



**Marcelo Pedruzzi Ferranti**

**O som como ferramenta  
projetual no design**

**Dissertação de Mestrado**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design.

Orientadora: Profa. Rejane Spitz

Rio de Janeiro  
Março de 2018



**Marcelo Pedruzzi Ferranti**

## **O som como ferramenta projetual no design**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Design da PUC-Rio como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Design. Aprovada pela Comissão Examinadora abaixo assinada.

**Profa. Rejane Spitz**

Orientador

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Prof. Marcelo Fernandes Pereira**

Departamento de Artes & Design – PUC-Rio

**Prof. Mauro Pinheiro Rodrigues**

Universidade Federal do Espírito Santo – UFES

**Prof. Monah Winograd**

Coordenadora Setorial do Centro de Teologia  
e Ciências Humanas - PUC-Rio

Rio de Janeiro, 23 de março de 2018

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, do autor e da orientadora.

## **Marcelo Pedruzzi Ferranti**

Graduou-se em Design Gráfico no Centro Universitário Ritter dos Reis – Porto Alegre (UniRitter) em 2011. Atuou na área de produção gráfica e em 2009 passou a trabalhar com mídias digitais, com foco em design de experiência e arquitetura de informação, participando desde então de diversos cursos e seminários na área. Atualmente, é Designer de Interação Sênior da Globo.com.

### Ficha Catalográfica

Ferranti, Marcelo Pedruzzi

O som como ferramenta projetual no design / Marcelo Pedruzzi Ferranti ; orientador: Rejane Spitz. – 2018.  
135 f. : il. color. ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Artes e Design, 2018.  
Inclui bibliografia

1. Artes e Design – Teses. 2. Métodos e princípios de design. 3. Prototipação. 4. Sound design. 5. Auditory displays. 6. Sonificação. I. Spitz, Rejane. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Artes e Design. III. Título.

CDD: 700

## Agradecimentos

À minha orientadora, Rejane Spitz, que com apontamentos primorosos e sua grande visão a respeito do design e das novas mídias me ajudou a conduzir essa dissertação.

À minha esposa, Bruna, que com amor, compreensão e paciência foi uma incentivadora implacável do meu empenho, especialmente nos momentos mais críticos do percurso dessa pesquisa.

À minha família, que mesmo à distância jamais deixou de me apoiar. Aos meus pais, Sérgio e Mercedes que foram fonte de inspiração para minha caminhada e perseverança.

À minha tia, Ivani Maria Guerra, que sempre alimentou a minha curiosidade científica e foi um exemplo de que estudar aguça nosso olhar e o senso crítico que temos perante o mundo.

À grande amiga Marina Damin pelo seu apoio e visão crítica.

À PUC-Rio, pelos auxílios concedidos, sem os quais este trabalho não poderia ter sido realizado.

À globo.com e meus colegas, pela flexibilidade e compreensão.

Aos professores que participaram da Comissão Examinadora.

Ich drücke dir die daumen!

## Resumo

Ferranti, Marcelo Pedruzzi; Spitz, Rejane. **O som como ferramenta projetual no design**. Rio de Janeiro, 2018. 135p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

A pesquisa propõe uma série de métodos e princípios para explorar o som em um processo projetual de design. Questões relativas aos aspectos sonoros parecem ser negligenciadas durante o processo projetual de design. Como poderia um designer, mesmo sem um treinamento formal acerca do som, utilizar o som em seus projetos de uma forma construtiva, intencional e objetiva? Para responder a essa pergunta, investigamos o impacto das mudanças sofridas pelas paisagens sonoras nas últimas décadas, ocasionadas pela industrialização e mecanização da sociedade. O impacto e a percepção dessas sonoridades pelo indivíduo também são discutidos, utilizando-se, para isso, os conhecimentos provenientes da acústica, psico-acústica e os mecanismos atencionais. Mapeamos, também, o estado da arte, evolução e aplicação desses sons em diferentes campos do saber, tais como a interação homem-computador, sonic interaction design, cinema e a musicologia, com a finalidade de obtermos um recorte teórico acerca do som que seja pertinente ao campo do design. Como resultado dessa exploração, propomos um conjunto de princípios norteadores e de métodos exploratórios sonoros para prototipar o som para o design. Por fim, aplicações e desdobramentos futuros em relação ao uso desses princípios e métodos são sugeridos.

## Palavras-chave

Design de interação; Métodos e princípios de design; Prototipação; *Sound Design*, *Auditory Displays*, Sonificação.

## Abstract

Ferranti, Marcelo Pedruzzi; Spitz, Rejane (Advisor). **Sound as a project tool in design**. Rio de Janeiro, 2018. 135p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Artes e Design, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

This research proposes a number of methods and principles to explore the sound in a design process. Issues related to sound aspects seems to be neglected during the design process. So, how could a designer, even without a formal sound or musical training, use sound in the projects in a constructive, intentional and objective way? In order to answer this question, we investigated the impact of changes in sound landscapes in the last decades, caused by the industrialization and mechanization of society, which made it possible to dissociate the sound from its emitter, allowing the former one to be manipulated, examined and dissected. The impact and perception of sounds by individuals are also discussed. To do so, the knowledge coming from acoustics, psychoacoustics and attentional mechanisms are used. We also mapped the state of the art, evolution and, application of these sounds in different fields of knowledge, such as human-computer interaction, sonic interaction design, cinema, and musicology, with the purpose of obtaining a relevant contribution to the design field. As a result of this exploration, we propose a set of guiding principles and exploratory methods for sounds as audible affordances for design. Finally, future applications and studies in relation to the use of these principles and methods are suggested.

## Keywords

Interaction Design; Design Principles and Methods; Prototyping; Sound Design, Auditory Displays, Sonification.

# Sumário

1 Introdução	11
1.1 Motivação e objetivo da pesquisa	18
1.2 Metodologia	21
1.3 Estrutura da dissertação	22
2 Sociedade, tecnologia e sonoridades	25
2.1 Os artefatos sonoros no cotidiano	30
2.2 O som como expressão	34
2.3 O som como “hackivismo”	39
2.4 O som como multisensorialidade	41
2.4.1 O som no campo visual	44
3 O som e o indivíduo	50
3.1 A anatomia do som	52
3.1.1 Frequência de onda	54
3.1.2 Amplitude de onda	56
3.2 O som como estímulo	58
3.2.1 A Lei de Weber e o limiar diferencial	59
3.2.2 Altura ou Pitch	60
3.2.3 Intensidade	60
3.2.4 Fusão Espectral	60
3.2.5 Timbre	61
3.2.6 Changing Sounds	61
3.2.7 Spatial Hearing	62
3.2.8 Efeito sônico: A escala de Shepard	62
3.2.9 Efeito sônico: Doppler	63
3.2.10 Efeito sônico: “The Cocktail Party”	63
3.3 Teoria da atenção e memória	63
3.3.1 A atenção seletiva	65
3.3.2 A atenção dividida	67
3.3.3 Princípios básicos sobre a memória	70
3.3.4 A memória ecóica	71

4 O som nos campos do saber	75
4.1 HCI e os primórdios sonoros digitais	76
4.1.1 Auditory Icons	76
4.1.2 Earcons	81
4.1.3 Por um modelo integrado	85
4.2 The Sonic Interaction Design	86
4.3 O cinema e o som como narrativa	91
4.3.1 Sons diegéticos, não-diegéticos e meta-diegéticos	91
4.3.2 Foley	93
4.3.3 Sons ambientes e efeitos sonoros	93
4.3.4 Leimotifs	94
4.4 Fundamentos básicos da musicologia	95
4.4.1 Melodia, Harmonia e Ritmo	96
4.4.2 Tonalidade maior e menor	97
4.4.3 Intervalos consonantes e dissonantes	98
5 O prototipar do som no design	102
5.1 O processo de design	103
5.1.1 Double Diamond	103
5.1.2 User Centered Design	105
5.2 O protótipo como caráter epistêmico	108
5.2.1 Prototipando o som para o design	112
5.3 Princípios norteadores	113
5.3.1 Princípios evocativos	113
5.3.2 Princípios estéticos	114
5.3.3 Princípios narrativos	115
5.3.4 Princípios harmônicos	116
5.4 Métodos exploratórios	117
6 Considerações finais	123
6.1 Desdobramentos futuros	126
7 Referências bibliográficas	128



## Lista de figuras

Figura 1 - O <i>Intonarumori</i> de Luigi Russolo	27
Figura 2 - OTOTO e a possibilidade de transformar qualquer objeto em um instrumento musical	34
Figura 3 - Três obras de Zimoun utilizando diversos materiais comuns ao cotidiano para criar sonoridades arquitetônicas randomizadas	35
Figura 4 - “Experiment in F# Minor” - vista superior. Uma mesa onde diferentes auto-falantes emitem sonoridades distintas, conforme o movimento e presença das pessoas na sala	36
Figura 5 - “Music Bottles”	38
Figura 6 - “Intersection” de Don Ritter	39
Figura 7 - “Light Creature” de Guto Requena	40
Figura 8 - “Piano Stairs” e “The World Deepest Bin	41
Figura 9 - “ <i>The Sound of the Sea</i> ”	43
Figura 10 - Um exemplo de skeumorfismo. Um aplicativo de música que simula botões, cabos, plugues, potenciômetros e <i>switches</i> . O objetivo é trazer familiaridade entre o mundo digital e o seu representante	44
Figura 11 - Um exemplo de “ <i>flat design</i> ”. A tipografia, cores simples e formas geométricas básicas são empregados para conferir um caráter objetivo e informacional à interface. Elementos que compõem o Material Design, linguagem visual dos produtos do Google, apresentados em 3 diferentes interfaces	45
Figura 12 - Anatomia da onda sonora, constituída por comprimento de onda, frequência e amplitude ao longo do tempo	53
Figura 13 - Exemplo de onda de baixa frequência e alta frequência. Ondas de baixa frequência são mais longas e apresentam menos energia do que as ondas de alta frequência	55
Figura 14 - Câmara anecóica	57
Figura 15 - Esquema do modelo de atenuação proposto por Treisman (1964). Onde estímulos são enfraquecidos pelo filtro de atenuação, porém podem ser conscientemente detectados se o conteúdo possuir relação com o canal de foco	67
Figura 16 - As três formas de mapeamento segundo Gaver (1989)	79
Figura 17 - Um exemplo de como “earcons compostos” podem ser combinados para criar mensagens sonoras. Adaptado de Brewster et al (Gaver, 1989).	83

Figura 18 - Um exemplo representando atributos de um parque de diversões. Cada atributo é mapeado a um parâmetro sonoro. Valores de timbre, melodia e registro podem ser combinados e interligados para que produzam diferentes sonoridades de acordo com o contexto da operação (Gaver, 1989).	84
Figura 19 - Uma visão da hierarquia sonora proposta por Blattner et al. (Gaver, 1989)	84
Figura 20 - Tabela comparativa entre as características dos <i>Auditory Icons</i> e <i>Earcons</i>	85
Figura 21 - Visão geral da abordagem <i>Double Diamond</i>	104
Figura 22 - Visão geral da abordagem cíclica de <i>User Centered Design</i>	106
Figura 23 - Exemplos de princípios e métodos sob a forma de um deck de cartas da empresa de consultoria americana de design, IDEO.	107
Figura 24 - Etapa de geração de ideias sonoras dentro da abordagem <i>User Centered Design</i>	108
Figura 25 - Exemplo de prototipagem, envolvendo sketches esquemáticos, renderização volumétrica ilustrativa e construção do protótipo físico em material plástico e/ou argila	109
Figura 26 - Sistema cíclico de prototipação. o abstrato gera o material, que por sua vez, retroalimenta o abstrato na geração de novas alternativas	111
Figura 27 - Organização dos princípios norteadores propostos para essa pesquisa	113

## Introdução

O som tem a ambivalência de produzir ordem e desordem, vida e morte.  
José Miguel Wisnik - O som e o sentido, 1989.

Nos encontramos em meio a grandes mudanças na forma com que interagimos uns com os outros, e com o mundo que nos cerca. Essas interações, que antes ocorriam estritamente por meio de artefatos analógicos, hoje são potencializadas e pluralizadas por novos artefatos eletrônicos, dotados de inteligência. Estes artefatos tornaram-se dissipadores de informação, pulverizando-a e a tornando onipresente. Kuniavsky (2010) elabora uma metáfora afirmando que, assim como os artefatos analógicos são providos de sombras, também esses artefatos são dotados de uma “sombra informacional”. Essas “sombras informacionais” se intercalam, se complementam e se anulam, criando uma malha informacional essencial que molda e redefine esses artefatos<sup>1</sup>, criando possibilidades de interação até então inimagináveis. Esses artefatos foram transcodificados por meio de *bytes* e *bits*, transmutando-se em artefatos dotados de inteligência artificial, sendo responsáveis pelas transformações comunicacionais atuais. O curioso é que nem sempre estamos atentos a isso, e muitas vezes desconhecemos o que se passa por detrás de nossa interação com esses artefatos.

A possibilidade de realizar transições muito rápidas entre material e imaterial é um dos fenômenos mais marcantes dessa atualidade (Cardoso, 2011). Spitz (2008) afirma que vivemos em um momento de uso inconsciente da tecnologia. Assim, acabamos por operar artefatos sem termos uma exata compreensão dos mesmos. Flusser (2007, p.23), por sua vez, considera esses artefatos como “caixas pretas cujo funcionamento interno nos é desconhecido, incompreensível e indecifrável. Só sabemos que funcionam (e como funcionam) quando os ativamos - e isso é suficiente para nós, somos apenas funcionários”.

A natureza caixa preta destes artefatos os transmuta em brinquedos, e é brincando com eles que podemos explorar suas infinitas possibilidades. Isso ocorre porque

---

<sup>1</sup> Para essa pesquisa, o termo “artefato” compreende qualquer objeto derivado de um processo e pensamento projetual, seja ele analógico ou digital.

essas caixas pretas também imitam e mimetizam o pensamento humano. Esse é o design que está na base de toda cultura: enganar a natureza por meio da técnica, substituir o natural pelo artificial e construir máquinas de onde surja um deus que somos nós mesmos. (Flusser, 2007, p.184).

Estes artefatos são os novos brinquedos que nos entretêm e enganam nossos sentidos, moldando e retroalimentando a forma pela qual compreendemos o mundo.

Seriam essas mudanças tecnológicas um reflexo da sociedade “que antes maciça, inerte e estática, tornou-se líquida?” (Bauman, 2011, p.23). Assim, estamos passando por uma ressignificação das nossas relações por meio desses artefatos. Uma estética inteiramente baseada na subjetividade, emoção e experiência. Cardoso (2011) afirma que sem um sujeito capaz de atribuir significado, o objeto não quer dizer nada; ele apenas é. A relação e troca de informações e atribuições entre usuários e esses artefatos é o que os define. Flusser (2007, p.45) propõe um olhar mais macro, através do qual (re)define o homem moderno como mero coadjuvante de um grande espetáculo:

O novo homem não é mais uma pessoa de ações concretas, mas sim um *performer* (Spieler): *Homo ludens*, e não *Homo faber*. Para ele, a vida deixou de ser um drama e passou a ser um espetáculo. Não se trata mais de ações, e sim de sensações. O novo homem não quer ter ou fazer, ele quer vivenciar. Ele deseja experimentar, conhecer e sobretudo, desfrutar. (Flusser, 2007, p.32).

Uma vez inseridos nessa nova estética global, novas formas de pensar o projetar desses artefatos se fazem necessárias. Assim, o designer tem um papel crucial, como catalizador desse processo. Ele é não apenas o construtor, mas também o mediador que busca sintetizar essa subjetividade para, por fim, materializá-la sob a forma de diferentes artefatos, dando forma à materialidade (Cardoso, 2011). Nesse cenário, o designer passa a ser um construtor de experiências. Forty (1988) afirma que o design acaba por refletir os anseios da sociedade, e, por sua vez, é afetado por elas, em eterno ritmo cíclico. Portanto, é de responsabilidade desse designer de experiências a função de moldar, construir e fomentar novas formas de interação por meio desses novos artefatos. Torna-se necessário representar essas experiências por meio de linguagens verbais, visuais e sonoras, como meio de agregar sentido e afetar a compreensão dos artefatos (Cardoso, 2011). O advento da internet foi um dos principais vetores para

fomentar o atual cenário. Estamos cercados por microcomputadores, sensores, câmeras e algoritmos inteligentes embutidos em artefatos cada vez menores, mais inteligentes e eficientes. Pinheiro (2011), afirma que o computador virou um agente invisível e camuflado em meio a atual sociedade:

A miniaturização dos componentes dos sistemas computadorizados, a ampliação do uso de tecnologias de transmissão de dados através de redes sem fio (*wireless*) e o crescimento da Internet, têm colaborado no estabelecimento de um ambiente no qual os computadores fazem parte do cotidiano de maneira tal, que passam a compor o cenário das grandes cidades como elementos camuflados, despercebidos, incorporados a diversos outros artefatos. O computador deixa de ser uma entidade tão evidente para diluir-se no ambiente, mediando diversas atividades do dia-a-dia sem demandar esforço cognitivo para sua utilização (Pinheiro, 2011, p.14).

Hug (2009) afirma que essas tecnologias computacionais transformaram artefatos comuns em artefatos que agora são parte de nossas narrativas e micro-interações com o cotidiano. “Esses artefatos consistem em componentes socio-culturais e presentes na nossa narrativa de vida, expressando nossa personalidade, status, emoções e atitudes”. As interações com esses artefatos, antes realizadas de forma indireta por meio de monitores, teclados e toques, derivados dos estudos do campo do HCI<sup>2</sup> proeminente nos anos 80, têm dado lugar a interfaces gestuais, hápticas<sup>3</sup>, sonoras e tridimensionais - sob a forma de realidade aumentada e realidade virtual - cada vez mais assertivas e eloquentes. Ao mesmo tempo em que essas tecnologias vieram facilitar a comunicação e a interação, os desafios projetuais do designer de experiências passaram a se mostrar cada vez maiores e mais complexos, dialogando com os mais diversos campos do conhecimento (Cardoso, 2011). Assim, o design passou a agregar disciplinas teóricas complementares, como a psicologia, etnografia, antropologia, sociologia, matemática, arquitetura informacional, dentre outras. O desafio está em convergir e mesclar múltiplos conhecimentos - que muitas vezes se apresentam como paradoxais e conflitantes.

Neste contexto se incluiria também uma Teoria do Design, uma vez que ela provavelmente teria constituição transdisciplinar, pois precisaria combinar

---

<sup>2</sup> Interação Humano-Computador.

<sup>3</sup> A interface háptica é uma nova tecnologia pela qual um sistema fornece ao usuário uma realimentação física, como, por exemplo, num joystick com tecnologia de realimentação de força, a vibração de um telefone celular ou simulação de superfícies em objetos virtuais.

conhecimentos pertencentes a diversas áreas científicas. Como axioma a ser desenvolvido mais adiante, é possível afirmar que uma Teoria do Design não terá campo fixo de conhecimentos, seja ele linear-vertical (disciplinar), ou linear-horizontal (interdisciplinar), isto é, uma teoria do design é *instável* (Bomfim, 1997, p.29).

Contudo, a literatura do campo do design tem negligenciado potenciais interações ricas e representativas através dos múltiplos sentidos. Isso passa a ser preocupante no momento em que, na integração dos computadores aos artefatos e ao ambiente, o campo visual deixa de ser o principal elemento de interface e outros espaços e situações de uso tornam-se possíveis, colocando novas questões para o design de sistemas interativos (Pinheiro, 2011). Isso é derivado de uma cultura de design com apreço única e exclusivamente ancorado em aspectos visuais, semióticos e de *gestalt* da forma. A educação formal em design, oriunda das escolas modernistas de Bauhaus e Ulm, constituiu, considerando-se as necessidades e estado da arte da tecnologia da época, uma base sólida para vários fundamentos do design, tais como processos de fabricação, teoria das cores, materiais e estudos da forma.

Um estudo sobre o desenvolvimento histórico da teoria do design revela que a disciplina adotou dois paradigmas para explicar a lógica (ou epistemologia) do pensamento de design: arte aplicada e ciência aplicada. Ambos tomam suas raízes no século XIX, e devem ser considerados como ultrapassados hoje (Findeli, 2001, p.9).

Latour (2008) ironiza a dicotomia entre forma e função ao afirmar que tal conceito poderia ser vagamente mantido por um martelo, uma locomotiva ou uma cadeira, mas “é ridículo quando aplicado a um telefone celular. Nesse cenário, onde é que delimitamos o limite entre forma e função?” (Latour, 2008, p.4).

A forma em si é dissipada, e a experiência que temos com o artefato passa, então, a imperar. Destarte, a forma como projetamos deve ser repensada, visto que esses objetos residem em um estado de “suspensão”, em uma constante mutação, transcodificação e evolução (Latour, 2008). Esse é um processo de codificação da experiência. Significa que projetar é informar, isto é, dar forma à matéria seguindo uma determinada intenção (Flusser, 2007, p.43). Findeli (2009), por sua vez, rediscute o design como conceito de ciência aplicada, sugerindo um novo modelo para suplantar esse pensamento. Insinua que a ciência deve ser “envolvida”, “situada” e inserida no decorrer do pensamento e na construção

projetual do design. Esse modelo muda o viés de algo aplicado - estático, sólido e estável - para algo em constante evolução, concomitante à prática projetual, o que torna o pensar e projetar instável, volátil e em constante mutação. Um modelo que Findeli denomina “refletir-em-ação”.

Com efeito, a visão sistêmica (do design) implica que a materialização de um artefato, que geralmente é considerado como o resultado final de um projeto de design, não é um fim em si. Dentro desses novos sistemas complexos, espera-se que os designers passem a agir ao invés de fazer. Em outras palavras, fazer (poiesis) deve ser considerado apenas um caso especial de agir (prática), na medida em que "não fazer" ainda é "agir" (Findeli, 2001, p.14).

Portanto, o modo de se pensar e conceber projetos deve ser revisto e repensado para dar suporte à essa nova realidade moldada em experiência. Sendo assim, questionamos: como transcodificar os métodos e pensamentos do design clássico para essa nova realidade? Findeli (2001) traz algumas luzes à essa questão:

Estou convencido de que as metodologias desenvolvidas para a concepção de produtos materiais podem ser transferidas para o mundo dos serviços imateriais, desde que sejam tomadas medidas epistemológicas adequadas. No novo modelo, em vez de ciência e tecnologia, eu preferiria percepção e ação (Findeli, 2001, p.16).

Frente a essa nova realidade, o designer de experiências busca projetar de forma a contemplar a multisensorialidade, a “brincar” com o subjetivo, como o *homo ludens* de Flusser. O designer trabalha a forma a fim de informar. Ou seja, com o propósito de criar um diálogo entre pessoas, produtos e serviços por meio de artefatos. Jared Spool, um renomado consultor de design de experiência, define design como a materialização de uma intenção<sup>4</sup>. Portanto, o entendimento acerca do papel dos sentidos, percepção e cognição aplicadas ao processo projetual do design se faz necessário. Assim sendo, cabe ao designer mapear o contexto e situações de uso levando em consideração não somente os aspectos visuais, mas sim a totalidade dos sentidos desse usuário (Overbeeke, 2003, p.65). Em um mundo com um número cada vez maior de fontes de informação, que podem ser acessadas a partir de dispositivos variados e em contextos diversos (Pinheiro,

---

<sup>4</sup> “Design is the rendering of intent.”

2011), qual é o papel dos aspectos sonoros na difusão e compreensão dessas informações? Esta pesquisa busca respostas para tal questão.

Uma das formas mais eficazes e naturais de se informar e de se transmitir informação é por meio do som. Em se tratando de aspectos evolutivos, nossa audição foi moldada como uma ferramenta crucial para a sobrevivência da espécie humana, seja para nos alertar sobre predadores ou como forma de comunicação (Horowitz, 2012). O que, segundo Yuval Harari (2011), foi um dos fatores determinantes para que o *homo sapiens* se organizasse em tribos e criasse um vocabulário comum, sendo possível assim, transmitir conhecimento para gerações subsequentes. Isso contribuiu para que o *homo sapiens* proliferasse e dominasse o planeta. O som pode ser pensado como um meio de informação que nos comunica sobre a qualidade e tipos de materiais, substâncias e o meio em que estamos inseridos, nos fornecendo um completo entendimento sobre as dimensões físicas de um espaço e suas superfícies (Augoyard; Torgue, 2006). Assim, o som é uma propriedade crucial para o entendimento e representação de um objeto ou artefato, juntamente com seus aspectos visuais e semânticos (Özcan, 2008, p.34). É interessante, no entanto, mencionar que o som e as cores têm poucas propriedades sensoriais em comum: o som é auditivo e tem propriedades como o tempo, tom, o timbre e o ritmo. A cor é visual e tem propriedades de leveza, vivacidade e matiz. Embora ambos, som e imagem, possuam aspectos e propriedade distintas, quando utilizados em conjunto, criam uma riqueza informacional valiosa na transmissão de significado e informação, maior que a soma de suas partes. O compositor experimental e teórico sobre imagem e som, Michel Chion (1994) cunhou o termo *síncrese*<sup>5</sup> para descrever tal fenômeno. O ato de escutar é inconsciente, automático e constante, complementando a visão no ato do dimensionamento da espacialidade, *feedbacks*<sup>6</sup> e compreensão dos objetos cotidianos e dos artefatos do design (Horowitz, 2012). O som tem o poder de informar sua origem e espacialidade, ao mesmo tempo em que se torna algo em si mesmo. Ou seja, o som pode sintetizar uma diversa gama de significados em simples frequências e amplitudes. O contexto em que o som é percebido também tem papel crucial na

---

<sup>5</sup> Síncrese é a conjuntura entre algo que se vê e algo que se ouve - é a fusão mental entre um som e o estímulo visual quando estes ocorrem exatamente ao mesmo tempo. Síncrese é um acrônimo formado pela junção das palavras sincronismo e síntese.

<sup>6</sup> Termo da língua inglesa que significa realimentar ou dar resposta a uma determinado pedido ou acontecimento. Livre tradução do autor.



delimitação e conotação para com a experiência de utilização de artefatos analógicos ou digitais.

O campo de pesquisa a respeito do som para o design - especificamente no que se refere ao design de sons não verbais e não musicais - é bastante recente, se comparado com outros campos que utilizam o som de uma forma mais consistente, como o cinema e a música. No entanto, pode-se dizer que hoje praticamente não existem mais limitações de natureza tecnológica para se inserir sonoridades em artefatos e interfaces. O principal desafio atual passa a ser, então, o de encontrar a sonoridade correta, uma “paleta sonora” que estabeleça o caráter, a personalidade e reforce a interação com esses artefatos (Franinovic, 2008). Em função disso, diversas dúvidas surgem: como escolher o som adequado para determinada ação em um artefato? Se um forno de microondas quiser informar de que a comida foi descongelada, ele deve apitar, chamar pelo nome do usuário ou tocar uma música? Assim, nesse cenário de infinitas possibilidades, se faz necessário pensar como o som pode ser teorizado e explorado para o campo do design.

Existe uma nova corrente dentro do campo do design de experiência, denominada *Sonic Interaction Design*<sup>7</sup>, que, recentemente, começou a estudar o papel do som dentro da pluralidade projetual do design. Seu objetivo é criar e modelar relações entre artefatos, serviços, ambientes e usuários, através da manipulação e emprego do som. Nesse sentido, o SID segue as tendências da chamada “terceira onda de interação homem-computador”, onde cultura, emoção e experiência, ao invés de somente função e eficiência, compreendem o escopo da interação homem-computador (Serafin et al., 2010). Para Norman (2004, p.12), estímulos sonoros afetam a experiência em todos os níveis emocionais, categorizados por ele como níveis *visceral*, *comportamental* e *reflexivo*. Segundo o autor, o usuário é afetado diretamente em nível visceral pelo aspecto acústico do som, a nível comportamental pelo entendimento da estrutura sonora, e por último, a nível reflexivo, pela recepção desses estímulos sonoros e sua relação com os efeitos de excitação, expectativa, surpresa ou até mesmo espanto (Norman, p.116). Segundo Wisnik (1989, p.45), ruídos, silêncio, melodias, harmonias e timbres compõem a paleta de elementos que utilizamos para transcrever uma

---

<sup>7</sup> Design de Interação Sonora, também abreviado como SID. Livre tradução do autor.

emoção ou intenção em som. Mas como trabalha-los dentro do contexto do design?

## 1.1

### Motivação e objetivo da pesquisa

Com a tecnologia e a mecânica dos artefatos de tamanhos cada vez mais reduzidos, formados por componentes eletrônicos integrados, e também pela ausência sonora, criou-se uma oportunidade para os designers repensarem e projetarem o som. Como preencher o “vazio” sonoro deixado por esses artefatos? Devemos preenche-los utilizando sons artificiais ou devemos mimetizar os sons do mundo físico? Embora a ideia de reduzir ou mesmo eliminar muitos dos ruídos e sons do cotidiano pareça sedutora, existe uma série de aspectos a serem considerados, tais como a segurança, usabilidade e o entendimento do artefato. Muitas vezes o próprio ruído do artefato em ação constitui, em si, um *feedback* de que o mesmo está em funcionamento, assim como se algum ruído difere do normal, acredita-se de que esse artefato possa estar tendo um mau funcionamento.

Atualmente, o material relacionado à utilização do som para o design, tanto na literatura acadêmica como na indústria, é muito escasso. O som, ou *sound design*, é largamente utilizado há anos na indústria do cinema, seja na forma de efeitos sonoros/sonoplastia ou na forma de composições e temas musicais. Jack Foley é um dos nomes mais conhecidos em termos de efeitos sonoros para o cinema, criador da técnica de Foley em 1939. A técnica consiste em objetos não relacionados com os da cena em questão, que são utilizados como fontes sonoras, gravados em tempo real junto com a projeção de vídeo em estúdio. As pesquisas no campo do som para o cinema estão tão avançadas que a Dolby<sup>8</sup>, uma empresa especializada em som fundada em 1965, já vem estudando formas de mensurar e compreender o impacto emocional na utilização de diferentes sons em determinadas cenas de filmes. O foco está em descobrir os tipos de vídeos e sons que causam uma maior resposta emocional nos telespectadores, o que faz esses

---

<sup>8</sup> Disponível em: <<https://www.theverge.com/2017/7/18/15983954/dolby-labs-bio-sensor-emotion-tracking-movies-next-level-lauren-goode>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

telespectadores terem uma experiência de *frisón*<sup>9</sup>, o que os deixa envolvidos com a trama ou os deixam alertas ou até mesmo entediados. Outra indústria que utiliza extensivamente o som é a indústria dos jogos eletrônicos, e a publicidade por meio de *jingles*<sup>10</sup> e assinaturas sonoras.

A teoria musical ou musicologia ocidental é outra grande fonte de conhecimento em torno do som, através do estudo e conceituação de sua matemática, intervalos, progressões, harmonias, melodias, entre outros. Por possuir uma extensa e vasta literatura - remetendo aos primeiros fundamentos e proporções matemáticas propostos por Pitágoras, que o levou a afirmar “que todo o universo é ligado pela música” (Novak, 2015) - optou-se, nesta dissertação, por investigar pontos teóricos básicos que possam enriquecer o pensamento do som para o design.

