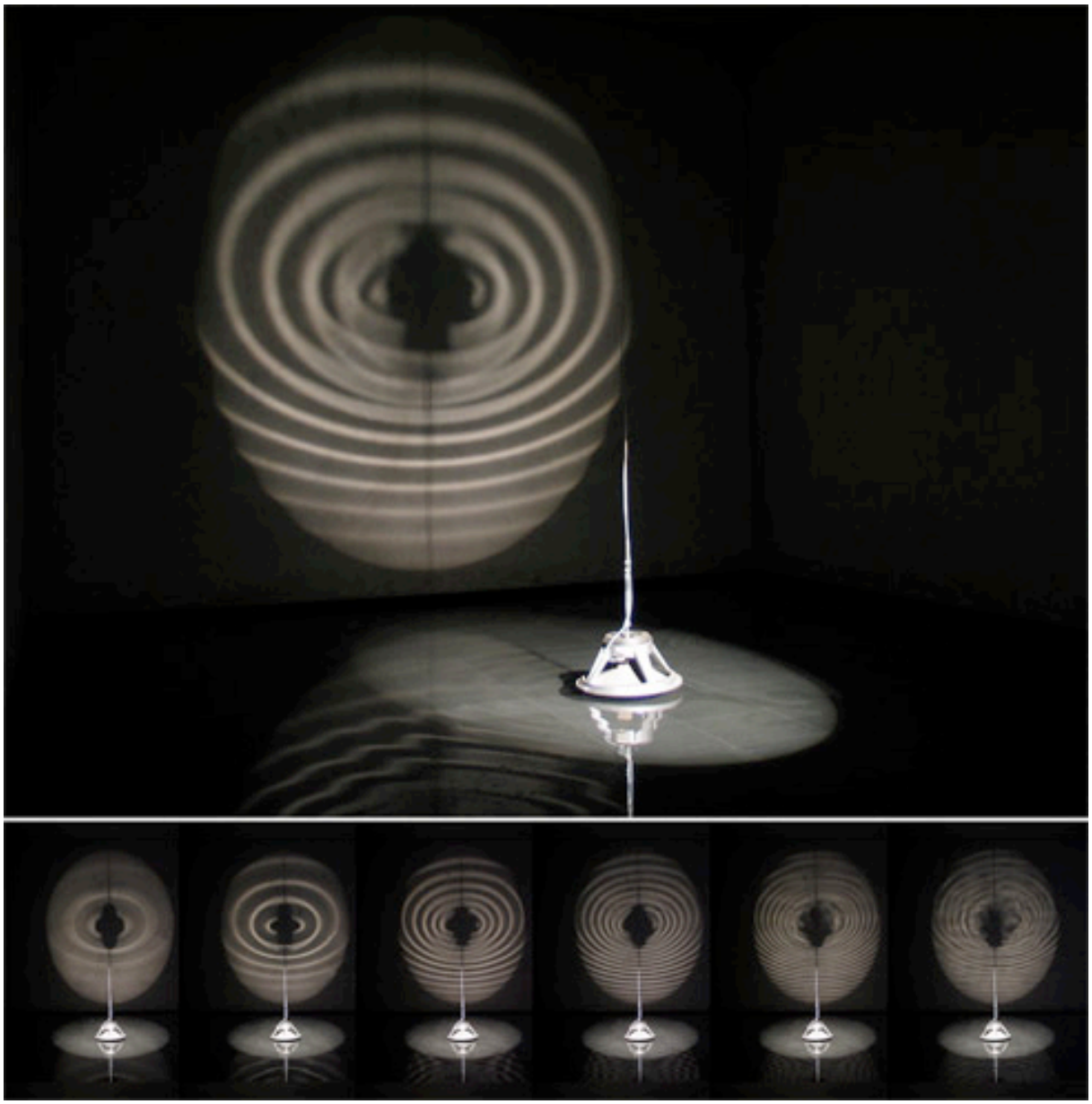


Fig. 289 - Finnbogi Petursson, *Circle*, 1991-2005.