Tal pesquisa foi extremamente desafiadora, pois procurou investigar e coletar teorias sonoras em campos do conhecimento adjacentes ao design, tais como o som como narrativa para o cinema, e teorias e fundamentos da musicologia - todas essas áreas com bastante literatura - que fizessem sentido para o projetar de artefatos e assim, adaptar essas teorias e métodos, tendo em vista uma aplicabilidade projetual para o campo do design. Assim, o objetivo principal dessa pesquisa é o de estruturar e organizar princípios norteadores e métodos exploratórios de forma amigável, acessível e compreensível para que designers possam explorar, desenvolver, implementar e utilizar - com mais propriedade - aspectos sonoros, ao longo de todas as etapas de um processo projetual de design. Este é um desafio para os designers, já que os critérios para projetar e pensar sons são diferentes dos critérios que orientam a estética visual e material. A discussão sobre a aplicabilidade e pensamento sonoro para o campo do design é muito escasso no Brasil, e, portanto, grande parte da pesquisa, baseou-se em artigos científicos produzidos por centros de pesquisa internacionais, a respeito do som para o design.

---

<sup>9</sup> Termo de origem francesa que significa arrepio, tremor rápido e involuntário em consequência de uma reação ao frio ou devido a uma emoção intensa; nesse nosso contexto, refere-se a uma emoção derivada de um estímulo sonoro.

<sup>10</sup> Os jingles ou vinhetas sonoras de curta duração, são a forma mais simples de música, possuindo as mesmas características de composições musicais inteiras. Eles são compostas por tempos e alturas sonoras específicas que de uma forma penetram em nossa memória e lá permanecem. Os jingles são altamente utilizados pela publicidade como adereço aos logotipos e ao branding corporativo.

Outra questão relevante é que não existe um vocabulário no campo do design para se tratar da diversa gama e propriedades dos sons. Sendo assim, esses sons são difíceis de serem esboçados e comunicados sem um vocabulário apropriado. Discutir o som em profundidade requer um vocabulário específico de atributos que não faz parte da educação dos designers ou do conhecimento geral (Ekman et al., 2010). Na maioria das vezes, os designers usam metáforas, emoções e até onomatopéias para descrever sonoridades. Embora seja possível utilizar-se desses retratos e metáforas verbais – tais como "deve soar como um chute na bola" ou "soar como um rádio antigo" - é quase impossível descrever com precisão as nuances e complexas gamas sonoras (Ekman et al., 2010). Assim, como podemos nos afastar do som-como-ruído para o som-como-informação? Esse pensamento resultaria na criação de artefatos mais expressivos e de mais fácil interação?

Assim, um dos objetivos específicos desta pesquisa foi o de estudar e compreender como o som se origina, se propaga e é percebido. Para isso, investigou-se a literatura da acústica e psicoacústica. Em paralelo, para entender como o som - uma vez percebido - é processado e interpretado, foi realizada uma revisão da teoria sobre os mecanismos atencionais e a memória. É importante mencionar que o som possui infinitos desdobramentos, se situando em meio a extremidades totalmente opostas: o silêncio e o ruído. Portanto, devemos ressaltar que pela extrema proximidade e mesmo sobreposição de papéis do que se compreende como som e música, esses elementos foram dissociados, fazendo parte do escopo desta pesquisa somente o som e estímulos sonoros que possam vir a enriquecer o campo do design. Outro objetivo específico foi o de investigar a forma pela qual o som é pensado e utilizado nos diferentes campos do conhecimento, e para isso buscou-se teorias, métodos e princípios que pudessem auxiliar no pensar o som para o design. A partir do recorte desta pesquisa, também foram investigados, em especialmente referências no som como narrativa para o cinema, e no som como harmonia, no campo da musicologia.

Cabe ressaltar, finalmente, a devoção do autor desta dissertação sobre o tema, visto que o mesmo atua profissionalmente como designer de experiências em projetos de mídias digitais, possuindo envolvimento diário com processos, técnicas e métodos projetuais, ao mesmo tempo em que apresenta um grande interesse e conhecimento no campo sonoro e teoria musical.

## 1.2

### Metodologia

A pesquisa configura-se como descritiva e exploratória, utilizando a pesquisa bibliográfica das áreas transversais mencionadas anteriormente, tendo um viés de caráter teórico. Interessava-nos entender como transmitir esses conhecimentos sobre o som para designers que não possuam educação sonora ou conhecimentos sobre teoria musical. E se, ao invés de utilizar *beeps* e *zings* como *feedback* sonoros nas interfaces, utilizássemos harmonias, intervalos musicais, ou progressão de acordes? Uma vez guiados por uma série de princípios sonoros norteadores, espera-se que os designers vão passar a explorar e aplicar o som em um processo projetual de design de uma forma mais rica e assertiva.

Importante mencionar que devido ao curto espaço de tempo para a realização desta pesquisa de mestrado, optou-se por apenas coletar, sugerir e adaptar esses métodos e princípios norteadores para o som no design, não os validando em testes com designers ou grupos de foco. Pretende-se validar tais conceitos teóricos posteriormente, através de realização de experimentos e estudos, numa futura pesquisa de doutorado.

Levando-se em consideração a velocidade das mudanças tecnológicas e no design, procurou-se dar preferência para a consulta de publicações mais atuais e recentes, tais como artigos científicos e anais de conferências de HCI, que tratam da utilização do som em sistemas digitais. Atualmente, os principais congressos internacionais que tratam especificamente do tema “som e design” são: o ICAD<sup>11</sup>, conferência realizada anualmente desde 1992, abordando o tema de forma mais tradicional, e o congresso *Audio Mostly*, que surgiu mais recentemente (2007) e inclui a apresentação de trabalhos que vão além das interfaces digitais.

O tema do som para o design é pouco discutido nos cursos de formação em design no Brasil, e, mesmo no exterior, cursos de *sound design* são focados no cinema e na indústria de games. No entanto, alguns cursos de *Sonic Interaction Design* são vinculados aos cursos de Design de Interação, em algumas

---

<sup>11</sup> *International Community of Audio Displays* - Conferência Internacional de Interfaces Sonoras. Livre tradução do autor.

universidades européias. Portanto, acredita-se que este estudo possa trazer uma grande contribuição para o campo do design, principalmente no Brasil.

### 1.3

#### Estrutura da dissertação

A dissertação foi estruturada em seis capítulos, descritos a seguir:

**No presente capítulo** expôs-se a ideia central deste estudo, seus objetivos geral e específicos, seus aspectos metodológicos e sua estrutura.

**No capítulo 2** foi realizada uma discussão acerca de como os sons vem alterando e modificando as paisagens sonoras coletivas e privadas, tendo como respaldo o conceito de paisagens sonoras proposto por Murray Schafer (1977). São discutidos os impactos sonoros decorrentes da mecanização oriunda da Revolução Industrial e seu impacto no ambiente urbano, com suas sirenes e alarmes. A esfera privada também foi examinada, uma vez que os primeiros artefatos sonoros passam a habitar os lares de grande parte da população, como o telefone e o fonógrafo - este revolucionário - pois pela primeira vez na história foi possível dissociar o som de sua origem, processo descrito como esquizofônico<sup>12</sup> por Pierre Schaeffer. Com isso, as sonoridades projetadas passaram a fazer parte do cotidiano comum. Discute-se ainda como os músicos concretistas se apropriaram dessas tecnologias para propor novas sonoridades. O advento dos primeiros sintetizadores e moduladores, também passam a influenciar a forma pela qual o som passou a ser pensado e projetado, demarcando os primeiros experimentos da *Elektronische Musik* em Colônia na Alemanha. Por consequência, tanto a *Musique Concrète* de Pierre Schaeffer como a *Elektronische Musik* se tornariam os alicerces para estabelecer as primeiras sonoridades dentro do campo de Interação Humano-Computador décadas mais tarde. Por fim, argumenta-se como o som contribui para uma experiência holística mais rica

---

<sup>12</sup> A esquizofonia é um termo cunhado por R. Murray Schafer para descrever a divisão de um som original e sua reprodução eletroacústica. Desde a invenção do equipamento eletroacústico para a transmissão, qualquer som pode ser gravado e enviado em qualquer lugar. Originalmente, isso não era possível, cada som era um original e só podia ser ouvido uma vez. A esquizofonia é a separação do som de seu emissor. O conceito é similar ao “som acusmático” proposto posteriormente por Murray Schafer.

quando associado a outras modalidades de interação, tais como as interfaces visuais, por meio de instalações artísticas e obras de hackivismo.

**Já no capítulo 3**, procura-se entender, através das teorias da acústica e da psicoacústica, como o som se propaga e é percebido pelo sistema auricular. Alguns fenômenos psicoacústicos relevantes para essa pesquisa foram elencados. Investigou-se a teoria da atenção, para se entender melhor o papel da memória e do contexto na recepção e na percepção desses estímulos sonoros. A teoria do condicionamento proposta por Pavlov, bem como os mecanismos atencionais, também são discutidos, visto que a forma com compreendemos o som hoje, principalmente se tratando de alarmes, toques e lembretes em *smartphones*, possui uma grande relação com ação e reação.

**No capítulo 4**, focamos nossa atenção para a utilização do som em artefatos de design e em áreas de conhecimento adjacentes. Investiga-se os primeiros usos do som no campo da HCI através do pioneiro trabalho de Gaver (1989) e seu *Sonic Finder*. Busca-se entender em profundidade as vantagens e desvantagens na utilização de *Earcons* e *Auditory Icons*, bem como quais são suas subdivisões e como o conceito de parametrização pode vir a beneficiar o som para o design. Também investiga-se, em maior detalhe, o campo do *Sonic Interaction Design*<sup>13</sup>, com o intuito de mapear métodos e princípios sonoros, através de uma revisão bibliográfica em artigos científicos sobre o assunto. Posteriormente, o som como narrativa no cinema e sua relação entre som-imagem é investigado. Por fim, por meio dos estudos e conceitos básicos da musicologia, procura-se entender o som como harmonia, em busca de conceitos relevantes para o campo do design.

**No capítulo 5** retornamos à ideia do som para o design, reformulada a partir dos estudos dos capítulos anteriores, porém sob o viés de processos do design, tais como o *Double Diamond* e o *User Centered Design*. Explora-se, em maior detalhe, as etapas de prototipação e de geração de alternativas, visto que essas consistem em etapas exploratórias cruciais para se criar hipóteses em torno do artefato a ser projetado. Busca-se também por métodos clássicos do design que possam ser adaptados para o campo sonoro, e, assim, serem combinados com os métodos do *Sonic Interaction Design*, do *Sound Design* no cinema e dos

---

<sup>13</sup> Design de Interação Sonora - Livre tradução do autor.

fundamentos harmônicos da musicologia, para finalmente chegarmos a uma série de princípios norteadores e métodos exploratórios para o som no design.

**E nas considerações finais**, o Capítulo 6, faz-se uma breve retrospectiva da trajetória da dissertação, com foco no conhecimento construído ao longo da realização da pesquisa. Nessa reflexão final, são apontados possíveis desdobramentos para o som no design, e discutidas algumas possibilidades sobre como essa série de princípios norteadores e métodos exploratórios poderia vir a ser testada e validada em um contexto projetual de design.



## Sociedade, tecnologia e sonoridades

“Onde quer que estejamos, o que ouvimos é basicamente ruído.  
Quando o ignoramos, ele nos perturba. Porém, quando o ouvimos, o achamos fascinante.”  
John Cage

Com as mudanças tecnológicas e o advento de dispositivos de gravação como o magnetofone<sup>14</sup>, surge a possibilidade de armazenar, repetir e examinar sons efêmeros que, antes, só eram possíveis de se escutar na presença da fonte emissora que os produziu. Essa dissociação entre o som e a sua origem criam-se possibilidades de examinar o som sob diferentes óticas, assim, estabelece-se uma ruptura com a maneira tradicional de se relacionar com esses fenômenos sonoros, sejam eles no plano musical, nos meios de comunicação ou mesmo nos sons do cotidiano (Obici, 2006). Com essa dissociação, o som tornou-se um objeto sonoro<sup>15</sup>, passivo de ser examinado, dissecado, repetido, modulado e classificado, por meio de uma “escuta reduzida”<sup>16</sup> (Schaeffer, 1966).

O objeto sonoro é o ruído que se reproduz em toda parte, além de passar por um processo sem precedentes de rastreamento e manipulação laboratorial das suas mais ínfimas texturas (gravado, decomposto, distorcido, filtrado, invertido, construído, mixado). (Wisnik, 1999, p.47-48).

Ao longo da história, inúmeras foram as tentativas de se organizar esses objetos sonoros segundo grupos, hierarquias, tipologias e morfologias (Novak, 2015). Com o objeto sonoro dissociado de sua fonte, teorias sobre a dicotomia entre o silêncio e o ruído passaram a ser fundamentadas e exploradas. Trabalhos

<sup>14</sup> O magnetofone é um aparelho de som para gravação e reprodução de sinais de áudio em fitas magnéticas ou fitas cassete.

<sup>15</sup> O conceito de objeto sonoro introduzido por Schaeffer, instituiu que em um nível conceitual e para um ouvinte treinado, todos os sons da natureza ou produzidos pelo homem e suas máquinas, incluindo os sons de procedência eletrônica, podiam ser escutados como objetos sonoros. Poderiam ser isolados e examinados.

<sup>16</sup> A escuta reduzida é, segundo Schaeffer uma escuta que busca escapar tanto de uma intenção de compreender significados (semânticos, gestuais ou mesmo musicais no sentido de estar inserida em algum idioma) quanto de uma identificação de causas instrumentais. Pierre Schaeffer deu o nome de “escuta reduzida” o modo de audição que se concentra nos traços do próprio som - o objeto sonoro - independente de sua causa e de seu significado. A escuta reduzida toma o som-verbal (Chion, 1999).

seminais incluem *Traité des objets Musicaux*<sup>17</sup>, de Pierre Schaeffer - um dos pais da *Musique Concrète*<sup>18</sup> - e suas teorias sobre o objeto sonoro e a escuta reduzida, bem como, os trabalhos dos compositores e teóricos Luigi Russolo, Edgar Varèse e John Cage.

[...] poderíamos, eventualmente, livrando-nos do banal, expulsando o natural, tanto quanto o cultural, encontrar um outro nível, um autêntico objeto sonoro [...] que seria acessível a todo homem ouvinte? (Schaeffer, 1993, p.247).

Os tratados sobre a “*L'arte dei Rumori*”<sup>19</sup> do italiano Luigi Russolo, romantizaram o ruído ao estipular o “ruído das máquinas e da modernidade como ingrediente para novas emoções musicais”. Russolo (1913) foi um dos primeiros compositores experimentais a utilizar o ruído na música, tendo como base, o seu manifesto futurista<sup>20</sup> (Novak, 2015). Russolo (1913), pensando numa música que reproduzisse e emulasse os sons e ritmos das máquinas e das fábricas, construiu uma série de *Intonarumori*<sup>21</sup>, máquinas com as quais produziria estampidos, estalos, roncões, rangidos e zumbidos em seus concertos.

Desta forma, estamos nos aproximando da sonoridade do ruído. Essa revolução da música se dá em paralelo à crescente proliferação do maquinário como ferramenta de trabalho. Nas ruidosas grandes cidades, bem como na calmaria do campo, as máquinas hoje criam uma variedade tão grande de sonoridades, que o som puro e natural, com sua pequenez e sua monotonia, já não desperta nenhuma emoção. (Russolo, 1913. A Arte do Ruído. Livre tradução do autor).

George Antheil, com a sua obra Dadaísta *Ballet Mécanique*<sup>22</sup>, também se inspirou nas obras concretistas e construiu sua sonoridade por meio de elementos nada ortodoxos para a música da época, utilizando-se de campainhas elétricas e até mesmo uma hélice de avião. Assim como Edgar Varèse e suas explorações sonoras por meio de componentes eletrônicos, e também pelas obras do teórico e

<sup>17</sup> Tratado dos objetos musicais (Livre tradução do autor).

<sup>18</sup> A música concreta emergiu na França, juntamente com as novas tecnologias que possibilitavam gravar sons usando fita e microfones. É baseada em elementos preexistentes. O som é extraído de qualquer tipo de material ou objeto, como batidas em metal, sons de trens, etc. Posteriormente este som é manipulado, cortado, colado, justaposto, deslocado, usando técnicas analógicas de edição e gravação. Não sendo baseado no sistema tonal da música então vigente, e sim, tratando o som pelo o som.

<sup>19</sup> A arte dos ruídos (Livre tradução do autor).

<sup>20</sup> Movimento de arte modernista que teve início na Itália. Caracteriza-se por uma obsessão por guerras, máquinas, velocidade, barulho e ruído. Uma concepção ingênua da evolução tecnológica.

<sup>21</sup> Entoadores de ruído (Livre tradução do autor).

<sup>22</sup> Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=9SgsqmQJAq0>>. Acesso em: 08/03/18.

músico americano John Cage – onde sua seminal obra 4'33" – representa um manifesto sobre a importância do silêncio.



Figura 1 - O *Intonarumori* de Luigi Russolo.

Aqui cabe uma explicação mais detalhada sobre o trabalho de Cage: ele foi fortemente influenciado pelos trabalhos sonoros dissonantes de Arnold Schoenberg, o pai da música dodecafônica<sup>23</sup>. Assim, a principal característica de Cage foi a de explorar novas sonoridades: onde outros compositores ouviam somente ruído, ele ouvia possibilidades. Painéis, patos de borracha, entre outros se tornaram matéria-prima sonora para Cage. O mundo estava repleto de sons nunca antes ouvidos, ou seja, tudo era um possível ingrediente para a música.

Para Cage, os sons não possuem emoção, pois não possuem significado. Sua obra, 4'33", constituída de quase cinco minutos de silêncio ininterrupto, é em seu âmago, não sobre escutar o silêncio, ou o nada, mas sim sobre escutar o todo. No Brasil, podemos fazer um paralelo com o trabalho do músico pernambucano Hermeto Pascoal, descrito por Miles Davis, um dos pilares do Jazz moderno, como a "música personificada". Hermeto, também se utilizou de elementos nada convencionais na procura de novas sonoridades, como sons produzidos pelo corpo

<sup>23</sup> O compositor Shoenberg no final do século 19, propôs um novo tipo de organização das notas musicais, denominada de serialismo. A música serial, também chamada de dodecafônica, encabeçada por Shoenberg e seus contemporâneos da segunda Escola de Viena. O movimento tinha por objetivo colocar por terra toda a hierarquia entre as notas imposta pelo sistema tonal.

humano. Chegou a até mesmo a utilizar grunhidos de porcos em uma de suas músicas. O grupo de rock progressivo britânico Pink Floyd, também trabalhou conceitos e técnicas da escola da *Musique Concrète* em músicas para seu álbum conceitual intitulado “*The Household Objects*”<sup>24</sup>, nunca finalizado. O conceito principal era o de utilizar simples objetos cotidianos como elásticos, taças de cristal e vassouras como fontes sonoras. A exploração dessas possibilidades sonoras por meio do trabalho desses pioneiros, consolidam o estreitamento da fronteira entre o ruído e o silêncio e dos sons ditos musicais (Obici, 2006). Essa foi a grande contribuição dos músicos concretistas: o de fazer música com sonoridades que escapam das definições elementares da teoria musical ocidental tradicional, inserindo um novo contexto ao âmbito compositivo, agregando a utilização de qualquer elemento sonoro na criação de uma obra musical.

No entanto, o som encontrou um mais um novo terreno exploratório por meio dos trabalhos do alemão Herbert Eimert e no que viria a ser conhecido como a *Elektronische Musik*<sup>25</sup> nascida na cidade alemã de Colônia ao final do século 19. Por meio de geradores sonoros e de ruídos, filtros, sintetizadores e moduladores, os compositores da *Elektronische Musik*, tinham como preferência criar sons de forma eletrônica, manipulados e concebidos utilizando-se circuitos, válvulas e conversores. Isso foi de encontro com o que os músicos concretistas faziam até então, onde se interessavam por montar e compor materiais sonoros, cuja origem era proveniente de fenômenos acústicos pré-existentes, oriundos dos fenômenos físicos e da natureza. Esses sons e ruídos eletrônicos, podiam ser concebidos e manipulados de acordo com a visão e objetivos do compositor, por meio da edição e controle dos parâmetros constituintes do som. O músico e compositor alemão Karlheinz Stockhausen, fazendo-se o uso dos princípios e ferramentas da *Elektronische Musik* e da música dodecafônica, compôs duas experiências musicais que resultaram nas obras *Studien I e II*<sup>26</sup>.

O primeiro experimento, a *Studien I* é formado por uma sequência de sons similares e repetitivos que permanecem indistintos a maior parte do tempo. A obra causa uma grande estranheza devido a forma crua com que a síntese sonora foi

---

<sup>24</sup> “Os objetos domésticos” - Livre tradução do autor.

<sup>25</sup> Música eletrônica - Livre tradução do autor.

<sup>26</sup> Estudos I e II - Livre tradução do autor.

executada, sem levar em conta a forma como percebemos os timbres<sup>27</sup> e sonoridades. Ou seja, a obra não considera o resultado sonoro final e sim tem como premissa um estudo acerca dos conceitos de concepção da música eletrônica, ou seja, a técnica pela técnica. Por consequência, a obra subsequente - Studie II - passou a incorporar elementos tradicionais da música ocidental, como partituras e uma maior atenção ao resultado compositivo, tendo um resultado muito mais diverso. Porém, é somente com sua obra “Gesänge der Jüngling<sup>28</sup>”, que Stockhausen quebra com as convenções da *Elektronische Musik*, passando a incorporar não somente sons de natureza sintetizada, bem como elementos musicais tonais tradicionais e elementos da *Musique Concrète*, buscando um equilíbrio entre a estrutura e a sonoridade da obra, buscando um universo sonoro mais amplo, dinâmico e diverso. Podemos dizer que é o marco inicial da *música eletroacústica*<sup>29</sup>.

Como vimos, não tardou para que os fundamentos técnicos e teóricos da *Musique Concrète* e da *Elektronische Musik* se fundissem, dando origem a uma música mais diversa, complexa que viria a redefinir os padrões sonoros da vigentes. O modo com que compreendemos as sonoridades e a música parece estar diretamente relacionado aos sons ambientais de seu tempo, principalmente quando se observam essas mudanças no pensamento sonoro e musical durante o século XX (Obici, 2006). Esses pensadores citados anteriormente exploraram a estética sonora sob diferentes óticas e perspectivas, resultando em uma série de tratados e manifestos, que seriam fundamentais para moldar uma nova percepção acerca da música, e por consequência, a compreensão musical da sociedade.

<sup>27</sup> O timbre pode ser definido como o atributo auditivo em termos do qual dois sons com as mesmas características como volume e altura sonora, são percebidos como distintos pelo ouvinte.

<sup>28</sup> “Canções dos aprendizes” - Livre tradução do autor.

<sup>29</sup> A música eletroacústica é o gênero musical em que se utilizam meios eletrônicos para criar determinadas sonoridades e também manipular e modificar os sons naturais. Os materiais sonoros são trabalhados através de sintetizadores, gravadores, *mixers*, computadores, softwares, entre outros equipamentos eletrônicos. De acordo com Fritsch “o compositor torna-se o próprio intérprete das suas obras, produzindo material musical e transformando-o através de técnicas que não podem ser registradas pela escrita tradicional em partitura como a adotada na música instrumental” (Fritsch, 2008, p.43).

## 2.1

### Os artefatos sonoros no cotidiano

Em 1977, Murray Schafer nos apresenta o conceito de *soundscape*<sup>30</sup> em seu livro *The Tuning of the World*<sup>31</sup>. Nessa obra, Schafer (1977) busca investigar e reconstituir as paisagens sonoras urbanas do passado, do presente e por fim, estabelece guias e princípios para a paisagem sonora do futuro. Ao investigar as paisagens sonoras do passado, baseia-se em escritos de poetas e material da literatura a respeito da chuva, vento, mar, cachoeiras, cantos dos pássaros, entre outros. Ao o que o autor denomina de sons *hi-fi*. Também aborda sobre os impactos da Revolução Industrial no ambiente sonoro e a origem dos sons das máquinas, do ruído e das sirenes. Com os sons das máquinas cada vez mais presentes no cotidiano, houve uma transformação significativa na sonoridade dos espaços, principalmente na zona urbana (Obici, 2006). A esses sons, Schafer (1977) classifica como *low-fi*. Sonoridades com as quais Russolo e os Futuristas italianos, exaltavam e proclamavam como a sonoridade da estética moderna, que viria a revolucionar o modo com que compositores trabalhavam a música.

A paisagem sonora de alta fidelidade (*hi-fi*) é aquela em que sons discretos podem ser ouvidos claramente devido ao baixo nível de ruído ambiente [...] Na paisagem sonora de alta fidelidade, os sons se sobrepõem com menos frequência; há uma perspectiva clara - primeiro plano e plano de fundo [...] Em um sinal sonoro de baixa fidelidade (*low-fi*), os sinais acústicos individuais são obscurecidos em uma sobreposição excedente de sons [...] Perspectiva perdida [...] não há distância; apenas presença. Há conversas cruzadas em todos os canais, e para que os sons mais banais sejam percebidos e ouvidos, eles devem ser cada vez mais amplificados (Schafer, A afinação do mundo. 1993, p.43. Livre tradução do autor).

Schafer critica fortemente essa cacofonia sonora pós-industrial, e, para tanto, discute possíveis caminhos para solucionar essa poluição sonora em busca de paisagens sonoras agradáveis, belas e musicais. Com isso, vislumbra um novo profissional, especializado nos sons, cuja preocupação é projetar espaços e ambientes que sejam esteticamente agradáveis e saudáveis aos ouvidos do ser humano. No entanto, um mundo acusticamente poluído é o que temos experimentado desde a Revolução Industrial. Esses ruídos e sons não-musicais

<sup>30</sup> Paisagem Sonora - Livre tradução do autor.

<sup>31</sup> A Afinação do Mundo - Livre tradução do autor.

passaram erroneamente a serem aceitos como subprodutos das tecnologias, ao invés de serem projetados e explorados tendo-se em vista a sua riqueza informacional (Rocchesso et al., 2008). Entretanto, uma ressalva se faz necessária, pois discordamos dessas afirmações de Schafer, uma vez que sons atonais, ruídos e o silêncio, apresentados anteriormente, trazem diversidade às paisagens sonoras. Acreditamos que um mundo repleto de sonoridades musicais e agradáveis, como defende o autor, o tornaria pouco diversificado, menos interessante e monótono. Nesse ponto, os apontamentos sobre o ruído de Russolo – mesmo que ingênuos – se fazem relevantes para a pesquisa aqui proposta, visto que toda sonoridade é passível de ser tornar matéria-prima para o design.

Esse cenário de incessantes sonoridades só tem se agravado com a proliferação das novas tecnologias digitais, como smartphones, GPSs, televisores, brinquedos, entre outros. Esses artefatos possuem uma necessidade por atenção, nos notificando a todo momento, por meio de uma infinidade de *beeps* e *feedbacks* sonoros que não possuem discernimento acerca do contexto e situação em que seus usuários estão inseridos, seja no âmbito público ou no espaço privado, em uma espécie de paisagem sonora *low-fi*, onde diversos sons se sobrepõem, não havendo uma clareza informacional, contraste e uma hierarquia definida entre os mesmos.

Durante boa parte da existência da humanidade, os artefatos que usamos têm se tornado símbolos de seus próprios sons, por exemplo, o som de um machado ao bater em um tronco de uma árvore, nos informa o quão profundo e certo o corte está sendo realizado e qual a força empregada. Assim, podemos rapidamente compreender e identificar atributos que o campo visual não nos é passível de fornecer. Com isso, a importância do âmbito sonoro para a compreensão do mundo é indubitável e indiscutível. Utilizamos a audição para compreender a espacialidade territorial e também para nos comunicarmos. Médicos utilizam o estetoscópio para diagnosticar possíveis doenças por meio do som, tal qual o mecânico o faz para diagnosticar possíveis problemas nos automóveis. O som contém uma riqueza informacional que nos ajuda a entender e compreender o ambiente que nos cerca, um processo que faz parte de nossa experiência evolutiva (Horowitz, 2012). Portanto, em que situações a ausência do som é mais prudente e se faz necessária? Os sons emitidos pelos artefatos deveriam possuir formas de customização? Quais os limites entre informação e

deformação dessas sonoridades? Como poderia o design contribuir para uma paisagem sonora *hi-fi* por meio de seus artefatos? Quando um som funciona como *affordance*<sup>32</sup>, reforçando a funcionalidade, personalidade e usabilidade de um artefato?

Para começarmos a compreender e a categorizar as sonoridades dos artefatos, as classificações de Özcan e Van Egmond (2013) se fazem relevantes. Os autores propõem dois tipos de sons decorrentes dos artefatos: "sons consequentes" e os "sons intencionais". Os "sons consequentes" são decorrentes do resultado do funcionamento dos objetos, como o som do motor de um barbeador, aspirador de pó, máquina de lavar roupa, etc. Esses sons idiossincráticos são necessários, pois ajudam a perceber o bom ou mal funcionamento desses objetos. Já os "sons intencionais" são sons artificiais, projetados e incorporados aos objetos para reforçar e comunicar funções e atributos desses. Alguns exemplos são os *feedbacks* sonoros dos aparelhos eletrônicos, como os toques de micro-ondas, alarmes de incêndio e campainhas, dentre outros. Esses sons servem para aumentar e enriquecer a interação e percepção que temos acerca desses artefatos. Suzini (2014) expandiu o conceito de "sons intencionais" e o dividiu em três subcategorias: notificações sonoras, *feedbacks* sonoros e interações sonoras. As notificações sonoras são sons que informam o *status* do objeto sem a necessidade de nenhuma ação por parte do usuário. Os *feedbacks* sonoros são importantes por questões de usabilidade, sendo uma resposta do sistema a qualquer ação e comando do usuário. Segundo Hug (2014), esses *feedbacks* sonoros tornam-se um meio poderoso para transmitir processos e informações. Esses sons não-verbais potencializam a transmissão de diferentes mensagens (Suied et. al., 2005). Por fim, as interações sônicas podem ser consideradas como a "sonificação" de um objeto *per se*. São os sons que fazem parte da personalidade e expressão do objeto. Com o advento dos aparelhos eletrônicos, constituídos por placas de circuitos, *microchips* e embarcados com uma miríade funcional, criou-se a necessidade de se projetar suas sonoridades,

<sup>32</sup> *Affordance* é um termo sem tradução literal para o Português. A palavra *affordance* ainda não possui tradução. Foi originalmente inventada pelo psicólogo J. J. Gibson (1977, 1979) para se referir às propriedades acionáveis entre o mundo e uma pessoa ou animal. Para Gibson, as *affordances* formam um relacionamento entre objeto e utilizador. Elas constituem parte da natureza: não precisam ser visíveis, conhecidas ou desejáveis. São as possibilidades de interação entre o agente e o meio.



visto que devido a sua natureza digital, muitos dos elementos, interações e componentes constituintes desses artefatos, não possuem uma sonoridade equivalente no mundo físico, um “som consequente”. Ao mesmo tempo, muitos dos atuais artefatos passaram a emitir menos ruídos ou mesmo tornaram-se completamente silenciosos, devido ao emprego de novos materiais e processos de fabricação (Serafin, 2015 *apud* Zampini, Spence, 2006).

Com isso, criou-se a necessidade de se projetar e vincular sons a esses artefatos, como formas de se reforçar a interação com os mesmos. A internet das coisas potencializou esse cenário, oferecendo diversas oportunidades para a utilização do som nesses artefatos (Hug et al., 2014). Portanto, uma vez que os ruídos sonoros dos artefatos foram reduzidos, ou mesmo eliminados, criou-se a possibilidade de se pensar e projetar suas sonoridades. Com isso, surge uma oportunidade para potencializar esses artefatos, enriquecendo a experiência e vínculos emocionais que possamos vir a ter com eles (Serafin, 2015 *apud* Zampini, Spence, 2006).

Hoje, com as novas tecnologias e funcionalidades, os sons podem ser "anexados" aos produtos de várias maneiras. Esse “som sintético/artificial” oferece oportunidades para que os atributos do produto sejam forjados ou reforçados. Sons característicos que possam moldar uma identidade de marca ou um vínculo emocional pode ser criado e fortalecido. (Serafin, 2015, p. 14. Livre tradução do autor).

O fato de poder substituímos essas dissonâncias incidentais e puramente funcionais, ou “sons consequentes” por sons projetados, aumenta a possibilidade para o designer moldar não somente a forma, bem como a voz e a expressão desses artefatos. Esse cenário nos remete aos primórdios da *Elektronische Musik*, que passou a projetar o som desde a sua concepção, possuindo total controle sobre as suas características e propriedades. Com isso, para essa pesquisa nos focamos nos aspectos sonoros “artificiais” ou “consequentes”, como meio de delimitarmos o escopo da mesma. Assim, uma vez que agora é possível dissociar o som de sua fonte emissora e nos é possível moldar suas propriedades acústicas – ao mesmo tempo em que nos encontrarmos em uma sociedade doutrinada a uma paleta sonora diversa – novas e variadas formas de se utilizar o som como expressão e crítica urbana começaram a ser exploradas por artistas ao redor do mundo. Essas

instalações e obras também servem como insumo teórico e crítico para o som no design.

## 2.2

### O som como expressão

Atualmente artistas trabalham o som como matéria expressiva e crítica em galerias, museus e instalações aliados às tecnologias recentes. Como é o caso das obras do artista, designer e também professor do Royal College of Art de Londres, Yuri Suzuki. Seu trabalho foca-se na relação entre o som e pessoas, e em como o som pode afetar suas percepções do meio. Sua obra mais famosa, OTOTO, é um kit DIY (*do it yourself*) que transforma qualquer objeto em um instrumento musical. Basicamente, o OTOTO é uma placa de circuito previamente programada com 50 diferentes sons como piano, latidos de cachorro, etc. Essa placa possui 12 cabos com conectores que podem ser anexados a qualquer objeto, os transformando em “teclados” sonoros, através da indução ao toque. Sensores adicionais que reagem à luminosidade, pressão, dentre outros fatores, podem ser acoplados, adicionando novas dimensões sonoras para esses objetos. Em 2014, o Museu de Arte Moderna de Nova Iorque (MOMA NY) adquiriu a obra OTOTO como parte de sua exposição permanente.



Figura 2 - OTOTO e a possibilidade de transformar qualquer objeto em um instrumento musical.

Suzuki também foi convidado pelo Google a criar um kit de realidade aumentada musical. O aplicativo - que foi lançado no Google I/O, evento anual onde o Google apresenta ao mercado suas novidades - utiliza a câmera do smartphone para ler códigos fiduciais<sup>33</sup>, que por sua vez são traduzidos em notas musicais. Esses códigos podem ser impressos e anexados a qualquer objeto. *Garden of Russel* é outra obra relevante do artista, consistindo em uma homenagem aos trabalhos de Luigi Russolo. Um parque infantil, onde os brinquedos são réplicas dos *Intonarumoris*, porém coloridos, e com a característica de que estes reproduziam os sons e vozes das crianças que gritam em direção ao interior dos cones. O trabalho de Suzuki busca propor novas formas de se visualizar e explorar sonoridades. Por ser dislético e amar a música, Suzuki sempre teve dificuldade em compreender o sistema de notação musical ocidental. Sendo assim, resolveu propor formas de notação tão simples e intuitivas que mesmo pessoas disléticas e crianças consigam ler e criar sons.

O artista e arquiteto sonoro suíço Zimoun possui um outro viés artístico, construindo instalações como “plataformas sonoras arquitetônicas”, com a finalidade de explorar o padrão rítmico através de simples objetos industriais, que muitas vezes nos são invisíveis, como motores, cabos, sacolas, fios de arame e caixas de papelão. É por meio desses objetos simples e ordinários do cotidiano que os artistas articulam e dialogam entre a tensão da padronização e ordenação do Modernismo e a randomização e a força caótica e desordenada da natureza.

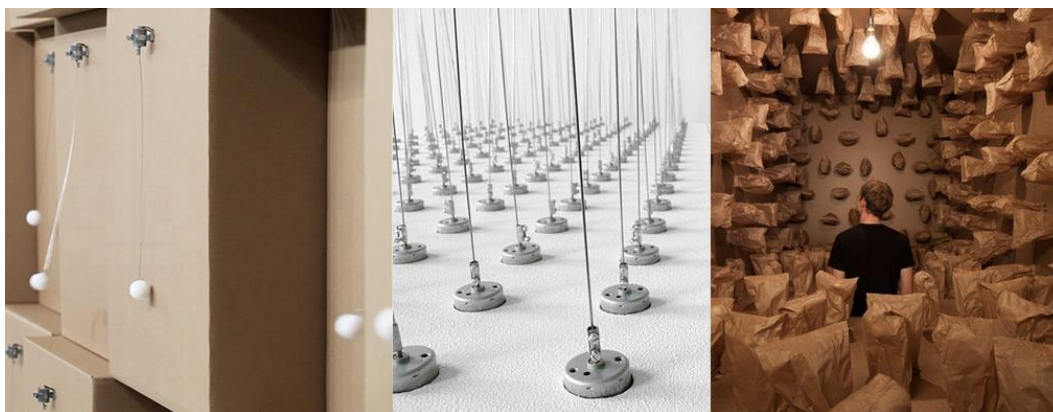


Figura 3 - Três obras de Zimoun utilizando diversos materiais comuns ao cotidiano para criar sonoridades arquitetônicas randomizáveis.

<sup>33</sup> Um marcador fiducial é um marcador com guias visuais que serve para orientar a posição e tracking de um objeto ao longo do tempo e espaço. Por meio de uma câmera, é possível ler esses marcadores e sobrepor imagens ao que está sendo observado. Esse procedimento é bastante utilizado em simulações de realidade aumentada, por exemplo.

Os canadenses Janet Cardiff e George Miller são referência no cenário de arte sonora. Bastante conhecidos devido às suas “*soundwalks*”<sup>34</sup>. Os artistas afirmam amar pintura, porém argumentam que o som funciona de uma forma diferente da imagem estática, trazendo uma infinidade de lugares e tempos simultaneamente. Segundo os artistas, pelo uso do som é possível criar realidades virtuais, mundos esculturais e ilusões impossíveis na superfície plana.



Figura 4 - “Experiment in F# Minor” - vista superior. Uma mesa onde diferentes auto-falantes emitem sonoridades distintas, conforme o movimento e presença das pessoas na sala.

A obra “Experiments in F# Minor” consiste em uma mesa onde estão dispostos alto-falantes de diferentes tamanhos e formatos. Na lateral da mesa estão embutidos sensores de luminosidade, e, conforme os espectadores se movimentam pela sala, suas sombras impactam os sensores de luminosidade, que, por sua vez, disparam diferentes sons e trilhas sonoras sobrepostas, com diferentes tempos, durações e *fade-ins* e *fade-outs*. Quando a sala onde a instalação se encontra está repleta de pessoas, uma cacofonia musical se faz presente, ao mesmo tempo e que o silêncio toma conta quando ninguém está presente na sala. Os artistas trabalharam sobre o tema “música infinita”, em suas palavras: “Começamos a pensar sobre como a música é construída e nos propusemos a fazer uma obra infinita. Além disso, estávamos interessados no movimento do

<sup>34</sup> O compositor e professor, Hildegard Westerkamp descreve o *soundwalk* como “qualquer excursão cujo objetivo principal é ouvir o meio ambiente”. Para Westerkamp, o *soundwalk* nos instiga a uma escuta profunda. Nos ajuda a desenvolver uma relação mais próxima e mais visceral com as paisagens sonoras ao nosso redor, aproximando-nos dos sons em sua pura forma.

público e como ele poderia criar as combinações de música aleatoriamente”. Foi puramente experimental. Acho que acabamos criando um instrumento que pode ser usado por qualquer músico para criar a sua própria composição infinita.”

Hiroshi Ishii, diretor do laboratório “Tangible Media” do MIT Media Lab, nos apresenta uma obra semelhante. A pesquisa de Ishii tem como foco o design de interfaces naturais tangíveis entre objetos e humanos, diluindo a informação digital no ambiente físico. Seu grupo investiga formas de repensar as interfaces gráficas das GUIs<sup>35</sup> de uma forma que essa informação digital se torne tangível no espaço físico, dando forma física à informação digital. Para isso, Ishii procura por formas mais artísticas, sem o rigor científico para repensar interfaces e interações com o meio. Uma de suas obras que trabalha o som de maneira física se chama “*Music Bottles*”. Nessa obra, nos é apresentado uma interface tangível que utiliza garrafas como recipientes, ao mesmo tempo em que são controladores digitais. O sistema consiste em uma mesa onde três garrafas com tampas de cortiça estão dispostas. Essas garrafas “contêm” os sons do violino, do violoncelo e do piano no Trio de piano de Edouard Lalo em C Minor, Op. 7. Cada uma das garrafas possui uma etiqueta eletromagnética que permite que ela seja identificada. A abertura e o fechamento dessas garrafas também é detectada. Quando a rolha é removida, o instrumento correspondente que está “contido” na garrafa torna-se audível. Um padrão de luz colorida é projetado na superfície translúcida da mesa para refletir mudanças no tom e no volume.

---

<sup>35</sup> *Graphical User Interface* - Interface Gráfica do Usuário - Livre tradução do autor.



Figura 5 - “Music Bottles”

A interface permite aos usuários estruturar e moldar experiência da composição musical manipulando fisicamente as diferentes faixas de som. Ishii procurou se apropriar de objetos do cotidiano para pensar em novas formas de interação com o mundo dos abstrato dos *bits*.

O americano Don Ritter possui uma instalação similar intitulada “*Intersection*”. Na instalação repleta de sensores e auto-falantes, os visitantes se deparam com os sons do tráfego de carros que se deslocam em uma pista de seis vias em um espaço completamente escuro, tendo como referência e guia visual apenas um sinal de saída mal iluminado do outro lado dessa sala, servindo de estímulo para que os visitantes atravessem a sala em meio aos sons dos carros. Se em algum momento, um visitante parar no meio da instalação, ouve-se carros freando e buzinando de forma brusca. Porém, uma vez que esse visitante volta a se deslocar, o “carro sonoro” passa a acelerar e a continuar o seu percurso. Como a instalação se encontra em um espaço amplo, centenas de visitantes podem afetar o trânsito ao mesmo tempo. Em suma, a arte de Don Ritter busca tornar o invisível visível através do emprego do som por meio da tecnologia.





Figura 6 - "Intersection" de Don Ritter.

## 2.3

### O som como "hackivismo"

Um outro exemplo a respeito do caminho evolutivo do som em suas diferentes aplicações são algumas das obras do arquiteto brasileiro Guto Requena, por sua vez, explora o som na arquitetura, por meio de um "hackeamento urbano". Sua obra "*Light Creature*" é um desdobramento da pesquisa do Estúdio Guto Requena sobre o conceito de "Cidade Hackeada", ou seja, sobre como provocar transformações positivas em nossas cidades e seus espaços públicos, utilizando sistemas poéticos, engajadores e funcionais que estimulem mudanças. O texto em seu site explica mais sobre o projeto:

Na fachada do edifício utilizou-se chapas metálicas como revestimento nas cores dourado, azul e cinza. Como uma camuflagem urbana, seu desenho foi gerado com um software paramétrico a partir da análise dos sons no entorno do edifício, criando padrões gráficos como resposta. O resultado final reflete visualmente a paisagem sonora de uma das avenidas ícones de São Paulo, a Avenida Rebouças. A noite esta pele metálica acende em padrões luminosos interativos. Esta "Criatura de Luz" habita a fachada do hotel e tem um comportamento próprio, reagindo em tempo real aos diferentes estímulos. Sensores instalados no prédio coletam sons que impactam nos movimentos e formas da Criatura. Outro grupo de sensores coleta a qualidade do ar, modificando suas cores. Um aplicativo para celular permite a interação direta do público com a Criatura de Luz através do toque com os dedos ou da voz. (Disponível em: <<https://www.gutorequena.com.br/site/>>. Acesso em: 08 mar. 2018).



Figura 7 - “Light Creature” de Guto Requena.

Essas instalações e “hacks” urbanos também servem para provocar estímulos e moldar comportamentos positivos. Uma obra similar é a “*Piano Stairs*”<sup>36</sup>, situada em uma estação de metro de Estocolmo na Suécia, proposta pelo coletivo *TheFunTheory.com*. O lema da obra “utilize a escada ou invés da escada rolante e sinta-se melhor” busca estimular os transeuntes, através de uma transformação de algo sólido, estático e cotidiano, em uma ação positiva e divertida de ser realizada. Ao sair da estação de metrô, os transeuntes se deparam com uma escada com grafismos de teclas de piano. Ao subir os degraus, sensores disparam sons de teclas de piano, emulando um piano virtual. Cada degrau corresponde a uma diferente tecla, criando até mesmo a possibilidade de compor músicas. Como consequência, o número de pessoas que passou a utilizar a escada convencional, porém modificada por meio de sonoridades, subiu para 66%, durante o mesmo período. Assim, hoje existem diferentes “*Piano Stairs*” ao redor do mundo.

A premissa é de que a teoria “*fun*” pode moldar e incentivar comportamentos. Outro hack similar do mesmo grupo, chamado “*The World Deepest Bin*”<sup>37</sup> modificou o comportamento de lixeiras situadas em espaços públicos, também na Suécia, por meio de sensores sonoros. A premissa era similar, como moldar o comportamento para as pessoas jogarem o lixo nas latas

<sup>36</sup> “Piano escada, ou escada sonora”. Livre tradução do autor

<sup>37</sup> “A lata de lixo mais profunda do mundo”. Livre tradução do autor.



de lixo? Ao jogar qualquer dejetos na lata, um som onomatopéico, similar a objetos caindo e desenhos animados era disparado, dando a entender de que a lixeira era muito mais profunda do que parecia ser. Como resultado, essa lixeira coletou 41Kg mais dejetos do que a lixeira mais próxima a ela.



Figura 8 - “Piano Stairs” e “The World Deepest Bin”

## 2.4

### O som como multisensorialidade

Uma das formas mais interessantes de representar o que desejamos para o futuro dos artefatos, e a forma como gostaríamos de interagir com eles, é através das obras de ficção, como a literatura e o cinema. O diretor norte-americano Spike Jonze ilustra muito bem esse cenário no filme “Her”, uma obra de ficção-dramática lançada em 2013. No filme, a premissa gira em torno de uma assistente de voz denominada *Samantha*, tão real e humana, que o protagonista se apaixona pela tecnologia. Jonze retrata um futuro onde as tecnologias como computadores, telefones, sistemas operacionais, entre outros, estão tão intrinsecamente integrados ao ambiente, vida e ações dos personagens, que sua presença se torna invisível, ubíqua, onipresente e dissipada. A tecnologia passa a atuar como coadjuvante, um plano de fundo, cujo papel é reforçar e auxiliar as ações desses personagens. Um paralelo ao que se conhece hoje por computação calma, ou *Calm Technology*.

Mais uma vez, não é que não se percebe o efeito do uso dessas tecnologias, mas sim que de tão elaboradas, elas passaram a compor o nosso entorno de forma discreta, de maneira tal que nós simplesmente as utilizamos, sem necessariamente perceber a complexidade que encerram (Pinheiro, 2011, p.37).

Os games também se encaixam nesse terreno fértil para essa construção e simulação de realidades fictícias (Alves, Roque, 2010). Pois todo o universo por ele estabelecido é produto de uma conjugação de elementos, tais como narrativa, estética e multisensorialidade, projetada e arquitetada pelo designer, em busca de uma imersão diegética com um mundo fictício, porém eloquente aos olhos e aos sentidos de quem o vivencia. Jonze faz uso desse artifício no filme supracitado, como meio de ilustrar a tecnologia como humanizada e “real”. Assim sendo, a interação com os objetos vai muito além de um simulacro por meio de interfaces virtuais, a interação em sua plenitude engloba todos os aspectos sensoriais entre usuário e o artefato.

Na medida em que a realidade se torna cada vez mais integrada ou mesmo coadjuvante ao mundo dígito-virtual, os designers devem ter como aporte novas maneiras de pensar e projetar. Pois, muitas vezes, uma interface visual pode não ser a solução ideal para o tipo de interação e experiência a ser proposta pelo objeto resultante do projeto. A atual gastronomia também faz uso do som como forma de se intensificar e moldar experiências multisensoriais, como é o caso do chef Heston Blumenthal e seus experimentos gastronômicos no restaurante britânico *The Fat Duck*. Em seu menu, o restaurante possui um prato denominado “*The Sound of The Sea*”<sup>38</sup> onde apresenta um prato constituído por algas, ostras, mexilhões e “areia comestível” formada por farinha de mandioca. Juntamente ao prato, os clientes recebem um iPod e fones de ouvido para ouvir sons do mar, como gaivotas cantando ou o som das ondas, enquanto degustam o prato.

---

<sup>38</sup> “O som do mar”. Livre tradução do autor.



Figura 9 - “The Sound of the Sea”

Um estudo realizado em 2004 e publicado no *Journal of Sensory Studies*<sup>39</sup> analisou a percepção e relação entre o sabor e a crocância nas batatas fritas. Para o estudo, os participantes utilizaram fones de ouvido, que disparavam diferentes sons de crocância randomicamente, ao mesmo tempo em que esses participantes degustavam as batatas. Essas batatas eram visualmente todas idênticas umas às outras, no entanto, o som não era: os pesquisadores manipulavam diferentes aspectos das ondas sonoras no momento da mordida e mastigação. Como resultado, quase todos os participantes conferiram às batatas que possuíam o som mais vivo, estalado e “crocante” uma classificação mais alta em termos de sabor, enquanto que as batatas com sons menos estalados, eram percebidas como menos saborosas. O interessante, porém, é que as batatas eram exatamente as mesmas, portanto o sabor que era percebido dependia totalmente do som.

Em suma, podemos entender o papel do som não somente como um objeto isolado, ordenado sob a forma de música, como ruído em uma paisagem sonora urbana ou mesmo como *feedback* a determinadas ações no meio, e sim como complemento à outras atividades, enriquecendo os demais sentidos, trabalhando em conjunto na construção de interações, estímulos e emoções. A seguir, para fins dessa pesquisa, vamos examinar o papel do som em conjunto ao campo visual.

<sup>39</sup> Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1745-459x.2004.080403.x/abstract>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

### 2.4.1

#### O som no campo visual

Historicamente, objetos de escritório tais como pastas, lixeira e documentos foram utilizados como metáforas para elementos de interface nos primeiros computadores pessoais e o nascimento da interface metafórica dos anos 80. A esse conjunto deu-se o nome de *desktop*. Esse modelo mostrou-se de extrema valia, pois a analogia se mostrou eficaz ao apresentar um conceito novo e inexistente até então. A essa estética visual, deu-se o nome de *skeuomorfismo*<sup>40</sup>. Seu valor está em criar metáforas visuais e de interação e assim, facilitar o entendimento e uso de artefatos virtuais que não necessariamente possuam relação direta à função desempenhada pelo mesmo no mundo físico.



Figura 10 - Um exemplo de skeuomorfismo. Um aplicativo de música que simula botões, cabos, plugues, potenciômetros e *switches*. O objetivo é trazer familiaridade entre o mundo digital e o seu representante.

Esse pensamento metafórico perdurou durante décadas, sendo que somente nos últimos anos, com o advento de novas formas de interação e também com a

<sup>40</sup> Skeuomorfismo: do grego *skeuos* (recipiente ou ferramenta) e *morphe* (forma), é a palavra que se refere aos objetos criados a partir de outros elementos. Antes usada apenas com objetos físicos, começou a ser utilizada no meio digital para se referir aos elementos gráficos que utilizavam recursos visuais do mundo real.

adoção e naturalização do modelo desktop foi possível se desprender desse paradigma. Em busca de uma maior simplicidade e objetividade, o skeuomorfismo deu lugar para um novo pensamento acerca da visualização dos elementos virtuais: o *flat design*<sup>41</sup>, desenvolvido primeiramente pela Microsoft para o seu sistema operacional Windows 8 denominado *Metro Design*, e mais tarde adotado e evoluído pela Apple e pelo Google, através do *Material Design*. O “*flat design*” ou “design plano”, deixou de lado o excesso de texturas, sombras e gradientes que buscavam simular o real, em prol de um pensamento simples, minimalista, objetivo e direto, através da utilização de cores simples, formas geométricas básicas, utilização de sombra e desfoque como comunicante de profundidade e uso de tipografia e animações de transição, buscando conferir movimento e dinamismo à interface.

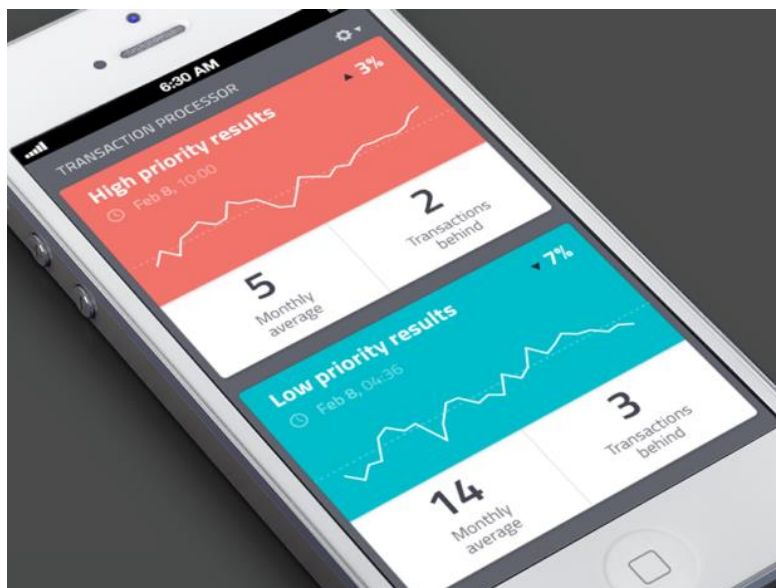


Figura 11 - Um exemplo de “*flat design*”. A tipografia, cores simples e formas geométricas básicas são empregados para conferir um caráter objetivo e informacional à interface.

Entretanto, apesar de uma completa redefinição na forma estético-visual, essa nova abordagem de design não abandonou completamente as regras e referências ao mundo físico. O que antes, por meio do design skeumórfico caracterizava uma referência metafórica visual, agora por meio do “*flat design*” passou a referenciar a física e forma pela qual os objetos se deslocam e

<sup>41</sup> O *flat design* se distingue por suas formas simples e planas. O conceito funciona sem variações na estrutura do *layout*, como chanfros, relevo, texturas, gradientes ou outras ferramentas que adicionam profundidade. Cada elemento ou caixa é nítido. Nada realista é adicionado. Procura manter um visual minimalista e limpo.

movimentam. Peguemos como exemplo um aplicativo para gerenciar tarefas a serem feitas. Os itens dessa lista são organizados na vertical, podendo ser arrastados ao passar de um dedo. Quanto maior a força empregada para arrastar essa lista, mais rápido será a sua movimentação, animação e transição dos seus elementos. Ao chegar próximo das extremidades dessa lista, a animação perde intensidade e aceleração, demonstrando uma certa resistência e atrito, simulando os princípios da física do mundo analógico.

Tudo isso graças a sofisticados e intrincados cálculos matemáticos realizados em tempo real nos bastidores do aparelho. Como resultado, temos um comportamento familiar, decorrente do mundo físico, em uma interface virtual, conferindo uma naturalidade à interação e por consequência uma fácil compreensão e entendimento do aplicativo. Outro atributo interessante do “*flat design*” é a utilização de efeitos de desfoque, sombreamento e paralaxe entre os elementos, com a finalidade de conferir profundidade e uma distância físico-virtual entre si, ou seja, características provenientes do mundo físico, reforçando aspectos de causa e efeito. Portanto, podemos afirmar de que em um primeiro momento, as interfaces digitais buscaram uma familiaridade visual metafórica com o mundo físico, porém, posteriormente, essa metáfora visual não se fez mais necessária, mutando em um visual minimalista e objetivo, porém sem perder a familiaridade com o comportamento e a física dos artefatos do mundo material.

Aqui levantamos algumas importantes indagações para fins dessa pesquisa. Não seria o skeumorfismo visual o equivalente aos “sons consequentes” e a *Musique Concrète*? Onde visuais e sons miméticos do mundo físico se fazem presentes? Os músicos concretistas, utilizavam sons reais do cotidiano como matéria prima para suas composições, tal qual o visual skeumórfico buscava no uso de texturas de madeira, sombras e efeitos de volume, remeter aos objetos do mundo físico em interfaces digitais. Por exemplo, o som produzido ao se disparar o botão de uma câmera fotográfica digital procura mimetizar o som produzido naturalmente pelo obturador de uma câmera analógica, mesmo que a mesma não o possuía. Esse “*click*” sonoro está tão fortemente associado ao conceito e modelo mental de “capturar” uma imagem, que ele passou a ser referenciado como tal.

Podemos afirmar que esse som ocasionado pelos movimentos mecânicos de um obturador, passou a ser mimetizado digitalmente, emulando características sonoras da fisicalidade do obturador em interfaces e artefatos digitais. Por sua vez,

a estética visual “flat”, pode ser relacionada aos “sons intencionais” e a *Elektronische Musik*. Os músicos eletrônicos trabalhavam com o menor componente comum sonoro, buscando se dissociar dos sons do mundo físico, em busca de sonoridades diferenciadas de origem eletrônica. Alguns dos fundamentos como timbre, volume, tempo provenientes do mundo físico ainda se fazem presentes, assim como as propriedades de animação e comportamento de elementos visuais “flats” em uma interface digital. Esses sons “flats” tem o poder de serem concebidos sem estarem presos a definições pré-concebidas, se tornando matéria prima para os artefatos de hoje, visto que suas muitas ações em suas interfaces não possuem um equivalente físico, como enviar mensagens e receber e-mails. Essa ideia será melhor explorada e detalhada no decorrer dessa dissertação, utilizando-se os trabalhos sonoros do campo da Interação Humano-Computador propostos por Gaver (1989) e pelos autores do campo do *Sonic Interaction Design*.

\*\*\*

Neste segundo capítulo, vimos como a dissociação do som de seu emissor, os sons “acusmáticos” no conceito de Pierre Schaeffer, ou “Esquizofônicos” nos textos de Murray Schafer permitiu que o som fosse dissecado, examinado e tratado como um objeto sonoro. O advento do magnetofone e outras formas de gravação e reprodução de áudio, permitiu que esse objeto sonoro fosse examinado detalhadamente, contribuindo para que Schaeffer e músicos da *Musique Concrète*, pudessem redefinir os elementos compositivos sonoros e sua aplicação na música ocidental, criando nova possibilidades sonoras. Com isso, sons ditos “não-musicais” como portas batendo, cachorros latindo e gotas de água, passaram a ser tratados como componentes musicais, onde então somente o “som ordenado” ou tonal era presente. Ou seja, qualquer objeto sonoro ou elemento sonoro passou a servir como matéria-prima musical. Os trabalhos e tratados de Luigi Russolo, John Cage e Edgar Varèse, fundamentaram o silêncio e o ruído como dois lados de uma mesma moeda, constituindo-se como matérias-primas essenciais na constituição das sonoridades, tanto tonais como atonais.

Posteriormente, a *Elektronische Musik*, veio a potencializar esse cenário de novas sonoridades, com a introdução de sons gerados naturalmente por meios



eletrônicos, um viés totalmente oposto ao o que os músicos concretistas vinham trabalhando até então. No fim, por meio dos trabalhos pioneiros de Stockhausen, as duas escolas musicais se fundiram e vieram a criar o que hoje se chama de música eletroacústica, tão comumente presente em nosso cotidiano. Esses pensadores pavimentaram o caminho de entendimento da sociedade sobre as sonoridades. Ruídos, silêncio e sons atonais passaram a ser considerados sonoros e “musicais”, novos ingredientes de uma paleta sonora. Com isso, novas perspectivas de exploração sonora se fizeram presentes.

Também investigamos os conceitos de paisagem sonora de alta e baixa fidelidade de Schafer. Uma vez que toda uma gama sonora se faz presente, se dá o desafio de evitar que estes se sobreponham e criem uma cacofonia sonora, perdendo-se uma hierarquia, clareza e prioridade sonoras. Como consequência, para ser ouvido, uma maior amplificação se faz necessária, contribuindo ainda mais para a criação de paisagens sonoras ruidosas. Schafer, no entanto, afirma que os sons devem ser ordenados, prazerosos e musicais, o que, em muitos casos, não se aplica, pois o ruído, bem como sons estridentes, são necessários em determinados contextos.