CLASSIFICAÇÃO DA ARTE CINÉTICA

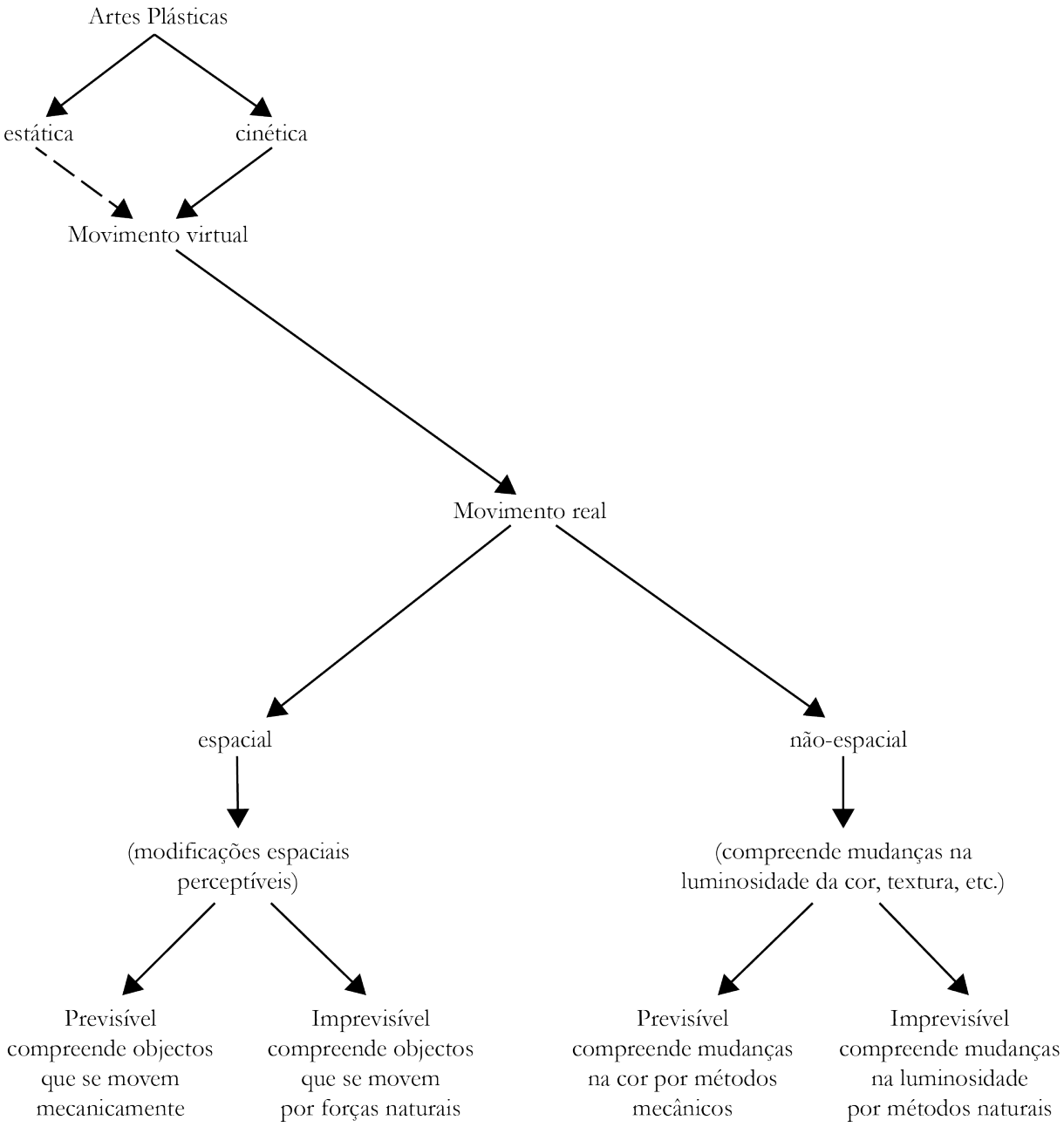


Diagrama 1 - Classificação da Arte Cinética (extraído de POPPER, F.).