Apresentamos algumas obras e instalações sonoras com o intuito de levantar algumas provocações, seja na forma de ruído, silêncio, forma tonal ou atonal. Essas instalações, sob a forma de interface ou instrumento musical, geralmente tem por objetivo tornar o invisível visível por meio do som. Também vimos como ferramenta sob a forma de *hacks* urbanos, podem persuadir ou mesmo moldar comportamentos por meio do som. O som também potencializa e enriquece experiências sensoriais, além de moldar a interpretação que temos pelo campo visual. Com esse levantamento, podemos elencar alguns aprendizados interessantes sobre o potencial sonoro, que servirão como insumo para a pesquisa proposta:

- Com o advento do sintetizador, os sons passaram a ser pensados desde sua concepção e origem, criando a possibilidade de se criar sons antes inexistentes. Sons de natureza eletrônica;
- Um mundo repleto somente por sonoridades musicais e tonais se tornaria algo pasteurizado e sem graça. O ruído e randomização são necessários para se criar um dinamismo e uma paisagem sonora mais rica;



- Silêncio, ruído e sons atonais passaram a fazer parte da mesma paleta sonora;
- Os sons não possuem emoções, pois não possuem significados. Somos nós que atribuímos significados a eles;
- O som afeta nossa percepção que temos sobre os artefatos e nossa relação com o meio e contexto em que estamos inseridos;
- O som torna o invisível visível, revelando propriedades intrínsecas dos artefatos;
- O som molda e potencializa comportamentos;
- O som é potencializador de experiências multisensoriais;
- Os fenômenos sonoros complementam e enriquecem a percepção de outros sentidos, como o olfato, tato, paladar e principalmente a visão;
- Os “sons flats” são cruciais para comunicar ações em artefatos tecnológicos que não possuam um equivalente ao mundo físico;
- Os “sons skeumórficos” ou miméticos, são importantes como uma ponte metafórica para apresentar novos conceitos;

Nas palavras de Özcan (2010), O som pode ser considerado um fenômeno constituído por múltiplas camadas, que tem origem por meio de um artefato em ação dentro de determinado contexto. Esses fenômenos sonoros evocam sensações e provocam emoções no ouvinte. Eles podem ser mensurados em termos acústicos e também nos incitam associações significativas, como por exemplo, um som de carro esportivo e sua relação com riqueza e status, ou uma sonoridade onomatopéica e sua relação com ações e narrativas engraçadas. No próximo capítulo, vamos discursar acerca das propriedades físicas do som por meio da acústica, e sobre como percebemos e entendemos esses estímulos sonoros por meio dos conceitos da psicoacústica.

## O som e o indivíduo

*"The commonest and cheapest sounds, as the barking of a dog, produce the same effect on fresh and healthy ears as the rarest music does. It depends on your appetite for sound."*

Henry David Thoreau

Como vimos anteriormente, com o surgimento de tecnologias que permitiam que os sons fossem gravados e reproduzidos houve uma verdadeira transformação na forma com que o som passou a ser concebido e compreendido, provocando rupturas nas paisagens sonoras, seja no âmbito coletivo como no âmbito privado. Mas o que seriam esses eventos e objetos sonoros? Como o compreendemos e somos afetados por eles? Para isso, é necessário entender sua morfologia, tipologia e como suas propriedades são alteradas pelo contexto e pelo tempo. Também é de extrema relevância para essa pesquisa, compreender como somos estimulados por esses eventos sonoros, bem como a forma como os decodificamos, processamos e armazenamos em nossa memória.

O pressuposto desse capítulo é o de que quanto melhor entendemos essas propriedades, mais efetivamente podemos usar e trabalhar o som nos artefatos de design. Em seu livro *"The Universal Sense"* o psicólogo, engenheiro sonoro, e também professor do Departamento de Física da Duke University, Seth Horowitz, investiga o papel do som em nosso dia a dia, bem como as razões biológicas pelas quais os seres humanos escutam da forma em que escutam. Também estabelece como o simples ato de escutar contribuiu drasticamente para a evolução humana, e como aprendemos a manipular e a "controlar" esses sons para criarmos música e aparatos sonoros do cotidiano, como buzinas, alarmes, dentre outros. Horowitz, começa por enfatizar os aspectos biológicos pelos quais somos afetados pelo som.

O som nos afeta de maneira que não percebemos e não controlamos. Ele modifica e impacta nossas emoções e tem papel fundamental em nossa atenção. Também molda nossa memória, bem como a quantidade de batimentos cardíacos, desejos e respostas em torno do sexo. (Horowitz, 2012, p.345. Livre tradução do autor.)

O que compreendemos por som é explicado por duas correntes do conhecimento: a primeira, a corrente acústica, estuda a física e as propriedades da vibração da matéria. Ou seja, trata da morfologia e comportamento físico do som

ao longo do tempo, sua frequência e sua amplitude. A segunda corrente foca-se estritamente nos aspectos psicológicos que os sons nos despertam, a maneira pela qual reagimos a esses estímulos sonoros, e por que reagimos de determinadas maneiras a eles. A esta corrente do conhecimento, dá-se o nome de psicoacústica (Horowitz, 2012).

Em termos físicos, o som é a energia propagada através da matéria (Buxton et al., 1995). Essas vibrações se propagam em padrões esféricos, ampliando-se e distanciando-se de seu ponto de origem (Horowitz, 2012). Essas vibrações são então capturadas por nossos ouvidos, que nos conferem a habilidade de distinguir entre diferentes timbres, nuances e eventos. Por sermos dotados de dois ouvidos, um em cada lado de nossa cabeça, possuímos uma audição tridimensional, e é por meio dela que nos guiamos e orientamos no espaço (Horowitz, 2012). Assim, nos é possível reconhecer o ponto de origem e significado desses sons. E mais, é por meio da voz que nosso cérebro codifica e sintetiza uma miríade de sentimentos e intenções em uma série de complexos padrões, que nos fornecem informações conotativas e denotativas provenientes da percepção dos estímulos sonoros (Horowitz, 2012).

O ouvido nada mais é do que um órgão sensível às mudanças de pressão atmosférica das moléculas, ou seja, às vibrações atmosféricas (Horowitz, 2012). O som é uma propagação e, portanto, está diretamente conectado às circunstâncias. Está ligado às características do ambiente construído e às condições físicas de audição de seus emissores e receptores (Augoyard; Torgue, 2006). Essas vibrações atmosféricas então estimulam o tímpano de uma maneira que não somente transmita o código do emissor, bem como o ponto de origem e timbres específicos deste. Assim, a vibração do tímpano, por sua vez, provoca oscilações em três pequenos ossos que estimulam um pequeno órgão repleto de fluído. Esse fluído estimula uma série de filamentos que o convertem em estímulos elétricos e são enviados para o cérebro. Esses impulsos, por fim são decodificados e a eles atribuído significados (Horowitz, 2012).

Portanto, com apenas uma leve alteração na ênfase sonora e na forma como uma simples palavra é dita, torna-se possível delimitar e compreender o estado emocional, nível de atenção, comportamento ou até mesmo a personalidade do receptor (Horowitz, 2012). Há ainda um potencial para transmitir inúmeras mensagens por sons não-verbais. Todo esse fluxo acontece em um lapso de 1/8 de

segundo, sem utilizar esforço algum por parte de ambos emissores e receptores. Considerado sob uma perspectiva evolutiva, a escuta nada mais é uma habilidade de sobrevivência, evitando o perigo e auxiliando na busca por alimentos (Horowitz, 2012). Barthes (2009) afirma que codificamos os estímulos sonoros em signos, e assim nos foi permitido compreender a situação espaço-temporal que nos rodeia.

Os antropólogos observam que o comportamento do ser vivo, para alimentar-se, está ligado ao tato, ao paladar, ao olfato, e o comportamento afetivo, ao tato, ao olfato e à visão; a audição parece estar essencialmente ligada à avaliação da situação espaço-temporal (o homem a ela acrescenta a visão, o animal, o olfato). (Barthes, 2009, p.22).

Ao contrário dos estímulos visuais, que geralmente são constantes e fixos no espaço, o som é limitado no tempo, ou seja, nasce, se propaga e se dissipa. O som é um lapso imaterial, espiritual, é um traço entre o silêncio e o ruído (Wisnik, 1999, p.30). “O som torna-se o elo comunicante do mundo material com o espiritual e invisível” (Wisnik, 1999, p.14). Estamos constantemente ouvindo, como diria Marshall McLuhan: “não existem pálpebras para os ouvidos”. O som nos cerca a todo o tempo, não podemos segurá-lo, é imaterial.

### 3.1

#### A anatomia do som

Existe uma grande diferença entre os idiomas, fonética e na forma como havaianos e alemães se comunicam. As línguas faladas em regiões mais úmidas e de vegetação densa evoluíram para idiomas com sonoridades mais “abertas”, constituídos de menos consoantes e mais vogais, isso se torna claro nas palavras havaianas como *kahine*, *alaea*<sup>42</sup>. Em contraste, os idiomas de regiões mais frias e com vegetações menos densas, se baseiam em consoantes, como os dizeres em alemão “*Wie heißt das auf?*”<sup>43</sup>, apresentando uma fonética muito mais fechada. Também existem diferenças na forma como as aves de regiões mais quentes se comunicam, geralmente com cantos mais baixos e curtos quando comparadas às

<sup>42</sup> “Filha” e “Pare”, respectivamente - Livre tradução do autor.

<sup>43</sup> “Como você diz isso?” - Livre tradução do autor.

aves de regiões mais frias (Maddieson, 2012). A explicação para a diferença e entonações sonoras dos dois idiomas não está somente na diferença geográfica e na diferença histórica entre as duas regiões, mas sim na forma como o som e suas frequências se comportam ao longo do tempo no espaço. Retomaremos a essa discussão em breve, antes de chegarmos na explicação para essa diferença linguística, primeiro precisamos compreender o que são frequências sonoras. O som em termos puramente físicos nada mais é do que variações de pressão propagadas sob a forma de ondas pelo meio, seja ele sólido, líquido ou gasoso (Buxton et al., 1995).

Sons são variações de pressão que se propagam em um meio “elástico” (para nosso propósito, o ar). Nossos ouvidos são, basicamente barômetros sensíveis à essa variação de pressão que as convertem em formas que podem ser decodificadas e interpretadas pelo cérebro. Existem diversas maneiras de analisar essas variações de pressão. Um delas é representá-la como gráficos de ondas. (Buxton et al., 1995, p.23. Livre tradução do autor).

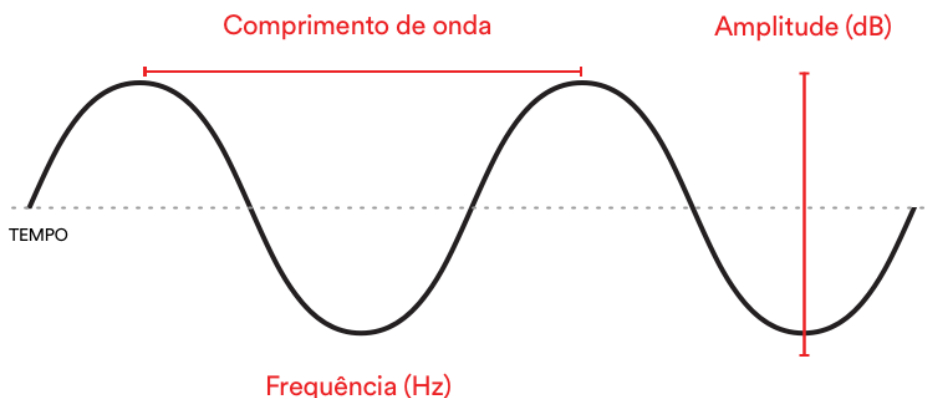


Figura 12 - Anatomia da onda sonora, constituída por comprimento de onda, frequência e amplitude ao longo do tempo.

A onda sonora isolada, per se, é inexistente na natureza. As ondas sonoras formadas na natureza são mais complexas e sobrepostas (Buxton et al., 1995). Essa representação senoidal matemática da onda somente é possível de ser isolada de maneira artificial, por meio da utilização de aparelhos e componentes eletrônicos. A anatomia dessa onda sonora é formada pelo *tempo*, *frequência* e *amplitude*.

### 3.1.1

#### Frequência de onda

A frequência de onda, medida em Hertz (Hz) trata do número de vezes em que a onda sonora oscila por segundo. Quanto maior a oscilação, menor a distância entre o comprimento de onda e maior a percepção psicoacústica de altura sonora, ou seja, percebemos o som como mais agudo. Quanto menor a oscilação, maior a distância entre o comprimento de onda e menor a altura sonora, e por consequência, percebemos o som como mais grave. O espectro audível pelo ser humano se situa entre 20Hz e 20.000Hz ou 20kHz, no entanto, podemos sentir através de reverberações e vibrações de nossa estrutura corpórea sonoridades abaixo de 20Hz (Horowitz, 2012). Essas frequências sonoras também tendem a desaparecer em aparelhos que possuam alto-falantes pequenos, como fones de ouvido, laptops e sistemas de som em *shoppings*, por exemplo. Outros animais conseguem ouvir frequências muito acima ou abaixo do espectro audível pelo ser humano. Valores abaixo de 20Hz, denominados “infrassom” são percebidos por elefantes, enquanto que valores acima de 20kHz, denominados de “ultrassom” são utilizados por morcegos para navegar através da escuridão por meio de um sistema denominado de eco-localização. Radares e sonares utilizam-se da mesma tecnologia para se guiar no espaço. Outra característica é que quanto menor a frequência de um som, maior será sua onda sonora (Horowitz, 2012). Sendo assim, ondas sonoras de maior comprimento tendem a perder menos definição ao se deparar com obstáculos no meio. Por consequência, as ondas de maior comprimento tendem a viajar longas distâncias se comparadas a ondas de curto comprimento (Horowitz, 2012). Em teoria, as ondas sonoras poderiam se alastrar quase que eternamente, perdendo pouca energia conforme se alastram, porém, obstáculos em seu caminho, sejam paredes, carpetes, móveis, edifícios, árvores ou mesmo a umidade e temperatura do ar, fazem com que essas ondas percam energia, sejam distorcidas, refletidas ou absorvidas (Horowitz, 2012). Portanto, o som se propaga de forma diferente dependendo da densidade do meio (Horowitz, 2012). Quanto mais obstáculos a onda sonora se depara no caminho, menos coeso será o resultado sonoro. Isso explica a sonoridade das buzinas de navios costeiros: por serem formadas por ondas sonoras largas de menor frequência – apresentando assim, uma sonoridade grave – essas ondas conseguem driblar obstáculos no

caminho, como nevoeiro e partículas de água e chegar a costa (Buxton et al., 1995).

O fato dos sons graves serem constituídos por ondas largas, também explica o por que dos seres humanos apresentarem dificuldades em distinguir a fonte emissora desses sons. As ondas sonoras dos sons graves têm o comprimento suficiente para atingir ambos os ouvidos ao mesmo tempo e, assim, enfraquecer a noção de origem e eco-localização (Horowitz, 2012). Outra característica é que o som não se dobra em torno de obstáculos cujo tamanho é maior que a própria onda (Buxton et al., 1995).

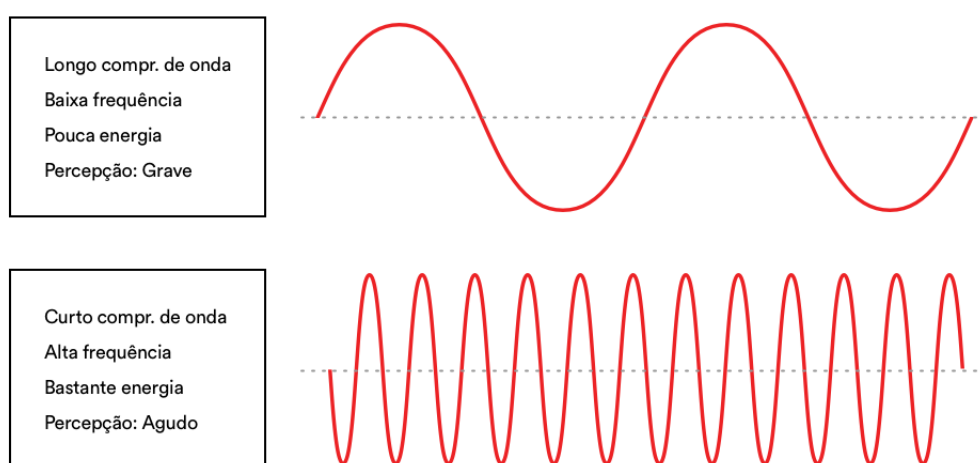


Figura 13 - Exemplo de onda de baixa frequência e alta frequência. Ondas de baixa frequência são mais longas e apresentam menos energia do que as ondas de alta frequência.

Assim, retornamos à questão sobre a sonoridade dos diferentes idiomas lançada no início desse capítulo, sabemos que os sinais de frequências mais altas e comprimento de onda mais curto se degradam mais rapidamente porque são mais atenuados e distorcidos pelos obstáculos que encontram no meio. Isso explica o por que da fonética dos idiomas de regiões onde a vegetação é mais densa e a umidade mais elevada, serem mais “abertos”. Nessas regiões, não somente as árvores impedem e se tornam obstáculos para a transmissão das ondas sonoras, bem como o calor e a umidade dificultam a transmissão das mesmas. E uma vez que as consoantes são mais altas em frequência e amplitude (envolvem mudanças rápidas no tom e no ritmo), elas degradam-se mais rapidamente. Vogais, por outro lado, podem percorrer maiores distâncias sem perder qualidade, graças aos seus comprimentos de onda mais longos e consequentemente mais robustos.

Em climas mais frios, as consoantes são melhores; e em distâncias curtas, suas frequências mais altas não têm tempo para se degradar. Isso explica a fonética mais fechada do idioma alemão. Até mesmo os diferentes dialetos dentro de um país também podem ser explicados por meio da densidade do ar, umidade e clima (Maddieson, 2012). Além dos fatores do meio influenciarem na formação da fonética dos idiomas ao longo dos séculos, em termos linguísticos, também existem elementos universais na comunicação e conotação idiomáticas (Horowitz, 2012). Por exemplo, tendemos a falar mais alto para dar uma maior ênfase as palavras ou sentenças, falamos com timbres mais graves implicando tamanho ou dominação, ou mesmo em um tempo mais acelerado para transmitir urgência. (Horowitz, 2012). Portanto, apesar dos diferentes idiomas e sotaques, alguns princípios se mantêm constantes e compartilham elementos acústicos entre si, devido à forma como emitimos e receptamos os sons. (Horowitz, 2012).

### 3.1.2

#### **Amplitude de onda**

A amplitude de onda, medida em decibéis (dB) trata da diferença entre os picos de pressão mais altos e mais baixos de uma senoide sonora. Seu impacto psicoacústico se dá sob a forma de percepção de volume sonoro. Quanto maior essa diferença entre os picos de onda, maior a intensidade e a percepção de volume sonoro. Por outro lado, quando atingimos valores abaixo de 0dB, encontramos o silêncio, dentro do espectro de percepção sonora percebidos pelos humanos. No entanto, segundo Horowitz (2012), o silêncio absoluto não existe:

O silêncio não existe. Somos constantemente afetados pelos sons e pelas vibrações as quais estamos imersos. Em áreas e contextos calmos, você pode até ouvir o som de moléculas de ar vibrando dentro de seus canais auriculares ou o ruído do fluido de seus próprios ouvidos. O mundo em que vivemos está cheio de energia atuando e reverberando pela matéria - e isso é tão básico como a própria vida (Horowitz, 2012, p.235. Tradução do autor).

Existem salas especiais, geralmente em centros de pesquisa sobre acústica, em que é possível chegar a valores de -6dB. Esses locais são os chamados de



câmaras anecóicas<sup>44</sup>, salas projetadas para absorver e filtrar qualquer frequência sonora.

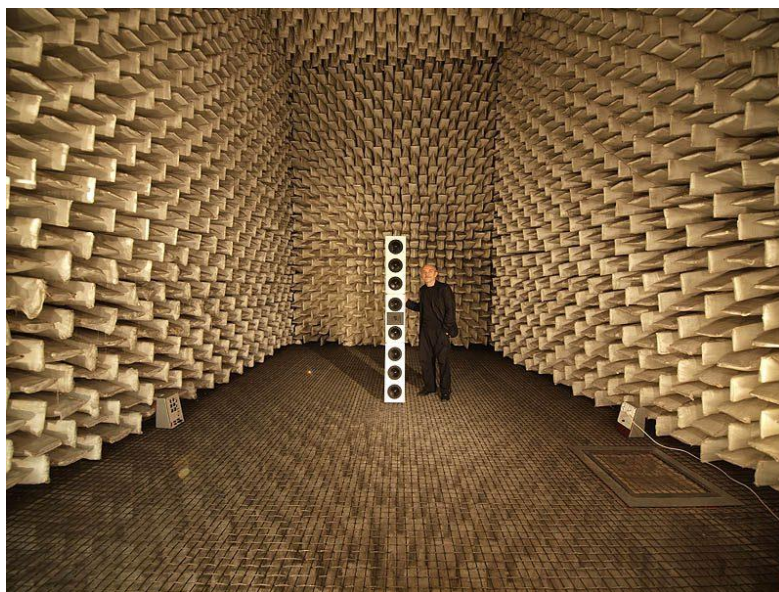


Figura 14 - Câmara anecóica formada por paredes projetadas para absorver qualquer reverberação sonora.

O silêncio é contextual, não absoluto (Horowitz, 2012). Sendo assim, nosso cérebro está constantemente ajustando e adequando nossa percepção e audição, de acordo com a paisagem sonora e contexto que nos circunda, fazendo uma espécie de curadoria em tempo real sobre os sons que chegam ao nosso centro de atenção e os sons que se situam na periferia de nosso sistema atencional. Por consequência, após alguns minutos dentro dessas câmaras anecóicas, sonoridades até então imperceptíveis, passam a habitar o nosso consciente. O som dos batimentos cardíacos, dos fluídos corpóreos circulando pelos órgãos, juntas dos ossos estalando e o ar movendo-se para dentro e fora dos pulmões se fazem audíveis e presentes. Na câmaras anecóicas, você se torna um instrumento, provido de sonoridades próprias e idiosincrasias.

Basicamente, podemos resumir essa primeira parte sobre os fenômenos acústicos em alguns ponto-chave que servirão como insumo para os conteúdos que serão apresentados posteriormente.

- Os sons são variações de pressão que se propagam através da matéria

<sup>44</sup> Câmara anecóica são salas hermeticamente fechadas, projetadas para absorver toda reflexão e refração do som. Chegam a atingir decibéis negativos.

- Essas variações são distorcidas, deformadas, absorvidas por obstáculos no meio;
- Essas variações podem ser medidas em termos físicos: amplitude, frequência e comprimento de onda;
- O espectro audível pelos seres humanos se situa entre 20Hz - 20kHz, no entanto, outros seres vivos podem ouvir acima ou abaixo desse espectro;
- Ondas largas (sons graves), viajam por maiores distâncias sem serem distorcidos ou neutralizados;
- Esses sons de maiores amplitudes, se perdem ao serem transmitidos através de auto-falantes pequenos, como laptops e fones de ouvido;
- Ondas curtas (sons agudos), viajam por menores distâncias e são mais facilmente impactados por obstáculos em seu caminho;
- O silêncio absoluto não existe, ele é contextual. Nosso cérebro adapta a percepção que temos sobre os sons;
- Não somos capazes de apontarmos a origem dos sons graves, devido ao seu comprimento de onda;
- A percepção dos sons agudos tende a ser minimizada à medida em que ficamos mais velhos.

### 3.2

#### O som como estímulo

Dentre todos os sentidos de nosso aparato cognitivo, a audição é o sistema de processamento mais rápido (Horowitz, 2012). Enquanto a visão é capaz de capturar cerca de quinze a vinte e cinco eventos por segundo, a audição é baseada em eventos que ocorrem milhares de vezes por segundo. Os receptores auriculares podem capturar vibrações de até 5.000 vezes por segundo (Horowitz, 2012). Esses eventos sonoros, por sua vez, são decodificados e interpretados pelo cérebro em menos de 50 milissegundos, sendo assim possível identificar que tipo de som se está ouvindo e também de onde esse som é proveniente (Horowitz, 2012).

Se uma árvore cai no meio de uma floresta e ninguém está por perto para ouvir, essa árvore emite som? Com base nas discussões sobre a física do som que vimos anteriormente, podemos afirmar que não: a árvore não emite som, mas sim

ondas de pressão que impactam as moléculas do ar, cabendo aos receptores converter esses impulsos de energia em som. No entanto, o conceito de som é, em sua essência, a nossa própria percepção biológica dessas variações de pressão, a forma como interceptamos e decodificamos essas variações (Horowitz, 2012). Em suma, em termos biológicos, se não existirem ouvidos próximos para ouvir a queda dessa árvore em meio a floresta, não há som. Assim, simples eventos do cotidiano não fariam parte de nossa narrativa se não fosse pelo nosso aparato cognitivo. É por meio de nosso aparato cognitivo que compreendemos o mundo ao nosso redor, no entanto muito do que chega ao nosso consciente é uma versão reduzida e comprimida dessas informações. Segundo Buxton, Gaver e Bly (1989), a totalidade do mapeamento dos estímulos do mundo físico é uma versão otimizada e comprimida devido às nossas limitações cognitivas.

Nosso aparato cognitivo não mapeia e interpreta os estímulos do mundo físico em sua completude. O mapeamento entre o estímulo e percepção é delimitado pelas limitações de nossa capacidade sensorial cognitiva. (Buxton et al., 1995).

Os fenômenos psicoacústicos são respostas biológicas aos impulsos físicos sonoros no meio. A seguir, analisamos alguns desses mapeamentos tendo como base os fundamentos da acústica desenvolvidos anteriormente. Como a literatura da psicoacústica é imensa e complexa, para fins dessa pesquisa, elencamos alguns tópicos fundamentais que possam vir a ser trabalhados no campo do design com base nos trabalhos de Buxton, Gaver e Bly (1995).

### 3.2.1

#### A Lei de Weber e o limiar diferencial

Se trata da relação entre a energia de um estímulo e a intensidade com que o mesmo é percebido. Estima-se que existam cerca de 150 níveis de intensidade dentro do campo sonoro (Buxton et al., 1995). Múltiplas sonoridades simultâneas podem interagir de forma diferente entre si, dependendo de sua frequência. Assim, diferentes ondas sonoras podem ser combinadas e sobrepostas, ocasionando o ruído, bem como podem se anular e modificar, criando o silêncio. Esse princípio psicoacústico tem forte relação com as paisagens sonoras *low-fi* de Schafer discutidas no capítulo anterior. Quanto maior a simultaneidade sonoras, maior a

falta de clareza, e por consequência, o ruído comunicacional. Portanto, recomenda-se que os artefatos emitam unicamente um som em um mesmo período de tempo, evitando sobrepor e confundir a mensagem.

### 3.2.2

#### **Altura ou *Pitch***

O *pitch*, ou a altura sonora, se refere à propriedade do som que nos permite classificá-lo como grave ou agudo. Como discutido anteriormente, a altura está relacionada com a frequência: quanto maior a frequência, mais agudo é o som e quanto menor a frequência, mais grave será esse som. Sons graves são difíceis de se identificar quanto à origem. Sons agudos são incômodos e nos despertam a atenção e por isso utilizados em alarmes e sirenes.

### 3.2.3

#### **Intensidade**

A intensidade de uma onda sonora está diretamente ligada à forma com que percebemos o volume sonoro. Uma boa prática para os artefatos que emitam sons é a de sempre criar a possibilidade para que os usuários ajustem a intensidade desse volume ou mesmo tenham a opção de silenciá-lo.

### 3.2.4

#### **Fusão Espectral**

Raramente nos encontramos em um ambiente onde somos expostos a uma única fonte sonora. Na natureza, o padrão é a sobreposição de eventos sonoros. Em um concerto, por exemplo, vários instrumentos soam simultaneamente; Ao dirigir um carro, percebemos distintas fontes sonoras, como o som do motor, rádio, sinais de mudança de direção, dentre outros. Basicamente, diferentes ondas sonoras se sobrepõem a todo o momento. No entanto, como sabemos que determinado som pertence a determinado artefato ou emissor? Isso se dá por que o espectro sonoro derivado de uma mesma fonte sonora é coerente ao longo do

tempo. Ou seja, suas deformações de onda são consistentes, definindo o timbre sonoro específico a aquele emissor.

### 3.2.5

#### Timbre

O timbre pode ser definido como o atributo auditivo em termos do qual dois sons com as mesmas características como volume e altura sonora, são percebidos como distintos pelo ouvinte. Por exemplo, o acorde C (Dó) pode ser tocado por um piano e um violão e facilmente podemos distinguir os sons, como provenientes de dois instrumentos musicais distintos, apesar das frequências e alturas sonoras do acorde serem as mesmas para ambos. Isso também se aplica ao som das vozes humanas. Podemos reconhecer com facilidade a voz de determinada pessoa, mesmo ela não se encontrando em nosso campo de visão. Por isso, o timbre tem um grande potencial para codificar informações e conotações em artefatos. O som de um violino confere-nos conotações como elegância e suavidade que são totalmente diferentes dos sons de uma guitarra, mais estridente e com conotações a juventude e rebeldia, por exemplo. No entanto, o timbre ainda é pouco compreendido dentro do campo da acústica e psicoacústica, gerando debates e definições que muitas vezes se contradizem. Sendo um ponto de contínuos estudos em diferentes campos que estudam o som.

### 3.2.6

#### Changing Sounds

Como vimos anteriormente, os sons são variações de pressão que se propagam em um meio, geralmente o ar. Se tais variações de pressão não forem suficientemente bruscas ou rápidas, não perceberemos nenhuma mudança. Somos altamente suscetíveis às mudanças e transições sonoras, por outro lado, se um som se torna constante, tende a perder relevância e passa a se situar no plano de fundo de nossa atenção. Por exemplo, quando o som de um ar condicionado é desligado, é somente nesse momento em que percebemos de que ele estava ligado, e mais, que o som emanado era incrivelmente alto. Como esse som era constante e não nos apresentava nenhuma carga informacional, ele passou a se situar na nossa

periferia atencional. Sonoridades rítmicas constantes também tendem a se dissipar para a periferia, como por exemplo o tique-taque de um relógio. Por outro lado, para que algum evento sonoro nos chame a atenção e pule para a nossa atenção consciente, é necessário que esse som mude ou se module abruptamente, isso explica o por que dos sons das sirenes e alarmes serem altamente perceptíveis. Eles possuem uma alta modulação e alteração de altura e timbres sonoros. É o que acontece, por exemplo, quando algum som inesperadamente invade o espaço, perturbando a ecologia acústica, ou quando um estímulo sonoro é discrepante ou não possui uma relação de causa-efeito com a informação que o campo visual nos informa.

### 3.2.7

#### ***Spatial Hearing***

A localização de um som é altamente relevante ao se trabalhar com *feedbacks* sonoros. Segundo Gaver (et al., 1989), podemos distribuir os sons tridimensionalmente no espaço para obter os mesmos benefícios de uma distribuição de objetos gráficos dentro de uma metáfora de desktop de interfaces gráficas. Assim, nos baseamos na origem dos sons como fonte de reconhecimento da posição dos objetos no espaço.

### 3.2.8

#### **Efeito sônico: A escala de Shepard**

Com nome dado em homenagem ao psicólogo Roger Shepard, o efeito soa como uma escala infinitamente ascendente ou descendente. Os tons se movem constantemente para cima ou para baixo, porém, nunca alcançam algum ápice ou ponto mais baixo, em uma sucessão infinita. Esse efeito é atingido ao empilhar as escalas musicais umas sobre as outras — tipicamente, uma escala de tons agudos, uma de tons médios e outra de tons graves — com uma diferença de oitava entre elas, tocando-as em repetição contínua. O compositor Hans Zimmer, utiliza muito esse efeito em seus filmes, tornando uma marca registrada de seu trabalho.

### 3.2.9

#### Efeito sônico: Doppler

O efeito Doppler descreve uma anamorfose relativa do sinal original. A modificação perceptiva é devida a uma relação de movimento entre a fonte de som e o ouvinte que provoca uma compressão ou uma expansão da onda sonora. (Augoyard; Torgue, 2006). Na prática, a percepção da altura sonora da fonte emissora de som é modulada e alterada devido ao movimento dessa fonte emissora com relação ao receptor. A altura sonora é mais alta, portanto mais aguda quando o emissor se desloca na direção do ouvinte, e por consequência, mais baixa e grave ao se distanciar desse ponto. Esse efeito é bastante comum nas paisagens sonoras urbanas, como o som de uma ambulância se deslocando em uma rodovia. O efeito Doppler também é utilizado na música, mais especificamente nas obras do compositor Gustav Malher (Augoyard; Torgue, 2006).

### 3.2.10

#### Efeito sônico: “The Cocktail Party”

Os trabalhos do cientista cognitivo Edward Colin Cherry (1953) formaram a base teórica do que viria a ser denominado por “atenção seletiva”. Cherry denominou essas teorias de “*Cocktail Party Effect*”. Fazendo referência ao fenômeno de conseguirmos focar nossa atenção a uma determinada conversação, proveniente de uma única pessoa em uma sala repleta de pessoas conversando ao mesmo tempo. Ou seja, nos focarmos em um único estímulo sonoro em decorrência de diversos estímulos simultâneos. Esse conjunto de teorias tem papel fundamental nos estudos sobre os mecanismos atencionais que veremos em mais detalhes no sub-capítulo a seguir.

## 3.3

### Teoria da atenção e memória

O som é frequentemente utilizado para alertas, alarmes e lembretes, cuja função é a de atrair a atenção do usuário (Bakker et al., 2013). O que vai de

encontro com os preceitos e conceitos da *Calm Technology* descritos por Mark Weiser ao final dos anos 80. Esses preceitos afirmavam que a informação deveria se diluir no ambiente, não sendo intrusiva, portanto não havendo a necessidade de que o usuário necessite estar constantemente monitorando o espaço a todo o momento. Ao mesmo tempo, quando necessário, o usuário poderia focar sua atenção em determinado ponto de interesse (Bakker et al., 2013). Hiroshi Ishii, utiliza os mesmos preceitos sob o nome de “Mídia Ambiente” que consiste em interfaces que suavizam a mudança de foco dos usuários para a informação que está em primeiro plano e a informação que está no plano de fundo. O som tem papel determinante no que confere ao entendimento desses processos atencionais. O simples ato de ouvir evoluiu para se tornar nosso sistema de alarme (Horowitz, 2012). Esse sistema abrange um campo muito maior que a visão, operando mesmo quando estamos dormindo. E como o silêncio absoluto não existe, nosso sistema auditivo está sempre se auto-regulando em decorrência da experiência que temos com o meio em que estamos inseridos. Assim, muitos dos sons de nosso cotidiano permanecem fora de nosso radar cognitivo, ao menos que uma mudança sonora brusca ocorra, nos alertando do perigo eminente (Horowitz, 2012).

A atenção pode ser descrita como estímulos que percebemos por meio de nosso aparato cognitivo, em uma abordagem *bottom-up*<sup>45</sup> denominada “atenção sensorial”, e *top-down*<sup>46</sup>, denominada “atenção intelectual” (Bakker et al., 2013). Nossos canais sensoriais estão constantemente em atividade, fazendo leituras do nosso entorno. Os estímulos recebidos são processados inconscientemente, em um processo dinâmico que envolve o acesso à memória, a construção de hipóteses de acordo com a comparação com fatos vividos e a análise do contexto presente (Pinheiro, 2011). Em suma, o estudo sobre atenção se foca em dois principais processos, denominados “atenção seletiva” e “atenção dividida”.

**A atenção seletiva** é o processo onde focamos nossa atenção em determinado estímulo/objeto enquanto que ignoramos o restante. Podemos fazer uma analogia com esse processo a um filtro mental, que seleciona determinado estímulos em detrimento de outros de forma intencional.

---

<sup>45</sup> De cima para baixo.

<sup>46</sup> De baixo para cima.



**A atenção dividida** é o processo em que dividimos nossa atenção em diferentes pontos focais simultâneos. Esse modelo de atenção baseia-se no pressuposto de que possuímos um nível finito de atenção, que pode ser dividido entre diferentes processos simultâneos (Bakker et al., 2013). Daniel Kahneman (2011) escreve sobre o fenômeno da atenção em seu livro “Pensando rápido e devagar”. Kahneman (2011) estipula de que existem dois tipos de sistemas de pensamento. O sistema 1 é rápido, inconsciente, imediato, involuntário e automático. Sua resposta a certos estímulos, como cores, formas e cheiros é praticamente instantânea (Kahneman, 2011). Por outro lado, o sistema 2 é lento, deliberado, consciente, mais lógico e demanda uma capacidade maior de atenção, levando os estímulos a serem processados a um nível consciente e atento (Kahneman, 2011). Veremos as duas formas de processamento atencionais em mais detalhes a seguir.

### 3.3.1

#### **A atenção seletiva**

Como ilustrado anteriormente, diversos estímulos são captados pelo nosso aparato sensorial simultaneamente. No entanto, esses estímulos necessitam ser processados antes de serem percebidos e se tornarem conscientes (Bakker et al., 2013). É esse processamento que nos permite distinguir entre diferentes timbres vocais, por exemplo, entre o timbre de voz de um conhecido em meio a diferentes vozes. O campo da psicoacústica denomina esse processo de “*Auditory Scene Analysis*”<sup>47</sup>. É comumente aceito de que todo esse processo se dá de forma inconsciente (Bakker et al., 2013). Esses processos de atenção seletiva, descrevem a atenção como um filtro mental. Temos como exemplo, o já citado experimento “*The Cocktail Party Effect*”. Esse experimento basicamente comprova de que basta uma intrusão ou acontecimento inesperado, como a voz de algum conhecido dizendo nosso nome, para que nosso foco seja interrompido e redirecionado para determinado estímulo (Augoyard; Torgue, 2006).

É nesse ponto em o cérebro passa a controlar a experiência — e assim fazendo-o a ouvir ao invés de apenas escutar. Isso é de fato, o que acontece quando um evento

---

<sup>47</sup> “Análise da Cena Auditiva” - Livre tradução do autor.

deixa de fazer parte da informação de fundo o suficiente para ser percebido conscientemente ao invés de ficar diluído no ambiente auditivo. A diferença entre o sentido de ouvir e a habilidade de escutar se chama atenção (Horowitz, 2012, p. 234. Livre tradução do autor).

No entanto, Treisman (1964) descobriu que quando palavras presentes no “plano de fundo” são relevantes para a informação sendo processada conscientemente, estas podem – tanto conscientemente, como inconscientemente – influenciar a percepção da informação sendo processada no canal que está em foco no momento (Bakker et al., 2013). A esse processo dá-se o nome de “*priming*”<sup>48</sup>. Com base no conteúdo da informação sendo processada no canal consciente, conceitos relacionados a esse conteúdo são pré-ativados, portanto o limiar para sua identificação é reduzido. Treisman (1964) denomina esse fenômeno como “Teoria de atenuação”. O autor defende de que, não atribuímos significados para as palavras situadas no “plano de fundo” antes desses estímulos chegarem ao filtro de atenuação. Ao chegarem ao filtro de atenuação, esses estímulos não são completamente bloqueados, como teorias precedentes sobre a atenção defendiam, e sim são atenuados. Sendo assim, esses estímulos atenuados que não correspondem ao canal consciente em vigor, são processados e podem se tornar conscientes, se essa informação possuir relação com o conteúdo sendo processado conscientemente. Isso explica o por que das pessoas prestarem atenção quando ouvem seus nomes, mesmo estando focadas em outra atividade, tal como acontece no experimento “*The Cocktail Party Effect*”.

---

<sup>48</sup> “Pré-ativação” - Livre tradução do autor

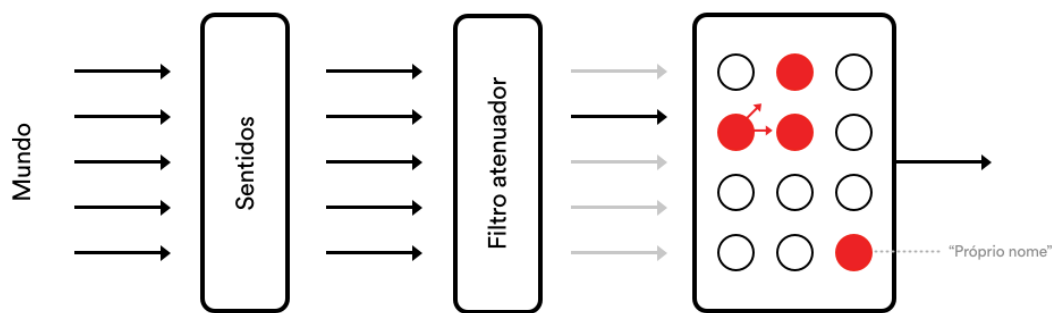


Figura 15 - Esquema do modelo de atenuação proposto por Treisman (1964). Onde estímulos são enfraquecidos pelo filtro de atenuação, porém podem ser conscientemente detectados se o conteúdo possuir relação com o canal de foco em questão.

### 3.3.2

#### A atenção dividida

De uma maneira geral, a teoria da atenção dividida explica como conseguimos desempenhar diferentes atividades simultâneas. Essas atividades podem envolver atenção sensorial e/ou intelectual (Bakker et al., 2013). A teoria da atenção dividida procura explicar como se dá a divisão e distribuição do recurso limitado de atenção entre diferentes atividades sendo desempenhadas. De acordo com a teoria, o esforço mental requerido para se desempenhar determinada atividade é reduzido quando possuímos experiência e familiaridade com a prática da mesma. Por exemplo, ao aprender a dirigir, o esforço mental despendido é enorme, por isso nenhuma atividade paralela é passível de ser executada simultaneamente, como por exemplo, conversar com o passageiro sentado ao lado. No entanto, uma vez que uma maior experiência é adquirida, menos esforço é despendido para se desempenhar atividades paralelas simultâneas, pois esses processos são aprendidos e passam a ser internalizados. A esses processos dá-se o nome de “processos automáticos”.

Por meio de repetidas exposições, os estímulos tornam-se habituais e não surtem o mesmo efeito. Isto é conhecido como habituação: uma tendência a acostumar-se com um estímulo e gradualmente notá-lo cada vez menos. Ambos os processos ocorrem de forma automática, sem que tenhamos consciência e sem exigir esforço (Pinheiro, 2011). Em contrapartida, os “processos controlados” são

os processos em que são requeridos um maior esforço cognitivo consciente, onde somente uma atividade pode ser desempenhada de cada vez. Isso vai a encontro nos conceitos de sistema 1 e sistema 2 propostos por Kahneman descritos anteriormente.

O autor ainda reforça de que existem ligações entre esses estímulos e a atenção. Quanto mais estimulados somos, mais limitado se torna o foco de nossa atenção. Isso significa que quanto mais estímulos simultâneos recebemos, os “processos controlados” aumentam. Em contrapartida, os “processos automáticos” são reduzidos. Por exemplo, quando estamos engajados lendo algum livro, podemos não perceber outros estímulos ocorrendo paralelamente, até mesmo um estímulo relevante, como ouvir o próprio nome. Segundo Pinheiro (2011), por mais eficientes e agradáveis de usar que sejam os sistemas de informação, há uma limitação natural da nossa capacidade de processar e absorver estímulos. Isso explica a tendência das pessoas reduzirem o volume ou mesmo desligarem o rádio de seus carros quando estão focadas em encontrar determinado número de residência, em uma rua ou cidade desconhecida.

A periferia, segundo Weiser e Brown, refere-se àquilo que é percebido sem necessitar de atenção explícita. Os autores dão como exemplo o barulho do motor de um carro: quando dirigimos, normalmente não prestamos atenção ao barulho do motor. Não é que não possamos ouvir o som produzido pelo motor, simplesmente não prestamos atenção a ele. Entretanto, se ele produzir algum ruído fora do comum, é provável que seja percebido rapidamente. O barulho do motor, neste caso, estava na periferia de nossa atenção mas passou para o centro quando houve uma mudança no padrão habitual (Pinheiro, 2011).

Por fim, podemos definir a “atenção dividida” como a divisão dos recursos atencionais entre potenciais atividades simultâneas (Bakker et al., 2013). O centro da atenção consciente é a atividade em que maiores recursos de atenção são alocados. Isso explica a problemática tecnológica que envolvem os artefatos digitais. A maioria das atividades que envolvem as tecnologias de hoje, delimitam grandes recursos de atenção, ou seja, encontram-se ao centro consciente atencional. Isso é decorrente das inúmeras telas, toques, alarmes e lembretes sonoros, nos interrompendo a todo instante, sequestrando nossa atenção constantemente, assumido o que Horowitz denomina por “valência negativa”.

Os sons intrusivos, mas não possuem associação imediata ao perigo, assumem o que é chamado de “valência negativa” - cujas sensações são a irritação e/ou raiva.

Eles são uma resposta a um alarme falso: você foi altamente estimulado devido a um som súbito, que revelou-se tratar apenas de mais um som familiar. Esta é uma das razões pelas quais o uso de som na tecnologia é problemático. (Horowitz, 2012, p.321).

Pinheiro (2011) ainda afirma que:

Os meios pelos quais se processa a atenção ainda são controversos. Há diferentes abordagens para a investigação do funcionamento da atenção, especialmente no que se refere à seleção de estímulos advindos do ambiente, às etapas envolvidas no processamento das informações captadas, e às estruturas do cérebro responsáveis pelos mecanismos atencionais (Paulo, 2011).

Ou seja, a compreensão sobre os modelos atencionais ainda necessita de uma maior compreensão.

Também podemos perceber e identificar diferentes objetos sonoros dentro de uma cena auditiva. Por exemplo, em uma sala de concertos, podemos ouvir uma orquestra sinfônica como um todo. Porém, também podemos sintonizar nosso foco para instrumentos musicais específicos ou até mesmo para o casal que está sussurrando ao nosso lado. A capacidade de seletivamente focar em diferentes objetos sonoros simultaneamente, ainda é uma habilidade que não é completamente compreendida. (Hermann et al., 2011, p.23. Livre tradução do autor).

Com relação aos estímulos sonoros, a dicótica utiliza-se da psicologia cognitiva para estudar a atenção. Na escuta dicótica, dois estímulos auditivos distintos são apresentados simultaneamente ao ouvinte, sendo um estímulo em cada ouvido – mensagem A em um ouvido, mensagem B no outro ouvido, ao mesmo tempo. Na escuta binauricular, dois estímulos distintos são apresentados simultaneamente em ambos os ouvidos – mensagens A e B, nos dois ouvidos, ao mesmo tempo. O participante do teste é convidado a prestar atenção a uma ou ambas as mensagens. Como resultado, em situações de escuta binauricular os indivíduos tiveram muito mais dificuldade em identificar diferenças entre as mensagens, isto é, em dividir sua atenção, do que com escuta dicótica (Pinheiro *apud* Sternberg, 2000, p.89). Isso vem reforçar o conceito de paisagens sonoras proposto por Schafer, em que múltiplos estímulos sonoros disparados simultaneamente vêm a prejudicar a clara compreensão e entendimento desses, o que passa a ser de grande importância ao se projetar sons para o artefatos do design.

### 3.3.3

#### Princípios básicos sobre a memória

A memória também possui um papel crucial na forma como recebemos e interpretamos as informações do meio (Bakker et al., 2013). O aprendizado adquirido em eventos passados tem influência nos mecanismos atencionais. Pode-se dizer que a memória tem relação direta não somente com a percepção, mas também com nossas reações ao que é percebido (Pinheiro, 2011). Ao fazermos leitura dos estímulos que nos cercam, comparamos as informações percebidas com esquemas previamente armazenados, classificando-os, hierarquizando-os e tomando decisões sobre como reagir (Pinheiro, 2011). Esse processo também se aplica à percepção de eventos sonoros ou musicais.

Visto da ótica da física, um evento musical é somente uma coleção de objetos sonoros com determinados atributos. Entretanto, de algum modo a mente humana atribui sentido a esses sons, que se tornam, assim, símbolos de outros sons e de outras coisas que não são sons, algo que nos leva a reagir emocionalmente, a gostar ou a desgostar, ao afeto ou à indiferença. (Nogueira, 2011, p. 58).

De um modo geral, nossas reações aos sons são aprendidas. Memorizamos padrões e criamos relações entre os eventos sonoros. (Nogueira, 2011, p.59). A forma pela qual a memória armazena os estímulos de um modo geral pode ser classificada em três grupos: a memória sensorial, a memória de curto-prazo e a memória de longo-prazo. A memória de trabalho ou operacional é "um conceito hipotético que refere-se ao arquivamento temporário da informação para o desempenho de uma diversidade de tarefas cognitivas" (Helene; Xavier, 2003, p.13). É a memória ocorrendo em tempo real com a atividade sendo desempenhada. Para isso coleta informações presentes na memória de curto e longo prazo. Essa memória é altamente volátil e de curtíssima duração.

A memória de curto prazo tem maior capacidade de armazenamento quando comparada com a sensorial, e por períodos um pouco mais longos; Por fim, a memória de longo prazo, que é capaz de armazenar quantidades praticamente infinitas de informações, por um período de tempo indeterminado. As memórias são armazenadas por repetição ou associação às memórias previamente existentes. A forma como se dá a retenção dessas memórias também difere, podendo ocorrer de três diferentes maneiras.

A memória explícita se refere à retenção de experiências com base em fatos e eventos vividos. O acesso a essas informações é feito conscientemente, e normalmente implica em associações arbitrárias para o seu armazenamento. Este tipo de memória é flexível e passível de ser aplicado a novos contextos (Pinheiro, 2011). A memória implícita, por sua vez, não requer a evocação consciente ou intencional de experiências passadas. Ela é construída a longo prazo, de maneira cumulativa através de sucessivas experiências semelhantes. Relaciona-se também com o treinamento através da repetição, assim como com respostas motoras e reflexos involuntários a estímulos externos. Em comparação com a memória explícita, a memória implícita é bem menos flexível. (Pinheiro, 2011).

Isso explica os clássicos experimentos de Pavlov. A base do condicionamento clássico tem como base a memória implícita. Um estímulo incondicionado, ou seja, um estímulo para o qual os cães do experimento em questão não teriam uma resposta reflexiva, como o som de um apito, pôde ser relacionado a um evento. Pavlov associou o som de um apito a um bife, através de repetidas ações, onde cada cão recebia um bife após ouvir o som do apito. Ao longo do experimento, os cães passaram a associar o som do apito com o bife em questão, tanto que ao ouvirem o som desse apito, respostas fisiológicas, como a salivação se faziam presentes mesmo sem o cão visualizar o bife. Ou seja, criou-se uma relação estímulo-resposta para o som do apito. Isso tem papel importantíssimo nas associações que fazemos com os sons dos artefatos do cotidiano. Ao ouvirmos o som de recebimento de alguma nova mensagem ou o som da campainha de nossa casa quando estamos esperando alguma entrega, somos passíveis das mesmas reações que os cães de Pavlov.

#### **3.3.4**

##### **A memória ecóica**

É a memória associada com a informação sonora receptada no meio. O ouvido converte os sons recebidos em impulsos nervosos equivalentes a frequência e a amplitude das vibrações acústicas percebidas (Snyder, 2000). Esta informação persiste por um curto espaço de tempo, geralmente menos que um segundo, sob a forma de uma memória ecóica. Ao se dissipar, deixa um rastro perceptível semelhante ao eco sonoro (Snyder, 2000). Ao contrário da memória

visual, em que nossa visão coleta estímulos visuais repetidamente – pois as imagens estão estáticas no tempo – os estímulos sonoros não são passíveis de serem escaneados repetidas vezes. Portanto, esses estímulos são armazenados por um breve período, período esse geralmente superior ao da memória icônica, ou memória visual (Snyder, 2000). Importante ressaltar que tanto a memória ecóica como a memória icônica são memórias sensoriais, e não tipos de memórias de longo prazo. Portanto, sua duração é curtíssima, se dissipando rapidamente (Snyder, 2000).

É a memória ecóica que nos permite experimentar a sensação de “momento presente” na música. Pois é por meio dela em que os diversos segmentos sonoros são unificados formando uma frase sonora coesa e única. A memória de curto prazo também tem papel crucial nesse entendimento, criando uma noção de continuidade por meio ao acesso do “passado imediato” bem como a memória de longo-prazo que nos fornece o contexto e significado acerca do que estamos ouvindo, relacionando o presente momento a um contexto de experiência mais amplo e a um conhecimento prévio do ouvinte.” (Snyder, 2000. p.46. Livre tradução do autor).

Sob a perspectiva evolutiva, esse mecanismo de agrupamento sonoro faz sentido, pois as sonoridades agrupadas por similaridade de tempo, altura ou timbre tendem a ser provenientes da mesma fonte emissora no ambiente. A busca pela sobrevivência do organismo no meio depende do poder de identificar com precisão essas fontes sonoras (Snyder, 2000). Portanto, nossa percepção auditiva é otimizada para integrar eventos sonoros separados, oriundos de uma mesma fonte, em uma única imagem acústica (Bregman, 1990, p.24-36). Mais uma vez, é importante notar que esta atividade é reconstrutiva. Grupos melódicos e rítmicos primitivos contrastam com agrupamentos aprendidos através de *schemas* e mapas mentais, requerendo para a sua formação, um processamento consciente e de interações com a memória de longo prazo. Sendo assim, trata-se de um processamento *top-down* (Snyder, 2000).

\*\*\*

Neste capítulo apresentamos um panorama dos principais pontos relacionados a acústica, ou seja, ao estudo da física do som. Também discursamos acerca da forma com que esses estímulos são recebidos pelo nosso aparato



auditivo e quais os seus impactos biológicos nestes, ou seja, sua psicoacústica. Posteriormente, investigamos o papel da teoria da atenção no que se refere aos estímulos recebidos pelo aparato cognitivo. Esses estímulos podem se situar na periferia de nossa atenção, bem como serem transpostos para o centro consciente da mesma. O modo como a atenção opera está em constante mutação: o mesmo objeto sonoro pode se situar na periferia em determinados momentos, bem como no centro atencional em outros. O contexto e a memória têm papel relevante para que isso ocorra. Por fim, vimos que a memória ecóica armazena trechos sonoros por um pequeno intervalo de tempo, o que nos ajuda a compreender a totalidade, origem e características dos sons que nos são apresentados, a criar uma linearidade de estímulo. Em suma, podemos resumir esse capítulo com as seguintes marcações:

- O processamento sonoro é o mais rápido de todos os sentidos;
- Ouvimos a todo o instante, mesmo não estando conscientes disso;
- O estímulo sonoro que chega a nosso consciente, é uma versão reduzida e otimizada do estímulo percebido pelos ouvidos;
- Quanto maior a polifonia sonora, ou seja, múltiplos estímulos sonoros simultâneos, mais ruidosa será a mensagem e por consequência, teremos uma interpretação menos definida dessa mensagem;
- É importante possibilitar o usuário a controlar a intensidade dos sons ou até mesmo a silenciá-los nos artefatos;
- Fundimos estímulos sonoros que apresentam o mesmo timbre e altura, os percebendo como parte de um todo coeso e oriundos de uma mesma fonte sonora;
- O timbre tem poder de conferir informações conotativas sobre seu emissor.
- A fonética de nossas palavras possui conotações idiomáticas que podem passar noções de dominância, urgência, entre outros;
- Sons que não possuam uma variação considerável de seus atributos ao longo do tempo, ou mesmo se tornam repetitivos, passam a se situar na periferia de nossa atenção. Do contrário, sons estridentes, com modulações dinâmicas e variações tendem a nos chamar se tornar conscientes;
- A audição se dá em âmbito de 360°, portanto podemos utilizar essa característica para orientar artefatos e objetos no espaço;

- Nossos recursos atencionais são limitados, portanto sonoridades simples ou de preferência, que já sejam conhecidas, como os “sons skeumórficos” que mimetizam o mundo físico, são mais fáceis de serem decodificados e de atribuir significados, no entanto, são limitantes;
- Estímulos sonoros que não fazem parte do meio ou que não são esperados, deixam de se situar na periferia da atenção e passam para o centro consciente.
- A memória tem forte relação na forma que percebemos e recebemos os estímulos sonoros, pois o aprendizado adquirido em eventos passados tem influência nos mecanismos atencionais;
- Se um estímulo sonoro é ouvido repetidas vezes ele passa a ser internalizado e/ou atrelado a alguma ideia, ação ou artefato.
- É por meio da memória ecóica que “costuramos diferentes pedaços” sonoros e o compreendemos como um todo linear.

Segundo Beckerman (2010), o som certo, na hora e contexto corretos, tem o poder de sintetizar funcionalidades e emoções, e o de contar uma intrincada e complexa história. Agora que possuímos um entendimento maior acerca das possibilidades sonoras e de como percebemos e interpretamos os eventos sonoros, vamos explorar e discutir como o som vem sendo trabalhado em alguns campos do saber, como forma de elencar e compreender o estado da arte, para daí propormos, a partir de uma visão holística, princípios norteadores e métodos exploratórios do som para o design.

## O som nos campos do saber

*"Tones sound, and roar and storm about me until I have set them down in notes."*  
Ludwig van Beethoven

Como mencionado nos capítulos anteriores, os artefatos interativos trouxeram novos desafios para o campo do design. A inexistência de uma correlação entre forma e função, tão comumente encontrada nesses artefatos do cotidiano, demanda por novas formas de compreender e interagir como estes. Quando pensamos nos sons desses artefatos, muitas vezes caímos na armadilha de ficarmos presos aos *bips* tão comumente utilizados nos eletrodomésticos, ou os *dings* utilizados como *feedback* sonoros nos computadores. Portanto, novas abordagens de se pensar e estruturar o som se fazem necessárias. O surgimento de artefatos dotados de processamento, *inputs* de dados mais sofisticados, computação preditiva, realidade aumentada, realidade virtual, internet das coisas, interações gestuais, *wearables*<sup>49</sup>, entre outros, estão contribuindo para a mudança desse cenário sobre o pensar o som para o design.

Felizmente, algumas tentativas no campo do design de interação têm se proposto a investigar o som dentro do contexto do design, o sub-campo mais expoente denomina-se *Sonic Interaction Design*, que se propôs a investigar métodos exploratórios para se pensar o som como um ingrediente dentro do processo projetual. Outros campos do saber, como a computação/HCI, cinema e a musicologia, possuem um pensamento mais estruturado, embasados e solidificado acerca de como o som pode vir a ser trabalhado com fins de se criar experiências mais imersivas e coesas. Esse capítulo se propõe a investigar a utilização do som nos primórdios da computação, por meio dos trabalhos pioneiros de Gaver (1989) dentro do campo da interação humano-computador. Subsequentemente, também busca – nos demais campos do saber citados acima – conceitos, premissas, formas e métodos de se pensar e explorar o som que possam vir a servir como insumo para o campo do design, que serão propostos e discutidos no capítulo 5.

---

<sup>49</sup> "Tecnologias vestíveis", que consistem em dispositivos que podem ser vestidos pelos usuários.

## 4.1

### HCI e os primórdios sonoros digitais

No início da década de 1980, deu-se início às primeiras explorações na utilização do som em projetos de interfaces para computadores pessoais (Brazil; Fernström, 2011). Nesse mesmo período, surgiu a metáfora da interface do usuário, baseando-se no paradigma WIMP<sup>50</sup> para compor a interface visual dos sistemas operacionais. Como essa interface visual utilizava como referência as metáforas visuais, por que não utilizar o mesmo princípio e pensamento para os sons dessa interface? Bill Gaver (1989) experimentou adicionar sons que fizessem alusão a eventos sonoros reais, ou sons skeumórficos. Ele chamou esses sons de *auditory icons*<sup>51</sup>, pois eram o equivalente sonoro aos ícones visuais usados na interface visual (Moggridge, 2007). Durante seus estudos, Gaver teve como orientador o psicólogo Donald Norman, cujo trabalho se concentrou na percepção sonora. Gaver começou suas pesquisas focando-se no papel do áudio e som em interfaces, o que o levou a fazer um estágio na Apple em 1986, através de Joy Mountford (Moggridge, 2007). Na Apple, ele propôs um complemento sonoro para o que estava sendo desenvolvido na época, um gerenciador de arquivos denominado *Finder*. Assim, Gaver baseou seu conceito na correlação sonora que temos com os sons do mundo físico e da natureza, sendo necessário, assim, apenas um treinamento mínimo para entender as ações realizadas pelos *auditory icons*.

#### 4.1.1

##### Auditory Icons

Esses sons são, literalmente, os sons dos artefatos cotidianos que nos são familiares, ou seja, têm por base a própria fisicalidade dos artefatos. Esse sons miméticos foram primeiramente aplicados ao projeto do Finder, o qual Gaver denominou de *Sonic Finder*.

---

<sup>50</sup> WIMP é um acrônimo para as palavras “Windows, Icons, Menus and Pointer”.

<sup>51</sup> “Ícones auditivos” - Livre tradução do autor

O trabalho da Gaver no *SonicFinder* estendeu o aplicativo de gerenciamento de arquivos do sistema operacional da Apple Finder (parte integrante da metáfora de desktop da Apple) usando ícones auditivos que possuíam controle paramétrico limitado. O SonicFinder reforçou a metáfora da interface do usuário da área de trabalho, o que aumentou a ilusão de que os componentes do sistema eram objetos tangíveis que poderiam ser manipulados diretamente. (Brazil; Fernström, 2011).

Com a ajuda dos engenheiros de software de sua equipe, Gaver atrelou sons pré-gravados às ações da interface, como, por exemplo, o som da ação de copiar e transferir arquivos fazia alusão ao som de um líquido enchendo um recipiente. Esses sons possuíam randomização, ou seja, existiam pequenas variações para os mesmos sons, como o intuito de não os deixar monótonos (Moggridge, 2007). Gaver então decidiu representar o progresso da transferência do arquivo com o som de um líquido sendo despejado em um copo, à medida que o copo ia se enchendo, o tom ou *pitch* sonoro ficava mais agudo, fazendo analogia ao ato de transferir materiais de um recipiente para outro (Gaver, 1989).

Outro exemplo fazia alusão ao tamanho dos arquivos do *Finder*. Arquivos que ocupassem mais tamanho virtual, ao serem arrastados, emanavam sons mais graves do que arquivos mais leves, que possuíam sons mais agudos. O som do recebimento de um e-mail, por exemplo, era simbolizado pelo canto de uma gaivota (Gaver, 1989). Ou seja, os *auditory icons* possuem uma característica que lhes permite serem parametrizáveis (Gaver, 1989). No entanto, o Sonic Finder acabou não fazendo parte do projeto final do *Finder*, e logo em seguida, Gaver deixou a Apple. O mais importante a salientar aqui é que na época existiam duas principais escolas de pensamento sobre a psicologia do som: uma delas objetivava entender como a música funcionava, e a outra buscava entender como compreendemos o som em sua totalidade (Moggridge, 2007). A pesquisa sobre o âmbito sonora da época, tendia a se concentrar nos atributos do som como a frequência, timbre, amplitude, entre outros. O Sonic Finder baseou-se na percepção de Gaver de que as pessoas, quando ouvem os sons, não ouvem as propriedades nas quais os psicólogos estavam interessados, mas sim na fonte e evocações dessas sonoridades. O equivalente aos estudos sobre a *Psicologia da Gestalt*, onde percebemos o meio como uma relação entre seus elementos visuais e não os elementos isolados per se.