O 'MOVIMENTO' NA ARTE

	Tradição Artística	*Fontes próximas ou fora do campo artístico*
ANTIGUIDADE	Escultura	Estatuetas articuladas, autómatos hidráulicos
IDADE MÉDIA	Frescos, tapeçarias, vitrais	Marionetes, Jacks of the Clock
RENASCIMENTO	Trompe l'oeil	Imagens animadas
BARROCO	Pintura e escultura	Primeiros orgãos de cor
ROMANTISMO	Pintura	Automato humano
1870	Movimento objectivo (Impressionismo) Movimento subjectivo e escultural (Redon, Rodin)	Fotografia, orgãos de cor
1890	Movimento objectivo (Neo-impressionismo) Movimento subjectivo (Pre-expressionismo)	Cinema, projecções de teatro
1900	Arte Nova	

	Tema	*Efeitos gráficos na composição ou materiais*	*Interacção da cor*	*Interacção da cor*	*Luz e movimento*	*Espectáculo*
1910	Bl. Reiter Futurismo Raionismo Picabia M. Duchamp	Cubismo Vorticismo Tatlin Kandinsky Klee Schwitters	Kupka Delaunay Malevich Mondrian V. Doesburg	Tatlin Archipenko Boccioni Duchamp Vantongerloo	Survage Valensi Rimington Hallock-Greenewalt Balla Depero Baranoff-Rossine	
1920	NASCIMENTO DA ARTE CINÉTICA					
	Estímulos visuais abstractos	*Movimentos ou intervenção por parte do espectador*	*Máquinas*	*Mobiles*	*Luz e movimento*	*Espectáculo e ambiente*
	Lissitzky Berlewi Bauhaus		Gabo Duchamp Moholy-Nagy	Man Ray Rodchenko Calder	Wilfred Klein Schwerdtfeger	Eggeling Richter
1930	Itten Herbin Albers Vasarely		Pesanek	Munari	Hirschfeld-Mack Hausmann Theremin Pesanek	Bauhaus Léger Lye
1950	DIFUSÃO DA ARTE CINÉTICA					
	Vasarely Mortensen Grav Mari Riley Steele etc.	Agam Soto Debourg Cruz-Diez Malina Ascott Tomascillo Boto Grav (Stein, Le Parc) Demarco Grupos T, N Duarte Alviani Camargo Asis Greenham Sobrino Gatti etc.	Schöffer Tinguely Pol bury Kramer Grupo T Kosice Takis Grav Lye Kowalski Carrera Lijn etc.	Chadwick K. Martin Rickey Vardanega Le Parc Stein Yvaral etc.	Wilfred Palatnik Malina Schöffer Munari Sidenius Healey Calos Vardanega Boto Gerstner Dantu Demarco Megert Morellet Garcia-Rossi Mari Von Graevenitz Peeters Grav Grupos T, M, MID Zero Dadzu etc.	Vasarely Schöffer Agam Valensi Lassus Darié H. W. Müller Jaulmes Durante etc.

Diagrama 2 - O Movimento na Arte (extraído de POPPER, F.).