[...] é impossível ser neutro quanto tratamos dos sons, então decidi que os sons do *Sonic Finder* deveriam de uma maneira geral possuir conotações com elementos

que despertassem o sentimento de felicidade, alegria, amizade. (Gaver, 1988. Livre tradução do autor).

A proposta de Gaver – e seu design para o *Sonic Finder* – era a de complementar e enriquecer a interação com os computadores, nos permitindo escuta-los da mesma forma com que escutamos o mundo cotidiano (Gaver, 1989). Outro fator importante, segundo Gaver, era de que utilizando-se da mesma analogia, tanto no campo visual quanto no sonoro, criar-se-ia uma redundância que poderia ser benéfica, ajudando os usuários a aprender e a lembrar diferentes formas de se interagir com o sistema, reforçando o sentimento de *mimesis*. Gaver ainda menciona que outros projetos relevantes exploraram o som e o uso de tecnologias em meados dos anos 80, como o *Sonic Shark*, *ARKola*, *ShareMon*, e o *EAR: Environmental Audio Reminders*.

Um exemplo interessante da utilização de *auditory icons* que tangencia com os conceitos de computação calma propostos por Weiser é o projeto *SoundScapes* criado pelo professor da Georgia Tech University, Bruce Walker. A proposta do *SoundScapes* é de informar sem ser disruptivo. Para isso, o projeto utilizou uma ampla gama de sons retirados da natureza para transmitir tipos específicos de informações sobre o mercado de ações. O *SoundScapes* começa com um tema geral, como uma floresta, com sonoridades constantes de fundo, como um rio fluindo juntamente com canto de pássaros. À medida que um valor de dados específicos se altera, digamos o preço do ouro, sons que antes eram discretos dentro do *SoundScapes* se intensificam, relatando de que houveram mudanças em alguns dos parâmetros do mercado de ações. Assim, sons como os cantos de pássaros se intensificam, por exemplo. Se o preço continuar a aumentar, o sistema adiciona e intensifica outros sons, ao mesmo tempo em que os reproduz de forma aleatória para mantê-los dinâmicos. O oposto também ocorre: se o valor do ouro diminui, por exemplo, o sistema diminui a intensidade dos sons de forma sequencial. Se os valores se alteram de forma brusca, o *SoundScapes* simula uma tempestade, utilizando-se sons de trovão e chuva (Rose, 2014). Esse exemplo deixa claro que existe muita informação intrínseca e conotativa aos sons do cotidiano, e essa informação é percebida, processada e compreendida de forma espontânea e automática, mesmo que não estejamos conscientes disso.

Segundo Gaver (1989), existem três formas distintas de mapeamento do modelo sonoro de como compreendemos o mundo e os sistemas digitais: **o simbólico, o metafórico e o icônico.**

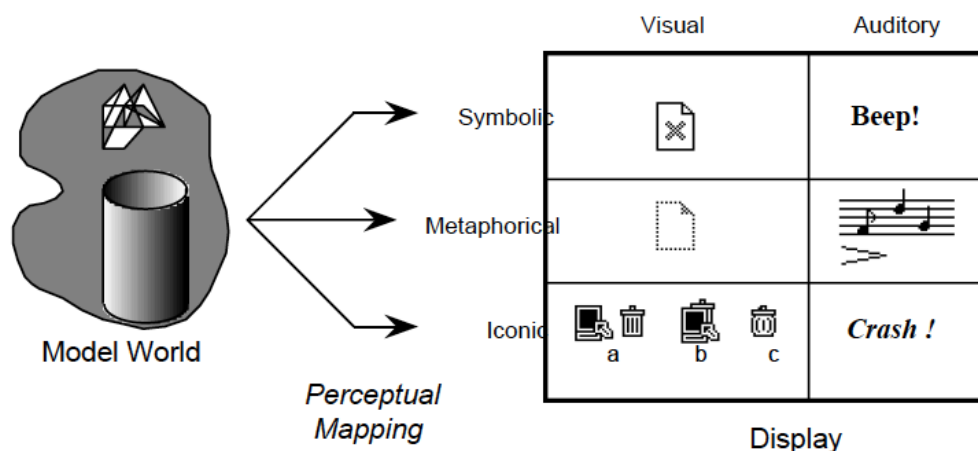


Figura 16 - As três formas de mapeamento segundo Gaver (1989).

Esses modos de compreensão distinguem-se entre si pelo grau em que os mesmos possuem arbitrariedade ou estão intrínsecos a leis naturais. **Os mapeamentos simbólicos** são difíceis de serem aprendidos, pois são totalmente arbitrários e dependem de convenções sociais para que o seu significado se torne conciso (Gaver, 1989). Já os **mapeamentos metafóricos** são fáceis de serem aprendidos, pois dependem de semelhanças entre a representação e o representante. Por fim, os **mapeamentos icônicos** são os mais fáceis de aprender, pois dependem da semelhança entre uma representação e aquilo que o representa: ou seja, os mapeamentos icônicos nos permitem fazer uma ponte entre as habilidades que já possuímos por meio de nossa vivência no mundo cotidiano e os mundos digitais possibilitados pelas tecnologias. É sobre esse ponto que Gaver sugere que os designers devem evitar projetar para que usuários criem associações simbólicas com os artefatos. O autor também reforça de que os projetos de design deveriam utilizar associações metafóricas ou icônicas – em detrimento das associações simbólicas – visto que já possuímos esse mapeamento natural intrínseco, baseado em nossa vivência e compreensão de mundo. Sendo assim, nos seria mais fácil reconhecer e compreender o artefato.

Sugere-se, no entanto, que esta não seria uma visão adequada para todos os casos projetuais, pois os *auditory icons* possuem limitações por não serem suficientemente representantes de uma miríade de novas funcionalidades e ações

não presentes no mundo físico, como o recebimento de mensagens, sons de e-mails enviados e recebidos ou mesmo o alertas de finalização de programa de um microondas.

Outro ponto questionável sobre a limitação dos *auditory icons* é de que a representação sonora das ações sendo executadas podem não possuir um valor representacional relevante. O próprio *Sonic Finder* pareceu levar esse conceito ao limite ao utilizar sons de gaivotas para informar o recebimento de e-mails, o que de certa forma, não é nada comunicativo. Essa notificação sonora não possui relação alguma com o recebimento de novas mensagens e pode vir a confundir ainda mais o usuário desses sistemas.

O próprio autor reconheceu que essa abordagem poderia se mostrar um pouco limitada. Para isso sugeriu diferentes formas de contornar essa limitação, como a utilização de **metáforas sonoras, efeitos sonoros, clichês sonoros e os “sons de gênero”**. As **metáforas sonoras** representam a ação que está sendo realizada, mas de uma maneira abstrata. As propriedades sonoras como o tom, ritmo, timbre e intensidade podem e devem ser manipuladas para enfatizar e reforçar a ação sendo executada. Uma qualidade comum de sons metafóricos é a mudança do tom para significar algum tipo de impulso ou movimento. Por exemplo, o *feedback* sonoro do iPhone quando uma mensagem de texto é enviada consiste em um tom ascendente, criando uma metáfora conceitual de que a mensagem “subiu” e foi enviada, o que em suma, significa que a mensagem foi para algum lugar. Por sua vez, quando uma mensagem de texto é recebida, o tom é descendente, dando a entender de que algo “desceu” para o aparelho eletrônico. Outra forma de contornar é por meio da utilização de **efeitos sonoros**. Gaver nos dá um exemplo do som de uma arma laser em um filme de *sci-fi*. Se esse som for bem projetado, ele pode conferir algumas características conotativas ao artefato, como ser de natureza eletrônica, rápido, poderoso e quente o suficiente para queimar qualquer objeto que cruzar seu caminho. Esses sons podem não existir no mundo físico, porém eles não são arbitrários, e sim baseiam-se em percepções e leis sonoras que nos são familiares (Gaver, 1989).

Os **clichês sonoros**, por sua vez, são sons totalmente randomizáveis, não existentes na natureza, entretanto, são tão difundidos e intrínsecos a nossa cultura que por fim, tornam-se totalmente reconhecíveis. Um exemplo seria o toque de telefone, uma das primeiras interfaces sonoras a serem difundidas na sociedade,



hoje tão comum em nosso cotidiano que se tornou por si um som icônico. Outro exemplo seria o “*clic*” produzido por meio do som mecânico do obturador em câmeras analógicas, hoje mimetizado ao se tirar fotos em câmeras digitais ou smartphones. Por sua vez, os “**sons de gênero**” são sonoridades atreladas a programas populares de TV, filmes entre outros que podem ser incorporados em sistema digitais, Gaver exemplifica a utilização de um som de teletransporte para uma ação de transferir arquivos dentro do *Sonic Finder*.

#### 4.1.2

##### Earcons

Os *earcons* foram introduzidos em 1989 por Blattner, Sumikawa e Greenberg (1989) como conceitos baseados em pesquisas que vinham sendo realizadas em torno de alertas sonoros em ambientes onde a segurança era elemento crucial, como em alas de cuidado intensivos em hospitais. Eles vieram a ser denominados de *earcons* por analogia com ícones visuais “*icons*” na língua inglesa. Eles consistem em sons abstratos, sintéticos e simbólicos (Mcgookin; Brewster, 2011). Esses objetos sonoros envolvem o desenvolvimento de um padrão arbitrário de áudio. Assim, são utilizados para fornecer informações usando mensagens de som não-verbais e onde a utilização de um *auditory icon* se mostra limitada. Esses *earcons* podem colaborar para uma melhoria significativa na compreensão e interação em interfaces visuais, pois apesar deles possuírem uma curva de aprendizado mais do que os *auditory icons*, uma vez em que são assimilados, tornam-se capazes de codificar muito mais informações do que os *auditory icons* (Mcgookin; Brewster, 2011). Enquanto que os *auditory icons*, sons de caráter icônico, exigem que exista uma relação existente entre o som e seu significado, nem sempre está relação é existente, nesses casos, emprega-se a utilização dos *earcons* (Mcgookin; Brewster, 2011). Por exemplo, como seria o som de recebimento de um e-mail? Ou mesmo o som de salvar um arquivo? Por serem sons simbólicos, não existem correlações entre o *earcon* e o que ele o representa, por isso esse objeto sonoro deve ser aprendido (Suied et al., 2005). Na década de oitenta, antes da utilização desses sons em interfaces computacionais, seu uso mais comum era relacionado aos sons de alarmes. Posteriormente, vários

estudos propuseram que esses sons pudessem transmitir informações mais complexas e poderiam ser úteis em outros artefatos (Suied et al., 2005).

Os *earcons* podem ser pensados como mensagens musicais curtas e estruturadas, onde diferentes propriedades sonoras estão associadas a diferentes parâmetros dos dados comunicados. A principal diferença entre os *earcons* e os *auditory icons* é que nem sempre existem relações entre o som e as informações que ele representa. Portanto, esta relação deve, pelo menos, inicialmente ser aprendida. Os *auditory icons* e os *earcons* são, portanto, complementares; Ambos podem ser úteis nas mesmas situações, mas com diferentes vantagens e desvantagens. (Mcgookin; Brewster, 2011. Livre tradução do autor).

Blattner (et al., 1989) propuseram que os *earcons* poderiam ser baseados em *leitmotifs*<sup>52</sup>, “por serem sons formados por breves sucessões de tons, organizados de tal forma para que produzam um padrão rítmico e tonal suficientemente distinto, funcionando assim como uma entidade individual reconhecível”. Os *leitmotifs* já vinham sendo explorados extensivamente na música e nas artes cênicas. As obras do compositor russo Sergei Prokofiev empregavam *leitmotifs*, como é o caso de “Pedro e o Lobo”, onde, para cada personagem em cena, um som diferente era atribuído. Assim, era possível construir narrativas complexas, onde somente a utilização de um *leitmotif* sonoro já era suficiente para indicar a presença dos personagens, ou criar um índice<sup>53</sup> da mesma, não sendo necessário que esse personagem estivesse em cena. A relação entre os sons e personagens deveria ser aprendida ao longo da obra, porém uma vez internalizadas e compreendidas, as possibilidades narrativas tornavam-se mais complexas e versáteis.

Blattner (et al., 1989) também enfatizam que o uso de *leitmotifs* permitem que mensagens sejam construídas sistematicamente. Também reforçam de que essas mensagens podem ser manipuladas usando princípios musicais comumente entendidos, como alterações no timbre, dinâmica e registro para formar variações, sem perder, porém, o vínculo com o tema musical principal. Além dos conceitos

<sup>52</sup> *Leitmotif* é uma palavra de origem alemã que significa “motivo condutor”. Corresponde a uma peça musical que é associada a um determinado personagem. Depois de estabelecido o *Leitmotif* (a música aparece simultaneamente com a personagem algumas vezes no início da narrativa), basta que este seja introduzido sonoramente na narrativa para que a audiência assuma a presença do personagem mesmo que este não esteja presente na cena.

<sup>53</sup> Termo derivado da psicologia da semiótica. O índice consiste em um parâmetro cujo o signo possui uma relação de causalidade sensorial indicando seu significado. Alguns índices podem ser interpretados por animais. Por exemplo, onde há fumaça geralmente há fogo. Pronomes demonstrativos e advérbios são equivalentes verbais dos índices.

sobre a utilização de *leitmotifs*, os autores ainda sugerem quatro diferentes maneiras de se pensar os *earcons*, são elas: *earcons* de um simples elemento, *earcons* compostos, *earcons* transacionais e os *earcons* hierárquicos.

**Earcons de um simples elemento** é o tipo mais simples de *earcon*, utilizados para comunicar algum parâmetro. Podem utilizar simplesmente um tom ou uma variação rítmica. Portanto, por ser de atributo único, esse *earcon* não pode ser decomposto, ou seja, não apresenta múltiplas camadas sonoras. Aplicações desse sub-tipo de *earcon* remete aos feedbacks sonoros dos primeiros aparelhos de celular, bem como à música dos primeiros jogos digitais, por possuírem unicamente um canal sonoro.

**Earcons compostos** são sons concatenados, formados por diferentes “*earcons* de um elemento”. Podemos fazer uma analogia onde os “*earcons* de um elemento” seriam as palavras, e os “*earcons* compostos” seriam as frases formadas por essas palavras (Mcgookin; Brewster, 2011). Blattner (et al., 1989) enfatizam que cada motivo deve ser composto de não mais do que quatro notas individuais, de modo a equilibrar o tempo, e também para formar um padrão melódico.

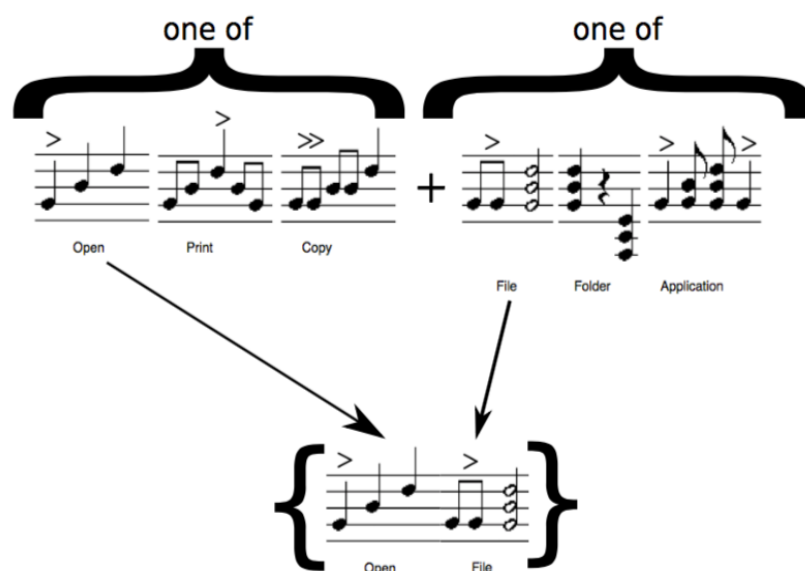


Figura 17 - Um exemplo de como “*earcons* compostos” podem ser combinados para criar mensagens sonoras. Adaptado de Brewster et al (Gaver, 1989).

Os ***earcons* transformacionais** são construídos afim de se criar uma gramática ou paleta sonora. Para que isso seja possível, uma série de regras e parâmetros são estabelecidos *a priori*. Por fim, esses parâmetros são interligados

entre si, e reproduzidos conforme o contexto e a forma de *input* de dados que recebem.

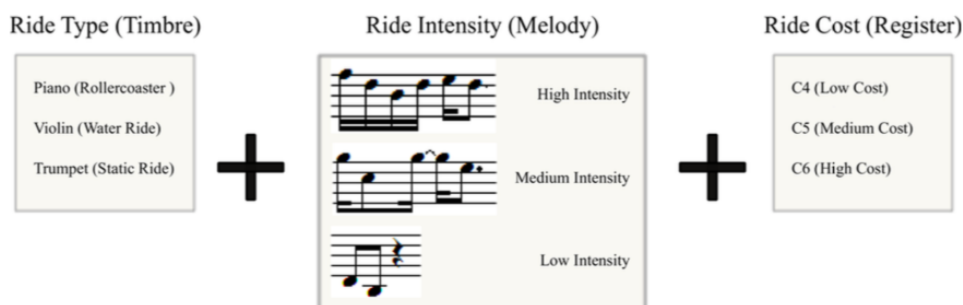


Figura 18 - Um exemplo representando atributos de um parque de diversões. Cada atributo é mapeado a um parâmetro sonoro. Valores de timbre, melodia e registro podem ser combinados e interligados para que produzam diferentes sonoridades de acordo com o contexto da operação. (GAVER, 1989).

Os **earcons hierárquicos** são similares aos *earcons* transacionais, pois também são construídos sob uma base de regras e parâmetros. No entanto, nesse caso cada *earcon* é um sub-nível de uma árvore sonora, em uma relação filho-pai, que herda propriedades sonoras das camadas que estão acima na hierarquia.

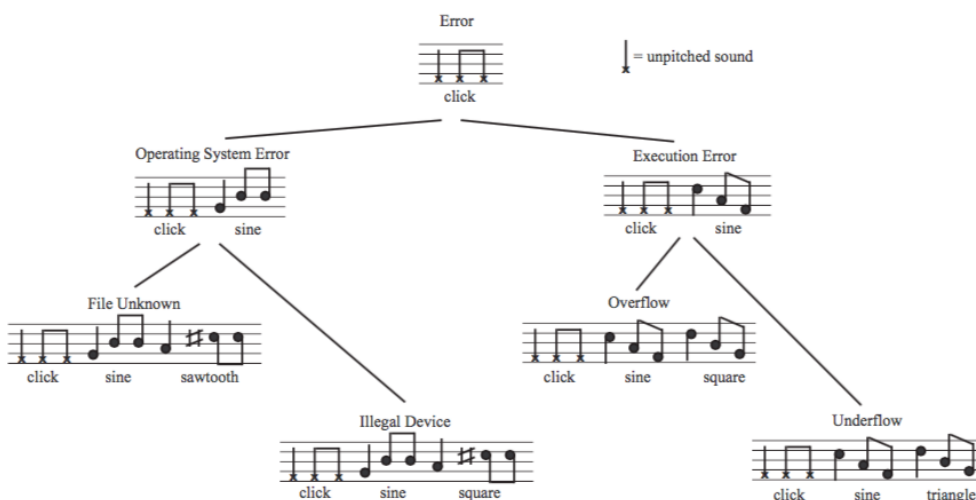


Figura 19 - Uma visão da hierarquia sonora proposta por Blattner et al. (Gaver, 1989).

Assim, conforme a classificação proposta por Blattner (et al., 1989), os *earcons* podem ser facilmente projetados e parametrizados para representar uma infinidade de cenários combinatórios, como meio de criar uma diversidade sonora temática, uma paleta sonora unificada, porém dinâmica, para a interface ou artefato proposto.

### 4.1.3

#### Por um modelo integrado

Como vimos, tanto os *earcons* como os *auditory icons* possuem vantagens e desvantagens em sua utilização. Gaver (1989), Brazil e Fernström (2011), Blattner (et al., 1989) e McGookin e Brewster (2011) ilustraram diferentes perspectivas e particularidades sobre cada formato de utilização de áudio em interfaces e artefatos.

	AUDITORY ICONS	EARCONS
VANTAGENS	De caráter simbólico; Totalmente customizáveis (princípios sonoros) Fáceis de tornar musicais e coerentes; Altamente parametrizáveis; Podem trabalhar com múltiplas camadas;	De caráter icônico; Fazem uso de atributos do mundo físico; Analogia consistente ao visual representado; De rápido aprendizado e memorização; Podem ser metafóricos (sons sci-fi, etc.)
DESvantagens	Arbitrários Podem confundir a experiência Devem ser aprendidos e memorizados	Podem resultar em uma experiência inconsistente; Não representam ações "não-naturais-físicas"; Díficil de serem parametrizáveis; Impossibilidade de trabalhar com múltiplas camadas; Não possuem tom, progressão e resolução definidos.

Figura 20 - Tabela comparativa entre as características dos *Auditory Icons* e *Earcons*. Ilustração do autor com base em Gaver (1989), Brazil e Fernström (2011), Blattner (et al., 1989) e McGookin e Brewster (2011).

Podemos nos perguntar se existem alternativas, ou mesmo se essas duas modalidades poderiam ser combinadas, criando uma terceira categoria com as vantagens de cada uma. Como unir a facilidade de parametrização do *earcon* juntamente com a facilidade de aprendizado e entendimento de um *auditory icon*? Alguns autores propuseram algumas alternativas, como Walker, Nance and Lindsay (2006) e seu conceito de *spearcons*. *Spearcons* nada mais são do que pequenas falas ou palavras aceleradas, a ponto de não serem mais entendidas como fala. Ou seja, acabam se situando entre as duas modalidades mencionadas anteriormente. Experimentos foram realizados onde esses *spearcons* foram utilizados para auxiliar na navegação de menus, e os resultados foram positivos (Fernström, 2011). Walker (et al., 2006) levantaram hipóteses de que esses

*spearcons* também pudessem ser parametrizáveis, utilizando vozes femininas ou masculinas ou diferentes entonações para transmitir significados.

Por sua vez, McGee-Lennon (et al., 2011) propuseram o conceito de *musicons*. Esses *musicons* são pequenos *leitmotifs* musicais de cerca de 0.5 segundos de músicas e canções já existentes. Se afastando um pouco do cenário auditivo, Brewster (2004) também propôs a ideia de unir *feedbacks* hápticos, com pulsações em diferentes intervalos e intensidades, a fim de transmitir informações equivalentes aos *earcons*. A esse conceito ele deu o nome de *tactons*. Por fim, os *identitones* propostos pelo compositor Eric Siday, consistem em sons corporativos, ou identidades sonoras, ou mesmo jingles associados a marcas e produtos. Um exemplo são as famosas três notas da NBC *tritone chimes*. Outro exemplo bastante conhecido é o tema de abertura do Windows 95, projetado pelo músico, designer e produtor musical, Brian Eno, que recebeu o desafio de projetar um tema que transmitisse sentimentos e adjetivos subjetivos, tais como “inspirador”, “universal”, “otimista”, “futurista”, “sentimental” e “emocional”, em 31/4 segundos.

Na verdade, eu fiz 84 versões. Eu fiquei totalmente imerso neste mundo de minúsculos pedaços de música. Por fim, acabei ficando tão sensível aos microssegundos, que, ao final do trabalho, essa forma de pensar impactou a lógica e forma com que trabalho. Então, após esse projeto, voltei a trabalhar em temas musicais com três minutos ou mais de duração, com isso tive a impressão que estava trabalhando com “oceanos de tempo” (Brian Eno, em entrevista sobre o projetar do tema sonoro do Windows 95).

## 4.2

### The Sonic Interaction Design

Sonic Interaction Design ou SID é um campo interdisciplinar que surgiu recentemente como um esforço combinado de pesquisadores e profissionais que trabalham na interseção da computação sonora e musical, design de interação, interação homem-computador, novas interfaces para expressão musical, design de produto, psicologia da música, musicologia, ciências cognitivas e arte sonora (Serafin et al., 2011). Rocchesso (et al., 2008) sugerem que o SID se situa na

intersecção entre as interfaces sonoras e computação ubíqua<sup>54</sup>. Os autores também reforçam que o SID pode ser usado como campo do conhecimento acerca as diversas funções que o som pode desempenhar no processo de interação entre usuários e produtos, serviços e ambientes. O escopo é extremamente amplo, englobando cenários micro – como o pensamento sonoro acerca de um simples despertador – até cenários macro, como composições para apresentações e instalações artísticas (Rocchesso, 2010). O SID pode ser definido como um campo interdisciplinar de pesquisa e prática que explora maneiras pelas quais o som pode ser usado para transmitir informações, significados e qualidades estéticas e emocionais em contextos interativos (Rocchesso, 2010). O campo cresceu em relevância nos últimos anos, tanto pelas necessidades do campo do design, quanto como economias de escala e miniaturização dos novos artefatos tecnológicos (Hug, 2014). Essa gama de novos artefatos cotidianos interconectados, provenientes de mecanismos e sensores cada vez mais sofisticados, demandaram a criação de novas formas de interação (Franinovic, et al., 2007).

Por sua vez, Kramer (1994), Spence (1997), Franinovic (2004) e Özcan (2008), relatam por meio de experimentos que os sons influenciam e potencializam a identificação e interpretação de imagens visuais em uma interface, contribuindo para uma experiência holística proprioceptiva<sup>55</sup>, muitas vezes corroborando na percepção de qualidade dos artefatos. Özcan (et al., 2014) investigaram diferentes sonoridades em artefatos do design, como ruído, sons dissonantes e sons consonantes, chegando a conclusão de que o som tem papel crucial na estética sensorial desses produtos, tendo também forte influencia nas emoções que temos com a utilização destes.

Outro fator relevante é que muitos desses artefatos não possuem interfaces visuais, devido à sua natureza muitas vezes ubíqua, como no caso de lares inteligentes, tênis provido com sensores como o *Nike Plus*, entre outros. Com isso, uma necessidade cada vez maior de interações multimodais e sensoriais se fazem necessárias. Nesse cenário, o contexto tem um enorme peso e relevância

<sup>54</sup> O termo Computação Ubíqua foi cunhado por Mark Weiser em 1991, no seu artigo "O Computador para o século XXI", para se referir a dispositivos conectados em todos os lugares de forma tão transparente para o ser humano que acabaremos por não perceber que eles estão lá.

<sup>55</sup> A propriocepção, também chamada de cinestesia, é a capacidade de perceber onde está cada parte do corpo em relação ao espaço e ao meio.

(Franinovic et al., 2007). Segundo Özcan (et al., 2014), os designers ainda falham em considerar o contexto de utilização de um artefato. Com isso, diversas oportunidades de interações mais ricas e significativas acabam se perdendo. O som como parte integrante da estética de um artefato também faz parte do seu contexto de uso (Özcan et al., 2014). Seu efeito e adequação sobre o meio devem ser considerados. Em suma, as respostas emocionais à sonoridade desses artefatos também podem ser moldadas e reforçadas uma vez que o designer considere o seu contexto de uso (Özcan et al., 2014). O SID já desempenha um papel significativo em muitas áreas de design, especialmente nas áreas responsáveis por produtos em categorias de mercados exigentes e altamente competitivos. Os setores proeminentes incluem as indústrias de automóveis, cosméticos e de varejo, mas recentemente, o SID tem sido considerado em outras áreas, como eletrodomésticos e equipamentos de escritório (Franinovic et al., 2007).

Um dos segmentos que mais explora a utilização do som como conexão emocional é o setor automobilístico. Marcas de luxo como Mercedes Benz, BMW e Audi, projetam de forma detalhada os sons que embarcam em seus automóveis, o que abrange sons complexos como a sonoridade do motor – e com isso a percepção de potência do mesmo – até os simples sons de funcionamento de seus acessórios, tais como o clique ao fechar uma porta. Outro bom exemplo é o ronco estridente produzido pelas motocicletas da Harley Davidson. Mais do que um simples ronco do motor, o som se tornou uma assinatura característica associada à marca. Recentemente, a Harley Davidson projetou a sua primeira motocicleta movida a motor elétrico, e ao invés de utilizar um som que remetesse ao som do motor à combustão, em uma espécie de som skeumórfico, optou por projetar um som exclusivo, porém sem perder os valores associados com a marca.

Os centros de pesquisas mais proeminentes se situam na União Européia, com iniciativas para a pesquisa como a COST<sup>56</sup>. Com isso, diferentes escolas exploratórias têm se estabelecido em diferentes países da União Européia, com diferentes propostas de pesquisa e exploração dentro do SID. Em Paris, o núcleo

---

<sup>56</sup> Acrônimo de Cooperação Europeia em Ciência e Tecnologia - é a rede intergovernamental europeia mais antiga e mais ampla para a cooperação em pesquisa. Estabelecido pela Conferência Ministerial em novembro de 1971, o COST é atualmente utilizado pelas comunidades científicas de 36 países europeus para cooperar em projetos de pesquisa comuns apoiados por fundos nacionais.



de pesquisa em design e percepção na universidade de IRCAM<sup>57</sup>, conduzido pelos professores Patrick Susini e Nicolas Misdariis, procura explorar a utilização da voz como ferramenta de *sketching*<sup>58</sup> e prototipação sonora. Sua principal iniciativa, o SkAT-VG, consiste em uma interface digital baseada nas tecnologias MAX/MSP<sup>59</sup> para explorar sonoridades onde o principal *input* consiste em vocalizações e gestos.

O projeto SkAT-VG visa permitir que os designers usem suas vozes e mãos, para esboçar os aspectos auditivos de um objeto, facilitando assim a exploração das possibilidades funcionais e estéticas do som nestes. O núcleo desta estrutura é um sistema capaz de interpretar as intenções dos usuários através do mapeamento de gestos e vocalizações, sugerir ferramentas para a síntese de som apropriados e possibilitar o refinamento e o compartilhamento desses sons, assim como são geralmente feitos com esboços desenhados nos estágios iniciais do processo de design. (Texto retirado do site do projeto SkAT-VG. Livre tradução do autor).

Outro centro de pesquisa importante encontra-se na Universidade de Artes de Zurique<sup>60</sup>, no curso de design de interação, cujos principais pesquisadores são Karmen Franinović e Daniel Hug. Sua principal característica são projetos focados em experimentos e *workshops* com finalidades de se propor métodos e princípios para o SID. Diversos artigos foram publicados sobre o assunto, abrangendo desde *workshops* para exploração e prototipação de sonoridades para parques infantis – como meio de enriquecer a experiência educativa entre crianças e artefatos – até a sonorização de artefatos em um ambiente doméstico, como a cozinha. *Workshops* foram conduzidos a fim de explorar como o som pode enriquecer o diálogo e interação entre usuário e esses artefatos. A universidade de TUDelft<sup>61</sup> na Holanda também é expoente na pesquisa sobre SID. Elif Özcan, René van Egmond e Reinier Jansen são os principais pesquisadores. Sua pesquisa é interligada com o departamento de engenharia e tem foco sobre o papel do som na emoção que esses artefatos despertam. As pesquisas também procuram

<sup>57</sup> IRCAM é uma instituição francesa dedicada à pesquisa e à criação de música contemporânea criada pelo compositor Pierre Boulez a pedido de Georges Pompidou em 1969. A sede do instituto, em Paris, foi inaugurada em 1977. Disponível em: <<http://skatvg.iuav.it/>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

<sup>58</sup> Sketching, ou “rabiscar” consiste em esboçar ideias ou conceitos de forma livre, como meio de se externalizar um pensamento.

<sup>59</sup> Max é uma linguagem de programação visual para música e multimídia desenvolvida e mantida pela empresa de software baseada em San Francisco, Cycling74.

<sup>60</sup> Disponível em: <<https://www.zhdk.ch/en/zurich-university-of-the-arts-1>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

<sup>61</sup> Disponível em: <<http://www.sounddesign.io.tudelft.nl/>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

categorizar os diferentes tipos de sonoridades e como os sons de origem mecânica dos artefatos industriais podem ser reduzidos ou reprojatados para criar percepções emocionais em produtos do design. Uma ferramenta de prototipagem sonora foi criada para esse fim, chamada de “*PSST! Product Sound Sketching Tool*”<sup>62</sup>. Por fim, outro centro de pesquisas em SID se encontra na Goldsmith University of London<sup>63</sup>, sob a supervisão de Atau Tanaka. Nessa instituição se destacam as pesquisas de som incorporado, ligados à performance e movimento.

Algumas conferências sobre o assunto têm se destacado no cenário sobre pesquisa do som. Uma das tradicionais, provenientes do campo de HCI é o ICAD e mais recentemente a *Audio Mostly*, mais preocupada com os aspectos sonoros focados na experiência e emoção no uso de artefatos. Em paralelo a NIME<sup>64</sup>, possui um foco em como as tecnologias digitais podem enriquecer os aspectos de se compor e se expressar musicalmente. O Google possui em projeto chamado *Audioset*<sup>65</sup>, que procura organizar de forma ontológica diversas sonoridades, utilizando como base os vídeos de Youtube, onde um algoritmo mapeia e categoriza com precisão os sons em diferentes grupos que abrangem desde “sons humanos” como respiração, assobios e palmas, passando por categorias como sons de animais, sons musicais, “sons de coisas” como alarmes, sinos, motores, madeira, entre outros. Por exemplo, a categoria de “sons de origem ambígua”, é composta por trechos de vídeos que contém sons de onomatopéias, silêncio, dentre outros. Esse é um cenário bastante otimista, visto que até então as pesquisas envolvendo sons em interfaces datavam da década de 80, onde foram estabelecidos os primeiros pilares do som no campo do HCI, sob denominações como sonificação e audificação, juntamente com a ascensão da metáfora da interface gráfica como vimos no capítulo anterior.

---

<sup>62</sup> A ferramenta pode ser vista como uma plataforma para designers esboçarem os “sons consequentes” dos artefatos. Esses esboços sonoros podem ser salvos, compartilhados, comparados e usados como referência durante as fases de design subsequentes. Por meio dessa ferramenta, o designer poder controlar parâmetros sonoros individuais em tempo real por meio da manipulação de objetos com marcadores fiduciais em uma mesa, onde uma câmera lê a posição dos mesmos no espaço e um software sonoro interpreta essas manipulações.

<sup>63</sup> Disponível em: <<https://www.gold.ac.uk/>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

<sup>64</sup> *New Interfaces for Musical Expression*.

<sup>65</sup> Disponível em: <<https://research.google.com/audioset/index.html>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

### 4.3

#### O cinema e o som como narrativa

Desde que o termo *Sound Designer* apareceu pela primeira vez nos créditos de um filme, em 1979, com *Apocalypse Now*, o som no cinema alcançou novas perspectivas. Desde então, o *Sound Designer* passou a ter uma crescente importância em qualquer produção cinematográfica (Iazzetti, 2006). O professor de psicologia da Universidade Tufts, Aniruddh Patel, estudou a forma pela qual o som e a música intensificam a experiência das narrativas cinematográficas. Chegou à conclusão de que os sons têm o poder de criar expectativas e antecipar eventos que não necessariamente estão ocorrendo no âmbito visual. Essas expectativas levam a associações mais complexas e significativas com a narrativa sendo apresentada na tela, onde que somente o âmbito visual não seria capaz de transmitir (Augoyard; Torgue, 2006). Os sons funcionam como uma narrativa paralela simultânea, que ajudam a informar se aspectos referentes a história estão resolvidos ou não. Podem inclusive, moldar e potencializar a impressão de que temos acerca dos personagens e seus relacionamentos com o universo fictício (Augoyard; Torgue, 2006).

O som no cinema, seja sob a forma de música ou sob a forma de efeitos sonoros, possui um grande poder informativo. Pode estabelecer o clima e a atmosfera da cena, especificando um tempo e um lugar específicos; pode chamar a atenção para elementos na tela ou fora dela. Também ajuda nas questões de trama e progressão narrativa, podendo reforçar ou antecipar a narrativa e também contribuir para a maneira como reagimos a estas; também pode elucidar as motivações dos personagens e nos fornecer pistas acerca do que esses personagens estão pensando; por fim, pode contribuir para evocar sentimentos e emoções. (Kalinak, 2013, p.15. Livre tradução do autor).

#### 4.3.1

##### Sons diegéticos, não-diegéticos e meta-diegéticos

Os conceitos de som diegético, não-diegético e meta-diegético propostos por Claudia Gorbman (1977) em seu trabalho *“Teaching the Sound Track - Quarterly Review of Film Studies”* e por Michel Chion (1994) em sua obra *“Audio-Vision: Sound on Screen”* também se fazem interessantes para o pensar o

som como narrativa cinematográfica. Esses conceitos são melhor elucidados a seguir.

Os **sons diegéticos** tem como característica sonoridades objetivas. Todo a paisagem sonora é perceptível pelos personagens que encontram-se em cena, tais como o som dos carros de uma cidade, o burburinho de uma multidão, os pássaros cantando no campo, a música tocando ao fundo em bar, ou até mesmo o diálogo entre os personagens. Esses sons podem ou não ocorrer dentro do enquadramento visual da cena. Os sons diegéticos *on-screen*, consistem em sons que ocorrem dentro da cena em ação, enquanto que os sons diegéticos *off-screen*, por sua vez, consistem em sons acusmáticos. Ou seja, sons que ocorrem fora da cena e servem para amarrar a narrativa.

Os sons **não-diegéticos** tem como característica sonoridades subjetivas. Se trata de todo o som em cena que não é percebido pelos personagens. No entanto, possui um papel muito importante na interpretação da narrativa pela audiência. Tipicamente os sons não-diegéticos constituem-se na voz narrativa em *voice over*, na trilha sonora de fundo ou nos efeitos sonoros.

Os sons **meta-diegéticos** também possuem como característica sonoridades subjetivas. No entanto, essas sonoridades se traduzem no imaginário de um personagem, geralmente em estado de alucinação ou de espírito alterado. Correspondem à representação visual e sonora de uma experiência em que um personagem abandona o seu estado sensorial normal entrando num plano de percepção emocional muito aproximado a um sonho, onde permanece durante algum tempo, retornando bruscamente à realidade. Como por exemplo, “vozes da consciência” ou o próprio pensamento de algum personagem. “*BlackMail*” (1929) de Alfred Hitchcock foi um dos primeiros filmes a utilizar o discurso meta-diegético.

Chion (1994), também cunha o termo “síncrese”<sup>66</sup> como a conjuntura entre algo que se vê e algo que se ouve – é a fusão mental entre um som e o estímulo visual quando estes ocorrem exatamente ao mesmo tempo – ou seja, um pensamento onde o resultado é maior do que a soma de suas partes. Como exemplificado por Özcan, entre outros autores já mencionados, o som potencializa o entendimento e a usabilidade dos artefatos, em um fenômeno tal qual a síncrese

---

<sup>66</sup> Síncrese é um acrônimo formado pela junção das palavras sincronismo e síntese.

de Chion dentro das teorias do som como narrativa para o cinema. No entanto, outras técnicas e formas de organização para se pensar e estruturar o som como narrativa no cinema surgiram ao longo dos anos e se tornaram parte comum ao léxico dos *sound designers*.

#### 4.3.2

##### Foley

O *Foley* é uma técnica que consiste em criar em estúdio sons de passos, portas se abrindo, etc. com o objetivo de substituir os sons de uma cena já gravada, seja porque os sons não ficaram satisfatórios, seja para realçá-los. Normalmente quando se filma uma cena dá-se maior atenção aos diálogos dos atores, sendo assim, outros sons não ficam nítidos e com uma marcação clara. Somente durante a pós-produção, por meio da técnica de *Foley* é que serão reproduzidos e gravados sons melhores. Além disso, certos tipos de sons específicos como o "pisar" em grama, na maioria das vezes não são bem captados. Assim, com a técnica de *Foley* é possível criar em estúdio um som que "lembre" o "pisar" em gramas, realçando-o. Para isso, utilizam-se objetos que não necessariamente façam alusão ao objeto sendo representado em cena, que são gravados em tempo real, conjuntamente em sincronia com a cena sendo rodada em um televisor no estúdio. Portanto, o *Foley* antes de mais nada é representar. O som do trote de cavalos, por exemplo, pode ser executado com dois cocos sendo batidos em uma superfície com areia. O termo *Foley* é referência a Jack Donovan Foley que é quem acredita-se que inventou a arte do *Foley*.

#### 4.3.3

##### Sons ambientes e efeitos sonoros

O objetivo dos sons ambientes é o de posicionar o espectador geograficamente e temporalmente na narrativa sendo apresentada em cena. Segundo Holman (2002), "O som ambiente é uma representação sonora artificial no sentido de que fornece um "espaço" que não estava lá durante as filmagens." (Holman, 2002, p.183). O som ambiente tem um papel significativo na continuidade da cena. Se o som ambiente se mantém constante durante o corte de

uma cena, está dizendo subliminarmente ao público que, embora tenha havido uma mudança no ponto de vista, a ação ainda está acontecendo no mesmo lugar. Os efeitos sonoros são um tipo de efeito não possui uma relação direta com a cena, e tem a função de criar um efeito dramático como potencializador da narrativa. São criados pelo *sound designer*, pela junção de vários sons usados para dar forma a algo inexistente através do processamento das ondas sonoras pelo uso de sintetizadores digitais ou até mesmo com uma abordagem mais orgânica, gravando objetos em estúdios e os modificando esses sons posteriormente. Os efeitos sonoros podem vir a se inspirar nos estudos sobre fonética. Os sons não necessariamente necessitam serem verbais para transmitirem significados. Muito pode ser feito por meio de sons não-verbais. O personagem robótico R2D2 da saga *Star Wars* foi criado pelo designer de som Ben Burtt usando vocalizações de sons de um bebê, mesclados juntamente com outros sons onomatopéicos como *boops* e *bips* provenientes de sintetizadores analógicos. Como resultado, ficava claro para o público quando o personagem estava feliz, triste, empolgado ou surpreso, mesmo sendo os seus sons formados inteiramente por estruturas de tons prosódicos<sup>67</sup> desprovidos de conteúdo linguístico.

#### 4.3.4

##### Leitmotifs

Os *leitmotifs*, já mencionados anteriormente, consistem em temas sonoros únicos atribuídos aos personagens de uma trama por meio de diferentes instrumentos e por distintos timbres sonoros. Um dos exemplos mais clássicos pode ser ouvido na música do compositor Ennio Morricone para o filme de 1966 dirigido por Sergio Leone, “*The Good, the Bad e the Ugly*”, em que toda vez que os protagonistas entram em cena, são pontuados por temas sonoros próprios a cada um, nesse caso, pontuados e diferenciados pelos timbres de uma flauta, uma ocarina e vozes humanas (Augoyard; Torgue, 2006). Durante o filme, a evocação de personagens pode acontecer através de sua identificação por meio desses temas sonoros, mesmo que o personagem não se encontre em cena. Outro exemplo onde

<sup>67</sup> Prosódia é a parte da linguística que estuda a entonação, o ritmo e o acento (intensidade, altura, duração) da linguagem falada e demais atributos correlatos na fala. A prosódia descreve todas as propriedades acústicas da fala que não podem ser preditas pela transcrição ortográfica (ou similar).

o conceito de *leitmotif* foi bem aplicado é no filme dirigido por Steven Spielberg, *Jaws* de 1975. O intervalo sonoro composto por duas notas constituídas por um timbre grave de tuba em ritmo de cadência cada vez mais acelerado, sinalizava de que algo estava prestes a ocorrer em cena. O timbre e intervalos sonoros eram tão característicos e incômodos a ponto de sabermos que o que veríamos em cena com certeza não envolveria borboletas e unicórnios (Horowitz, 2012).

#### 4.4

#### Fundamentos básicos da musicologia

A música, por ser altamente subjetiva, sempre foi um desafio para a ciência. Uma vez que a ciência depende de hipóteses, premissas, ferramentas de precisão e experimentos replicáveis para validar suas pesquisas. Se perguntarmos a um músico, a um psicólogo, a um compositor e a um neurocientista para definir o que viria a ser música, teríamos respostas completamente diferentes ou mesmo conflitantes (Horowitz, 2012). Uma das definições mais conhecidas sobre o que viria a ser música, é de autoria do compositor experimental Edgard Varèse. Ele afirma de que a música nada mais é do que “o som organizado”.

Ao longo dos séculos, a cultura ocidental tem tentando, implacavelmente, classificar os ruídos, música e os sons do cotidiano. Filósofos, autores, estudiosos e músicos tem trabalhado para abstrair e ter acesso a esses objetos sonoros de forma pura e objetiva. (Augoyard; Torgue, 2006. Livre tradução do autor).

No entanto, essa definição foi contestada por outro compositor, John Cage, que enfatizou a arbitrariedade dos limites entre a música, o ruído e o silêncio em suas composições e manuscritos musicais (Cage, 1961). Wisnik (1989) possui um pensamento familiar a Varèse, onde enfatiza que os sons naturais do mundo são polifônicos e desordenados, cabendo à música organizá-los.

O som do mundo é ruído, uma polifonia de simultaneidades. O mundo se apresenta para nós, a todo momento, através de frequências irregulares e caóticas com as quais a musicologia trabalha para extrair-lhes uma ordenação. (Wisnik, 1989, p.6).

Afinal, nada é mais subjetivo do que o conceito de “som organizado”. Todos os fenômenos auditivos podem ser considerados como música (Horowitz, 2012). A pesquisa acerca da música e dos sons data de milhares de anos, tendo

início com os estudos de Pitágoras sobre a matemática dos intervalos musicais, até os dias mais recentes, onde novas tecnologias permitiram estudos mais aprofundados através de imagens neurais por meio de scanners fMRI (Augoyard; Torgue, 2006).

Os blocos básicos de construção da música ocidental baseiam-se no conceito tonal, ou tonalidade, uma estrutura matemática para organizar os sons em música, sendo seus componentes básicos a melodia, a harmonia e o ritmo. A tonalidade pode ser definida como um sistema musical que gira em torno de um único tom ou nota, funcionando como um centro de gravidade: é um ponto focal em torno do qual o restante das notas musicais são organizadas, servindo como uma espécie de “porto seguro” onde um evento sonoro ou frase musical começa e termina (Kalinak, 2013). Com isso, produz-se tensão à medida que a progressão musical se move para longe e resolução, quando a progressão se move em direção ao centro tonal. A música ocidental é formada por 12 notas musicais. São 7 notas “naturais”, C (dó), D (ré), E (mi), F (fá), G (sol), A (lá) e B (si) e 5 “acidentes”, C#, D#, F#, G# e A#. Essas notas podem ser tocadas isoladamente, em uma sequência de sons, no que viria a ser denominado melodia ou em conjunto simultaneamente, para se formarem os acordes musicais, ou a harmonia. Uma nota musical é composta de características sonoras próprias, como frequência, amplitude, timbre, etc. Um acorde, por serem formados por várias notas simultâneas, geralmente 3 ou 4, são constituídos por diferentes frequências sonoras que se sobrepõem e interligam (Buxton et al., 1995).

#### 4.4.1

##### **Melodia, Harmonia e Ritmo**

A melodia nada mais é do que uma sequência de notas isoladas tocadas uma após a outra. Uma sucessão de tons passíveis de serem cantarolados.

A melodia é o tema principal de uma peça musical, a parte que você canta junto com a sucessão de tons que estão mais proeminentes em sua mente. A noção de melodia é diferente entre os diferentes gêneros musicais. No rock, há tipicamente uma melodia para os versos e uma melodia para o refrão. Os versos são distintos devido a uma mudança na letra ou por uma mudança na instrumentação. Na música clássica, a melodia é um ponto de partida para o compositor criar variações sobre o tema principal, que podem vir a ser utilizadas em toda a peça musical ou em partes isoladas. (Levitin, 2006, p.22. Livre tradução do autor).



Na música tonal ocidental, a harmonia privilegia certas combinações de notas, ou acordes, sobre outros, criando pontos de tensão por meio de dissonâncias sonoras e resoluções que “resolvem” essas tensões (Kalinak, 2013). Quanto mais distante a harmonia se mover do centro tonal da peça musical, mais associações de desordem e instabilidade serão conotadas. No entanto, quanto mais perto a harmonia estiver do centro tonal, mais associações conotativas de ordem e estabilidade serão atribuídas (Kalinak, 2013). O ritmo, por sua vez se refere ao tempo de duração de uma sequência de notas, e na forma como essas notas se agrupam e unidades sonoras (Levitin, 2006). Ele pode ser mais acelerado, transmitindo urgência ou mais calmo, conferindo um ar de tranquilidade (Levitin, 2006).

#### 4.4.2

##### Tonalidade maior e menor

Na obra, *“Do Androids Dream With Electric Sheeps”*<sup>68</sup> de Phillip K. Dick, o personagem Rick Deckard é acordado por um alarme denominado “sintetizador de ânimo”, onde é possível especificar o acorde com que se gostaria de ser despertado. Esse acorde por sua vez, poderia conferir diferentes estímulos e sentimentos para o personagem por meio de sua sonoridade. Se programado em C maior (dó), se acordava feliz, se programado em Dm (ré menor), o personagem poderia acordar depressivo. A tonalidade musical pode ser subdividida de diversas maneiras, porém a divisão mais importante e relevante para a pesquisa aqui proposta é a divisão entre tons maiores e menores, dois modos de organização que podem ser associados a emoções e sensações específicas (Kalinak, 2013).

Geralmente, na música ocidental, associamos as músicas onde a tonalidade é maior como felizes, motivantes e energéticas. Do contrário, músicas onde os tons são menores, são associadas a melancolia e a tristeza (Kalinak, 2013). Esse mesmo pensamento se aplica à formação dos acordes. Acordes maiores apresentam conotações de felicidade e estabilidade, enquanto que acordes menores possuem uma conotação de tristeza e instabilidade (Kalinak, 2013).

---

<sup>68</sup> “Andróides Sonham com Ovelhas Elétricas?” - Livre tradução do autor

#### 4.4.3

##### Intervalos consonantes e dissonantes

Os intervalos sonoros foram a base da melodia, pois o andamento e entendimento melódico é relativo e não absoluto. Isso significa que as melodias são definidas pelos seus intervalos e não pelas notas das quais são formadas (Levitin, 2006). Os intervalos são definidos ao longo de uma escala logarítmica, e as qualidades sensoriais e psíquicas que emergem dessas combinações sonoras – sejam maiores ou menores, consonantes ou dissonantes – tem relação entre as proporções matemáticas de suas frequências sonoras. A consonância e a dissonância são preceitos psicológicos subjacentes a combinações de notas no sistema da música ocidental. Sons consonantes são percebidos como “completos”, “suaves” e “estáveis”, enquanto sons dissonantes são percebidos como “tensos”, “instáveis” e “ruidosos” (Kalinak, 2013).

Em muitas culturas, há uma conexão entre baixas frequências e perigo, tristeza ou melancolia. Isso fica bem claro dentro do pensamento sonoro ocidental. Sinais de aviso, como por exemplo: sinos e buzinas, necessitam de uma propagação mais abrangente e por isso usam baixas frequências, assim induzindo um sentimento de fatalidade. (Augoyard; Torgue, 2006. Livre tradução do autor).

No entanto, os efeitos que essas sonoridades têm em nossa percepção ainda não são completamente compreendidos pela ciência.

Várias pesquisas se concentraram em resolver a questão do por que consideramos alguns intervalos sonoros como consoantes e outros dissonantes, e atualmente não há nenhuma resposta ou conclusão sobre isso. Até agora, nos foi possível descobrir que as estruturas mais primitivas do cérebro das quais todos os vertebrados são dotados podem distinguir entre consonância e dissonância; essa distinção acontece a nível visceral, antes que as estruturas neuronais mais complexas e de alto nível como o córtex se envolvam. (Levitin, 2006, p.77. Livre tradução do autor).

Embora os mecanismos neurais subjacentes à consonância e a dissonância sejam debatidos, há um comum acordo sobre quais intervalos são considerados consoantes e quais são considerados dissonantes. Um intervalo em uníssono - ou seja, a mesma nota, porém uma oitava<sup>69</sup> acima - é considerado consonante, pois a

---

<sup>69</sup> Uma oitava consiste em duas notas com a mesma altura sonora, porém com o dobro de sua frequência.

proporção de suas frequências são inteiras, ou seja, de 1: 1 e 2:1, respectivamente (Levitin, 2006). No entanto, se dividirmos uma oitava exatamente ao meio, teremos um intervalo denominado “trítano”, o intervalo harmonicamente mais instável da música ocidental. Na idade média, esse intervalo chegou a ser denominado como “*Diabolus in Musica*”<sup>70</sup> tamanha a dissonância e instabilidade intervalar (Wisnik, 1989). A explicação se dá por que a proporção matemática do trítano não é exata, apresentando uma relação de frequência 43:32 (Levitin, 2006). Em suma, podemos encontrar sons consonantes quando os intervalos apresentarem relações proporcionais a número inteiros, como a relação 3:1 (duas oitavas), 3:2 (quinta maior) e 4:3 (quarta justa) (Levitin, 2006). Por outro lado, intervalos onde as relações de suas frequências não possuam proporções inteiras, como os acordes diminutos ou terças menores onde a proporção logarítmica é de 65,536:59,049, soam dissonantes e tensos. Interessante pontuar que algumas pesquisas revelaram que recém-nascidos possuem uma predileção natural por sonoridades consonantes, enquanto que uma maior apreciação pela dissonância ocorria mais tarde na vida. Talvez exista uma explicação neural para esse fenômeno, pois os intervalos consonantes e dissonantes são processados por diferentes mecanismos do córtex auditivo (Levitin, 2006). Intervalos onde as notas em uma escala musical possuam uma progressão ascendente também podem indicar progresso, ascensão ou resolução. Enquanto que uma progressão descendente cria a conotação de não-resolução e regresso (Levitin, 2006).

Um exemplo de músicas compostas por sonoridades consonantes são as “músicas de elevador”. Salas de espera, elevadores e *shoppings* são embalados por músicas que, seriam descritas por psicólogos e neurocientistas como tendo uma “valência positiva”. Geralmente esse tipo de música é rotulado como “*easy listening*”, “*smooth jazz*” ou como “música de elevador”. Esse tipo de música é formada basicamente por intervalos consonantes e por tempos lentos. As canções natalinas são outro exemplo bastante comum. O que se escuta é consonância pura. Os intervalos entre os acordes e notas geralmente são oitavas, terças maiores, quintas maiores e sextas maiores. Essas canções são pensadas e compostas para que o ouvinte se sinta relaxado, feliz e alegre (Horowitz, 2012).

\*\*\*

---

<sup>70</sup> “O diabo na música” - Livre tradução do autor.

Esse capítulo buscou elucidar teorias, pensamentos e técnicas aplicadas ao som e a música derivadas de diferentes campos adjacentes de conhecimento ao campo do design, como a interação humano-computador e a sua utilização pioneira do som em interfaces digitais por meio de *auditory icons* e *earcons*. Por meio dessa varredura, nos foi possível entender o histórico, bem como o estado da arte da utilização do som em diferentes áreas do saber. Isso ocorreu por motivos onde, pela primeira vez, passamos a interagir com artefatos sem uma correlação com a dicotomia forma-função. Como consequência, a construção de uma metáfora com equipamentos de escritório foi necessária para se fomentar uma ponte conceitual entre o digital e o mundo real. No entanto, apesar de algumas tentativas por parte de Gaver, o mesmo não se concretizou no âmbito sonoro. Os *auditory icons*, e seus sons skeumórficos, mostraram-se limitados em atender às necessidades das novas funcionalidades digitais. No entanto, sua classificação simbólica, metafórica e icônica pode servir como uma estrutura benéfica para se pensar o som em artefatos. Já os *earcons*, possíveis de serem concebidos pelos sintetizadores e moduladores eletrônicos, se mostraram o modelo ideal para sonificar esses novos artefatos. Como as interfaces “flat”, os *earcons* baseiam-se em atributos da acústica e psicoacústica, no entanto, são altamente parametrizáveis e passíveis de serem concebidos como padrões melódicos, valendo-se dos princípios da musicologia, como tempo, melodia, timbre, intervalos, dentre outros.

Também vimos que novos campos de conhecimento vinculados ao design de interação, como o *Sonic Interaction Design* surgiram em busca de solucionar os problemas com relação ao uso do som em artefatos. Seus estudos e fundamentos estão baseados em *workshops* que buscam validar diferentes métodos e abordagens, abrangendo desde a prototipação de sons por meio da voz, até a sonificação de artefatos desprovidos de som, como utensílios comuns de cozinha. Alguns desses pesquisadores propuseram ferramentas digitais para se prototipar o som em cenários projetuais do design, no entanto, princípios-guia e direcionamentos conceituais ainda se fazem necessários para a utilização dessas ferramentas. Em busca disso, investigou-se áreas onde a utilização, pensamento, exploração e teoria do som já estão consolidadas, como o cinema e a musicologia. Somente com um entendimento acerca das teorias básicas sonoras e como pensarmos esses sons em forma de narrativa é que tornaremos possível projetar o

som como a voz das coisas. Uma vez que agora estamos munidos de referências teóricas e metodológicas acerca da utilização do som, vamos investigar como aplicá-las e explorá-las dentro de um contexto projetual de design. Para isso, o próximo capítulo exemplifica duas abordagens sistemáticas projetuais, enfatizando a etapa de prototipação, onde princípios norteadores e métodos exploratórios para prototipar e explorar o som para o design serão elencados e discutidos.

## O prototipar do som no design

*“Good design is making something intelligible and memorable.  
Great design is making something memorable and meaningful.”*

Dieter Rams

Este capítulo busca, em um primeiro momento, discursar sobre duas abordagens projetuais para o design, uma conhecida pelo nome de *Double Diamond*, proposta pelo *British Council of Design*, e outra denominada *User Centered Design*, proposta por Norman (2013). Busca, dentro dessas abordagens projetuais, aprofundar e investigar em mais detalhes a etapa de prototipação, ou seja, a etapa generativa de ideias e soluções para resolver os problemas levantados, resultado das etapas precedentes desse processo projetual. Para isso, utiliza-se das abordagens e conceitos de Buxton (2006).

[...] a função do prototipar é externalizar algo que é transitório, interno e abstrato - seja um pensamento ou uma ideia - e convertê-lo em algo persistente, externo e tangível - um esboço ou um modelo 3D. Isso enriquece a forma pela qual o designer interage e visualiza o artefato, abrindo diferentes possibilidades de compreensão e entendimento deste acerca do artefato. Possibilidades que não seriam presentes, se esse artefato se situasse puramente no mundo das ideias. (Buxton, 2006. Livre tradução do autor).

Isso passa a ser um desafio para os designers, já que os critérios para prototipar, projetar e pensar os sons são diferentes dos critérios que orientam a estética visual e material. Como consequência, muitas vezes os designers tendem a aderir a estratégias aparentemente seguras, como sonoridades pobres de significado e semântica ou até mesmo sons já existentes baseados em bibliotecas sonoras (Hug, 2007). O pensar o som para o design exige uma compreensão acerca de diferentes disciplinas adjacentes do campo do saber, pois basear as propriedades sonoras puramente por meio de métodos empíricos, científicos ou apenas por critérios psico-acústicos é considerado problemático e não realmente “design” (Hug, 2014).

## 5.1

### O processo de design

Dois dos processos projetuais mais conhecidos dentro do campo do design, são o modelo sistemático de pensamento convergente e divergente denominado Double Diamond<sup>71</sup>, e o modelo denominado como User Centered Design (Norman, 2013). Esses processos são variantes de um mesmo tema: iterar o pensamento de resolução de problemas por meio de quatro estágios que não são necessariamente lineares e sim, auto complementares, definidos pelas etapas de observação, concepção, prototipação e validação. Esses processos projetuais ajudam o designer a estruturar seu pensamento, conferindo a estes um conjunto de princípios, métodos e ferramentas para fomentar o pensamento crítico acerca dos artefatos a serem projetados. Flusser caracteriza que a natureza do design é a de enganar a natureza por meio da técnica, substituir o natural pelo artificial e construir máquinas de onde surja um deus que somos nós mesmos (Flusser, 2007, p.184). A seguir, abordaremos em maiores detalhes os dois processos ilustrados.

#### 5.1.1

##### Double Diamond

A abordagem *Double Diamond* foi introduzida em 2005 pelo Conselho Britânico de Design. Eles dividiram o processo de design em quatro principais estágios: os dois primeiros, *discover* e *define* tem como foco encontrar o problema correto a ser resolvido e o segundo estágio, *develop* e *deliver*, tem como foco a busca e validação pela solução correta. Ambos estágios são constituídos de sub-etapas de divergência e convergência. De modo geral, as sub-etapas de divergência, buscam por alternativas, soluções e hipóteses sem ficarem pressas à modelos de viabilidade técnica, de tempo ou financeiros. Seu propósito é unicamente de gerar o maior número possível de soluções para os problemas levantados. No entanto, uma vez na sub-etapa de convergência, necessita-se pensar em termos mais objetivos acerca de como essas ideias levantadas podem vir a ser distiladas e concretizadas. Importante salientar de que esse processo é

---

<sup>71</sup> “Diamante Duplo” - Livre tradução do autor.

iterativo, e instiga-se para que o designer transite livremente por entre as etapas e sub-etapas quando houver necessidade. Ou seja, a mesma não consiste em um processo linear e sim multi-direcional. Se novas informações forem elencadas, estas podem mudar as soluções já sendo projetadas em fases posteriores.