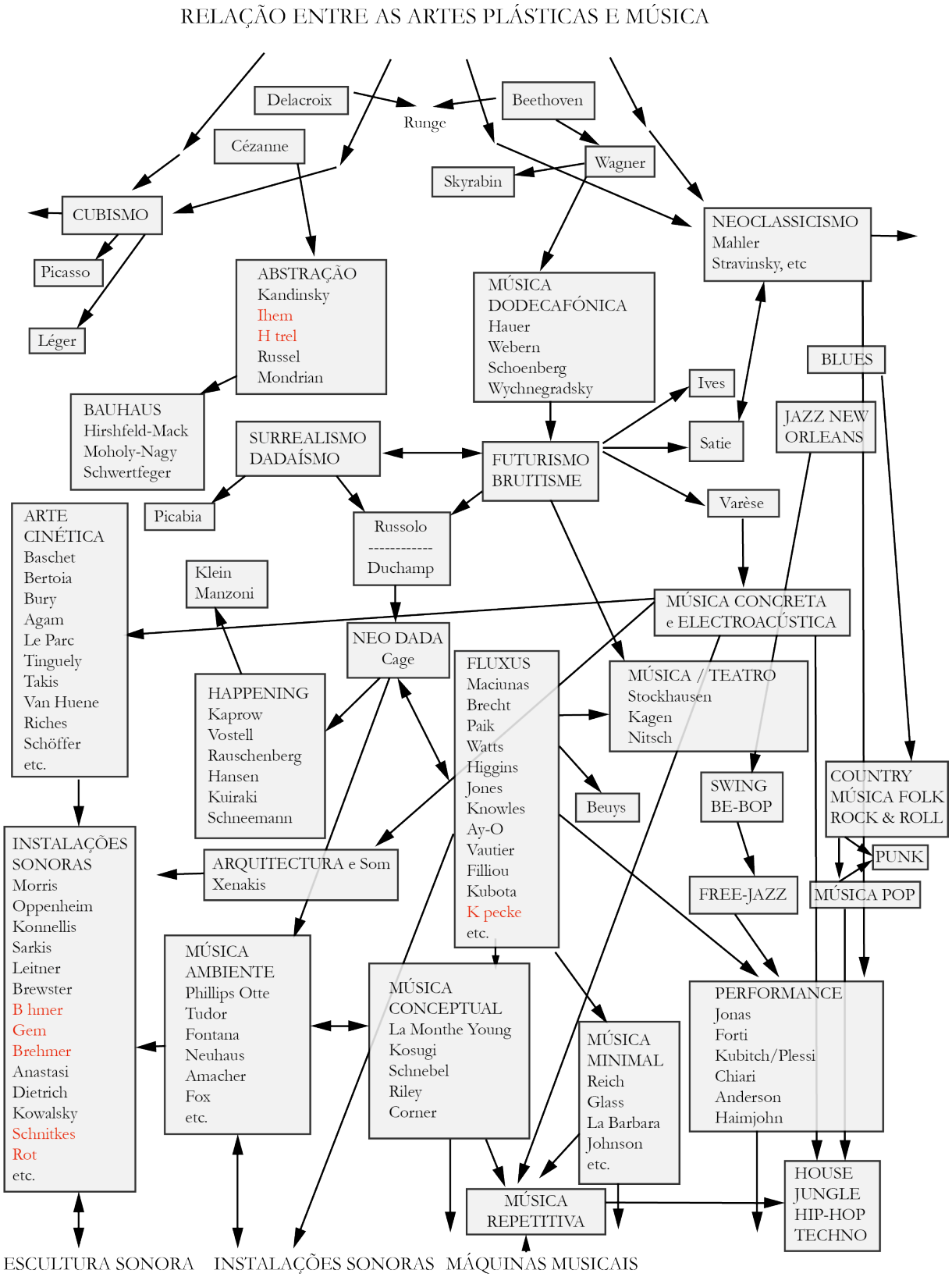


Diagrama 3 - A escultura sonora, Jacques Rémus, 1999.

Anexo II

Registo áudio e vídeo

[DVD]

Contactos:
Universidade de Évora
Instituto de Investigação e Formação Avançada - IIFA
Palácio do Vimioso | Largo Marquês de Marialva, Apart. 94
7002-554 Évora | Portugal
Tel: (+351) 266 706 581
Fax: (+351) 266 744 677
email: iifa@uevora.pt