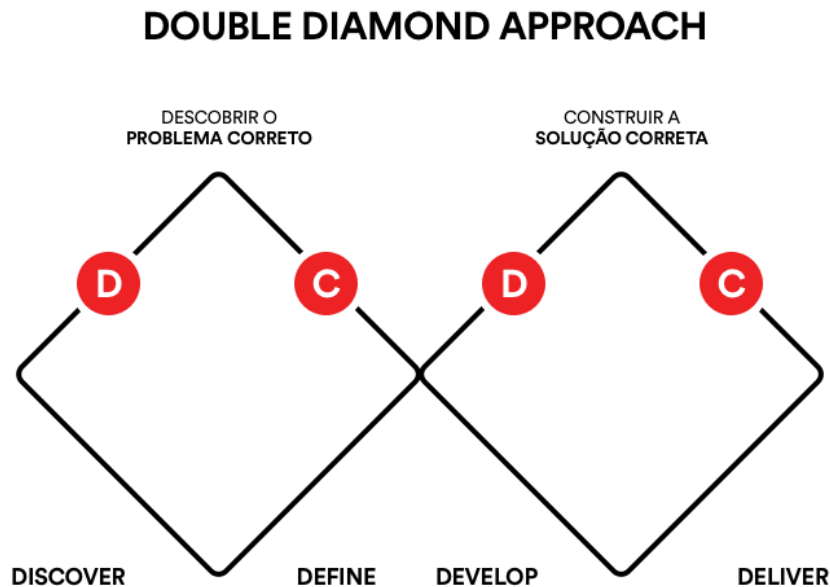


Figura 21 - Visão geral da abordagem *Double Diamond*. Onde “D” corresponde por “divergir” e “C” por convergir. Ilustração do autor.

O primeiro *diamond* requer uma compreensão profunda das reais necessidades dos usuários, enquanto o segundo foca em encontrar a solução apropriada através da validação, testes, prototipação, etc. Esse método iterativo é o que melhor funciona para os estágios iniciais de design de um produto, porém não é recomendado para os estágios finais do processo (Norman, 2013).

O objetivo da fase do “*discover*” é atuar como um período de pensamento divergente. Este estágio ajuda a identificar os problemas, oportunidades ou perfil de usuários a serem endereçados. O objetivo do pensamento de design nessa etapa é a de encontrar os problemas corretos a serem resolvidos. Na fase “*define*”, uma combinação de ideias, hipóteses e direções identificadas durante a fase de “*discover*” são analisadas e sintetizadas em um briefing com tarefas para o desenvolvimento do artefato ou serviço. Durante a fase “*develop*”, o time de design, busca por conceitos, protótipos e ideias para endereçar os problemas identificados durante as fases constituintes do primeiro diamante. É a fase onde se inclui técnicas criativas e métodos como brainstorming e prototipagem. Por último, a fase “*deliver*” é onde o conceito final validado, aprovado, desenvolvido e lançado. É importante lembrar que a abordagem *double diamond* é flexível e maleável, então o designer ou a empresa podem adaptá-la de acordo com as suas necessidades. (Design Council, 2005. Livre tradução do autor).



### 5.1.2

#### User Centered Design

O processo *user centered design* funciona como uma abordagem de pensamento auxiliado por métodos e ferramentas projetuais. O processo é dividido em 4 principais etapas em um processo cíclico e infinito, são elas: observação, geração de alternativas, teste e análise/coleta de dados. Por meio da **observação** o designer coleta dados acerca do problema a ser resolvido utilizando-se de inúmeras metodologias de design. Nessa etapa diferentes métodos e ferramentas para coleta de dados qualitativos e quantitativos podem ser utilizadas. Alguns exemplos são os *focus groups*<sup>72</sup>, análise da literatura existente sobre o tópico, entrevistas com gestores e diretores, coleta de dados de uso por meio de formulários, entrevistas com usuários, dentre outros. Após a coleta desses dados, estes são analisados em busca de padrões de uso e levantamento de hipóteses a serem endereçadas.

A segunda fase do modelo cíclico é a etapa de **geração de ideias**. Nessa etapa, o foco consiste em gerar uma grande quantidade de ideias, com foco em sua quantidade e detrimento da qualidade. Essas ideias serão posteriormente destiladas e refinadas em possíveis soluções a serem prototipadas e validadas. Então, dá-se início a etapa de **teste**. Esses testes buscam validar as premissas e hipóteses levantadas nas fases anteriores. Os testes podem se dar sob diferentes formas, através de protótipos de alta fidelidade, soluções podem ser testadas e validadas em laboratórios de usabilidade, entrevistas ou mesmo lançadas para uma pequena parcela da audiência do produto ou serviço sendo desenvolvido, como é o caso da maioria dos produtos digitais hoje existentes no mercado. Após os testes, e a subsequente coleta de dados e impressões, os resultados são compilados e analisados como forma de se encontrar possíveis erros e iterações a serem solucionadas. Esses dados por si, geram novas ideias e hipóteses, que são novamente prototipadas e testadas, em um movimento cíclico em busca de redefinir e evoluir a solução de design.

---

<sup>72</sup> “Grupos de foco” - Livre tradução do autor.

## HUMAN-CENTERED APPROACH

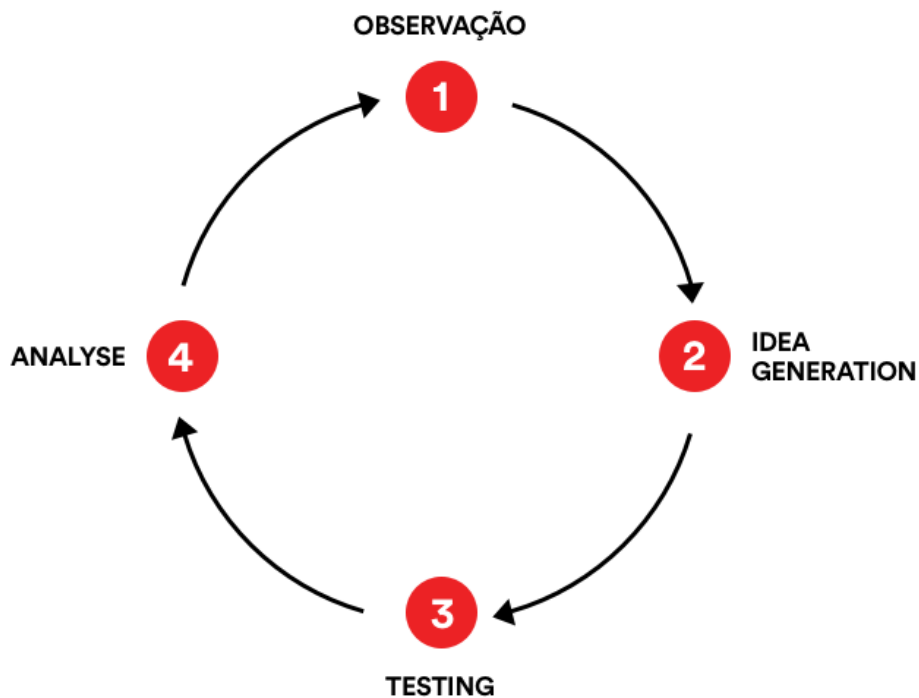


Figura 22 – Visão geral da abordagem cíclica de *User Centered Design*. Ilustração do autor.

Para a coleta desses dados e da geração de hipóteses e ideias se faz necessário a utilização de métodos e ferramentas de design. Felizmente hoje existem metodologias bem documentadas e estabelecidas, como os métodos “*Five Why’s?*”, “*Personas*”, “*Cenários*” dentre outras. Essas ferramentas e métodos foram catalogados e transformados em *design kits* por alguns dos maiores escritórios de consultoria de design do mundo, como a IDEO e Frog Design. FabLabs como o Amsterdam Labs também possuem seus *kits*. Muitos desses *kits* se apresentam sob a forma de um *deck* de cartas, ou são disponibilizados gratuitamente em materiais na internet.



Figura 23 - Exemplos de princípios e métodos sob a forma de um deck de cartas da empresa de consultoria americana de design, IDEO.

É importante salientar de que ambas as abordagens se complementam. A abordagem *Double Diamond* acaba servindo como um guia de estrutura de alto nível, atuando como um norte para o processo projetual em questão, enquanto que a abordagem *User Centered Design* é utilizada na forma de ciclos mais curtos e repetitivos, em uma espécie de abordagem micro, mais focada nos detalhes e achados dentro do processo.

Como parte de nossa pesquisa, propomos uma série de princípios norteadores e métodos exploratórios para o pensar o som para o design, uma vez que uma das problemáticas levantadas no início desse trabalho justamente trata de como os aspectos sonoros dos artefatos de design são pouco explorados dentro de um contexto projetual de design. Como consequência, grande parte dos artefatos da atualidade são desprovidos de sonoridades informativas e relevantes. Assim, nosso foco se dá na etapa divergente de *develop* dentro do *Double Diamond*, e na segunda etapa do ciclo *User Centered Design*, a etapa de geração de ideias. No recorte proposto, essa etapa passa a ser considerada como uma etapa exploratória sonora dentro do processo de design. Para isso, propomos uma série de princípios norteadores e métodos exploratórios como guias projetuais.

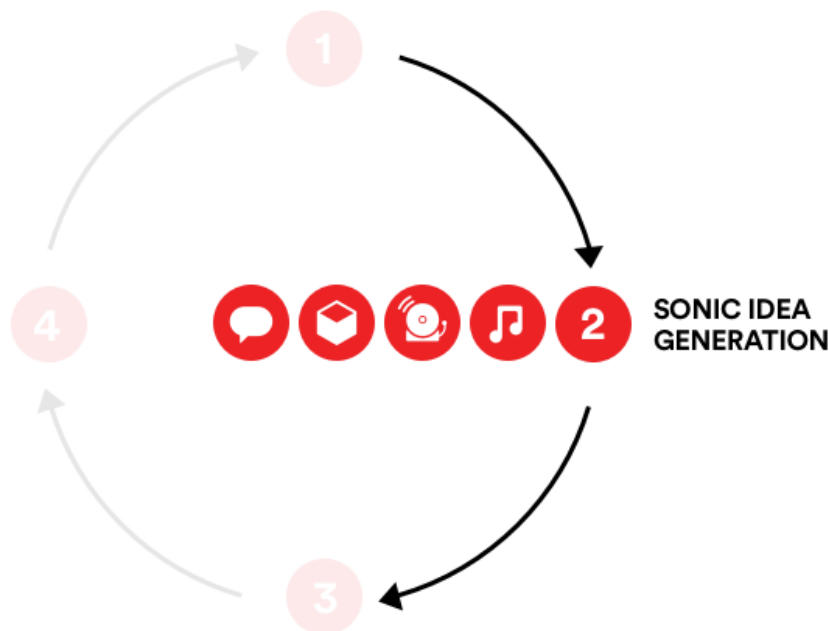


Figura 24 - Etapa de geração de ideias sonoras dentro da abordagem *User Centered Design*, propostas pelo autor. Ilustração do autor.

No entanto, primeiramente devemos compreender em maiores detalhes o papel da geração e exploração de ideias por meio da prototipagem e do papel do protótipo dentro do processo de design.

## 5.2

### O protótipo como caráter epistêmico

Os protótipos são construídos para que os designers possam pensar sobre suas soluções de uma maneira diferente (um produto tangível ao invés de uma ideia abstrata), e também para falhar rapidamente e de forma barata. Assim, menos tempo e dinheiro são investidos em uma ideia que se revela má. (Tim Brown, CEO da IDEO. Livre tradução do autor).

A ação de prototipar é crucial dentro do processo de design, visto que a prototipagem é o ato de materialização de uma ideia ou conceito, até então somente habitado de forma abstrata na mente do designer. Assim, prototipar é uma forma de externalizar um pensamento. Ao externalizar esse pensamento, o próprio forma e informa por meio da matéria. Deste modo, o designer ou a equipe responsável pelo projeto, poderá avaliar essa ideia sob diferentes aspectos e perspectivas, em uma espécie de "fazer" como um ato de "ação" contínua (Findeli, 2001), como forma de gerar alternativas em procura da melhor solução.

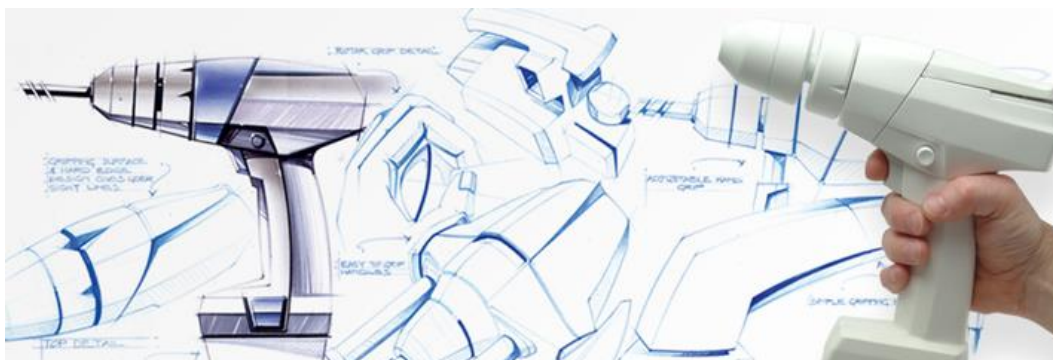


Figura 25 - Exemplo de prototipagem, envolvendo *sketches* esquemáticos, renderização volumétrica ilustrativa e construção do protótipo físico em material plástico e/ou argila em escala de tamanho real.

Com efeito, a visão sistêmica (do design) implica que a materialização de um artefato, que geralmente é considerado como o resultado final de um processo de design, não é um fim em si. Dentro desses novos sistemas complexos, espera-se que os designers passem a agir ao invés de fazer. Em outras palavras, fazer (poiesis) deve ser considerado apenas um caso especial de agir (prática), na medida em que ainda "não fazer" ainda é "agir." (Findeli, 2001, p.14. Tradução do autor).

Ou seja, o ato de prototipar, dentro do processo de design, assume um viés racionalista e, ao mesmo tempo, empirista. Intelecção e sensação trabalham em conjunto, em um processo de retroalimentação com foco em explorar e manipular novas possibilidades para a solução de dado problema projetual. Dentro do campo do design, o prototipar é acompanhado do jargão "*Fail Often, Fail Fast, Fail Cheap*"<sup>73</sup>. Assim, para se chegar a uma solução ideal para o problema a ser solucionado, inúmeras versões do artefato são geradas, pelo uso de diferentes materiais, geralmente de menores custos e produzidos de forma rápida, como meros suportes para se testar e validar caminhos e soluções projetuais. Com isso, o custo é reduzido drasticamente, não sendo necessário produzir uma versão final do artefato para se tirar impressões acerca do mesmo. Em suma, prototipar não é uma ação pragmática que busca uma solução rápida e prevista, mas sim uma ação epistêmica que busca entender o contexto sob diferentes óticas, de caráter exploratório e investigativo. É "trabalhar por entre" um problema, ao invés de "pensar por entre" esse problema. No fim, o próprio artefato, uma vez materializado, passa a agir como uma extensão corporal do próprio designer.

<sup>73</sup> Falhe com frequência, falhe rápido, falhe sem custo. - Livre tradução do autor.

Uma das capacidades humanas mais poderosas e relevantes para os designers é a incorporação de um artefato a ponto em que as pessoas percebam esse artefato como uma extensão delas mesmas. (Kirsch, 2013. Livre tradução do autor).

David Kirsh, em seu artigo intitulado “*Embodied Cognition and the Magical Future of Interaction Design*”<sup>74</sup> apresenta pontos extremamente relevantes para o pensar e agir ao conceber artefatos em um processo de design. Nesse texto, Kirsh introduz o conceito de “*tool absorption*”<sup>75</sup>, um fenômeno onde o artefato altera o *schema* e percepção entre corpo e o meio, afetando e redefinindo a percepção do espaço “peripersonal”<sup>76</sup>, revelando assim novos e possíveis *affordances* no meio.

[...] ao alterar nosso senso de onde nosso corpo termina, ou seja, nosso espaço peripessoal, por meio de artefatos, redefinimos nossas possibilidades de interação com o meio. Com um artefato em nossas mãos, nós seletivamente vislumbramos novas possibilidades de interação com o meio decorrentes da ferramenta ou artefato que estamos interagindo. Assim, estendemos nossas capacidades exploratórias (Kirsch, 2013. Livre tradução do autor).

Essas possibilidades de interação resignificadas e aumentadas pelo artefato, permitem novas formas de interpretar possibilidades ao nosso redor, como agentes participativos do meio. A percepção de altura, peso, distância, entre outras, são redefinidas. Essas possibilidades de interação também são impactadas pelo nível de expertise e habilidade do utilizador. Por exemplo, um violino modifica o alcance sônico de um músico, um surfista munido de uma prancha de surf, vislumbra as ondas do mar de uma forma diferente, dependendo se está munido de uma prancha convencional ou uma de uma prancha de *long board*.

Esse é um comprometimento chave da teoria da personificação: os conceitos e crenças que nós temos sobre o mundo estão baseados em nossa experiência de percepção e ação com as coisas, e quanto mais tivermos experiências mediadas por ferramentas maior será nosso entendimento do mundo na forma como interagimos através de ferramentas. (Kirsch, 2013).

<sup>74</sup> Cognição incorporada e o futuro mágico do design de interação - Livre tradução do autor.

<sup>75</sup> Absorção de ferramenta. - Livre tradução do autor.

<sup>76</sup> O espaço peripessoal é a região do espaço que imediatamente circunda nossos corpos.

Ou seja, a experiência de cada indivíduo com o mundo também é moldada e mediada por artefatos e suas possibilidades de interação com o meio. Essas constatações são vitais para o prototipar em design.

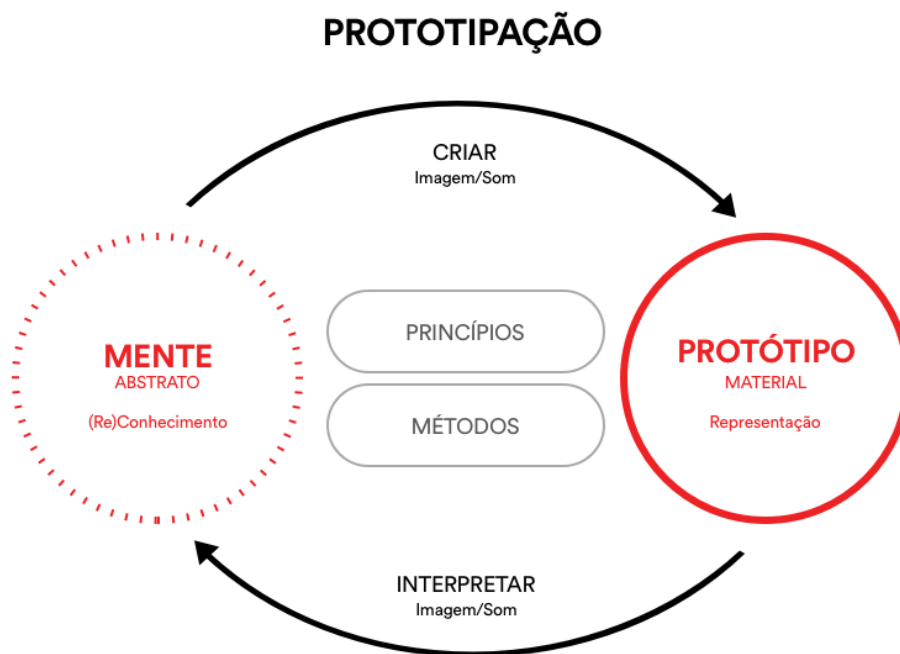


Figura 26 - Sistema cíclico de prototipação. O abstrato gera o material, que por sua vez, retroalimenta o abstrato na geração de novas alternativas. Ilustração do autor.

Ao materializarem suas ideias e concepções na forma de esboços, sons, materiais, ilustrações, esculturas, entre outros, os designers são afetados por esses artefatos, que, por sua vez, são reinterpretados, na medida em que são externalizados e analisados. Nessa etapa, a quantidade de alternativas geradas tem um enorme valor perante a qualidade destas, uma vez que essa etapa possui caráter exploratório e investigativo, onde a precisão e exatidão das soluções não são importantes, mas sim, a constância e o fazer, o pensar em ação. (Kirsch, 2013).

[...] quando as pessoas interagem com representações, instrumentos, brinquedos por meio de artefatos - elas são capazes de aprender coisas novas ou entender as coisas mais profundamente. O ato físico de esboçar e externalizar uma ideia em objeto pode nos ajudar a compreender aspectos que nunca antes percebemos ou pensamos. (Kirsch, 2013. Livre tradução do autor).

Utilizamos nosso corpo não somente para atuar no meio, no mundo, mas sim para criarmos nosso próprio mundo (Krish, 2013). Como mencionado

anteriormente, a etapa de prototipagem é a da materialização do mundo das ideias. Ao externalizá-las, representá-las, tornando-as espaciais, concretas, vistas sob múltiplos ângulos e facetas, o designer consegue então vislumbrar cenários de uso, ações e interações com o meio não possíveis anteriormente. Ou seja, o artefato torna-se a forma que informa em um estado cíclico, o design dissolve-se em comportamento.

### 5.2.1

#### Prototipando o som para o design

Como se daria esse prototipar do som para o design? Buxton (2006) nos fornece uma pista quando enfatiza de que os esboços e *sketches* sonoros deveriam ser rápidos e fáceis de se criar. Além disso, deveriam ser altamente experimentais e sugestivos, ao invés de realistas e finalizados. Os estudos acerca do som e música como narrativa ou sobre a harmonia sonora, nos sugerem alguns possíveis caminhos. Por exemplo, a indeterminação criada pela repetição e variação, preceitos das teorias musicais de Arnold Schoenberg, ou pela associação de eventos randômicos, oriundos dos discursos de John Cage, podem abrir o caminho para uma infinidade de possibilidades sônicas, em uma espécie de serendipidade sonora (Augoyard; Torgue, 2006). Para o trabalho aqui proposto, evitamos propor métodos que dependam exclusivamente de ferramentas digitais. As ferramentas atuais que trabalham de uma forma ou outra com o som, possuem curvas de aprendizado consideráveis. Ferramentas como o *Super Collider* e *Max/MSP* exigem um conhecimento avançado de programação, inibindo o comportamento exploratório que é característico do esboço e da prototipação. Outras ferramentas digitais, como o *Apple Logic*, *Ableton Live*, *Pro Tools*, etc. possuem muitos controladores que não são necessários para a etapa de prototipação, e sim para etapas mais subsequentes de finalização e refino da solução. Por outro lado, ferramentas tradicionais de design, como esboços a papel ou modelagem em espuma, permitem explicitar a interação física com um indivíduo e seus próprios pensamentos, criando a relação de espaço peripersonal. Por consequência, essas ferramentas de design sustentam habilidades que dizem respeito ao raciocínio espacial, a uma livre associação de pensamento, fomentam a discussão informal e o acaso.



### 5.3

#### Princípios norteadores

Com base na investigação das teorias discutidas nos capítulos anteriores, propõe-se uma organização de 4 princípios norteadores para o pensar, explorar e prototipar o som no design.



Figura 27 - Organização dos princípios norteadores propostos para essa pesquisa. Ilustração do autor.

#### 5.3.1

##### Princípios evocativos

Possui relação direta aos mecanismos atencionais e a forma como as sonoridades podem se situar em nosso foco ou na periferia atencional. Para isso, elucidou-se 3 subgrupos para que o designer tenha em mente ao pensar o papel do som dentro do contexto em que este está inserido: alarmes, status e feedbacks. Os **sons de alarmes**, são sons que devem perturbar o cenário auditivo e transpor o

evento sonoro da periferia atencional para o centro consciente. Como visto nas teorias da psicoacústica, procura-se utilizar sons oscilantes, modulares, de alta amplitude de onda (volume) e usualmente de alta frequência (sons agudos). Sua função é a de “quebrar” a paisagem sonora, causando uma interrupção abrupta no meio. É recomendado utilizar variação, modulação e contraste sonoro. Levando-se sempre em conta o contexto em que esse estímulo sonoro deverá ser percebido. Esse sons devem ser utilizados para situações de alta importância, visto que as mesmas se utilizadas repentinamente, podem provocar exaustão auditiva.

Já os **sons de status** servem para informar o status do artefato ou de algum sistema. São sons que não necessitam ser intrusivos como os sons de alarme, e sim mais diluídos na paisagem sonora e no contexto em que esse estímulo sonoro se faz presente. Seu objetivo é de informar o status de um artefato ou sistema, uma espécie de monitoramento sonoro, sem ser disruptivo. Por exemplo, sonoridades de quando um e-mail é recebido ou quando o nível de bateria de uma câmera fotográfica está em estado crítico. Por fim, os **sons de feedback** possuem relação direta às ações e interações com o usuário. Servem para orientar e confirmar ações, como o pressionar de botões, *input* de dados, confirmação, erros, entre outros. Para os sons de feedback, as sonoridades não necessitam ser abruptas e intrusivas, funcionando como um reforço sonoro para uma ação, em uma espécie de síncrese interativa.

### 5.3.2

#### Princípios estéticos

Os princípios estéticos lidam com as características sensoriais sonoras. São oriundos das teorias sonoras propostas no campo do HCI. Seus sub-grupos são denominados: skeumórficos, flats e vocais. Os **sons skeumórficos** são sons que possuem relação com sonoridades do mundo físico, ou seja, sonoridades “naturais”. Esses sons são um bom ponto de partida para construir uma relação entre ações em uma interface ou artefato que necessitam de uma baixa curva de aprendizado, como por exemplo, artefatos para crianças e idosos. Recomenda-se utilizar sons skeumórficos para conferir familiaridade por analogia. Por sua vez, os **sons flats**, sem relação com o mundo natural e altamente passíveis de personalização, modulação e parametrização, são ideais para criar ecologias

acústicas consistentes em artefatos por meio de feedbacks, alarmes e sons de status. Tem um forte papel para criar e fomentar personalidade nos artefatos, por meio de seus sons, conferindo uma percepção de unidade coesa entre as sonoridades do artefato. Por fim, os **sons vocais** consistem puramente de sons verbais, muito utilizados em GPSs e softwares de navegação, como meio de acessibilidade e orientação. Seu significado é imediato, não necessitando aprendizado prévio. Recomenda-se evitar misturar em um mesmo artefato, sonoridades skeumórfica e flats, em vista de se manter uma ecologia acústica consistente, pois a percepção e usabilidade de um artefato pode ser impactada.

### 5.3.3

#### Princípios narrativos

Os princípios narrativos tem como foco a experiência e a fomentação de personalidade e identidade dos artefatos e interfaces por meio do som. São divididos em: proximidade, identidade e personalidade. O conceito de **proximidade** busca fazer analogia com os sons diegéticos *on-screen* e *off-screen*, derivados das teorias do som para o cinema. Os sons devem operar de acordo com o contexto em que o usuário e o artefato estão inseridos. Sugere-se que sons de alarmes, feedbacks, entre outros, devem diferir em termos de intensidade, de acordo com a distância do artefato para com seu utilizador. Artefatos próximos poderiam soar com um volume mais baixo e de forma mais aguda, por exemplo. Enquanto que esse mesmo artefato, uma vez distante do utilizador, possa vir a soar com um maior volume e de forma mais grave. Outro conceito que fazemos analogia para com o cinema é o conceito de **identidade** para com o conceito de *leitmotifs*. De que forma o artefato projetado em questão deve soar? Qual o seu timbre sonoro? Os artefatos devem possuir sonoridades únicas, passíveis de reconhecimento por parte do usuário. Uma espécie de “identidade sonora” ou “paleta sonora” própria. Por fim, atribuímos o conceito de **personalidade** para com os diferentes níveis entre o silêncio e o ruído e também para com os fundamentos prosódicos. Uma vez estabelecida a identidade de um artefato, ele deve soar apressado ou furioso quando existe algum erro? Feliz e tranquilo quando uma ação positiva é realizada? O silêncio também é uma forma de se criar tensão e antecipação, enquanto que o ruído pode nos informar de que algo não

está correto. Os princípios harmônicos podem ser combinados para esculpir essa personalidade e identidade.

#### 5.3.4

#### Princípios harmônicos

Os princípios harmônicos podem ser consonantes, dissonantes, ascendentes, descendentes, maiores, menores e com diferentes intensidades rítmicas. **Os sons consonantes e dissonantes** situam-se em extremos opostos. O primeiro, é caracterizado por estabilidade e harmonia, para tanto, recomenda-se que seja utilizado para feedbacks cujas ações sejam positivas ou para ações de confirmação. Também podem ser utilizados para sonoridades de status que estejam em ordem e com o andamento dentro do esperado. Por outro lado, **sonoridades dissonantes** tem o efeito reverso, sendo recomendada a sua utilização como feedbacks e status para ações negativas ou de erro. Também pode ser utilizado ao projetar sonoridades para alarmes, visto que sonoridades dissonantes causam incômodo, instabilidade e inquietação. Os **sons ascendentes**, por sua vez, possuem um forte indicativo de progresso e “elevação”. Pode ser utilizado ao navegar por entre menus hierárquicos em uma interface digital, ou como feedback para confirmação para ações positivas, tais como os sons consonantes. Já os **sons descendentes**, podem informar regresso e descensão, por exemplo, o som de feedback ou desligar o ar condicionado, informando que o mesmo está se “recolhendo”. Tal quais os sons dissonantes, os sons descendentes podem ser utilizados para caracterizar erro e ações negativas.

**Sons e acordes maiores**, por passar conotações de estabilidade e segurança, possuem as mesmas aplicações que os sons consonantes, visto que, geralmente os acordes maiores, são por natureza, consonantes. **Acordes menores**, por sua vez, caracterizem-se por instabilidade e insegurança, pedindo por uma “resolução” sonora, que muitas vezes não pode ser concretizada. Assim, tem os mesmos aspectos dos sons dissonantes, visto que acordes menores possuem uma instabilidade sonora por natureza. Por fim, as questões rítmicas lidam com a nossa percepção temporal. **Sons que aceleram**, ou seja, aumentam sua repetição e intensidade ao longo do tempo, possuem um aspecto de urgência, bastante utilizado em alarmes e detectores de fumaça, por exemplo. Podem indicar de que

algo está se aproximando, como os sons de status de sonares e radares, ou mesmo o bipar ao estacionar um carro. Por outro lado, **sons que desaceleram**, conferem uma conotação de morosidade, lentidão e de que algo está se afastando ou se desconectando de seu ponto de origem.

Esses princípios norteadores aqui propostos, servem como um guia macro para o pensar o som dentro de um processo projetual de design. Eles podem e devem ser combinados e alternados entre si, tendo como objetivo a definição de guias conceituais para o artefato sendo projetado. No entanto, são necessários, ferramentas e métodos para esboçar, explorar e rascunhar essas sonoridades. Para isso, propomos uma série de métodos exploratórios sonoros, oriundos do campo do *Sonic Interaction Design*, bem como, métodos adaptados para o campo sonoro, provenientes do campo do Design de Interação. Outros métodos, foram adaptados dos campos investigados anteriormente, como o cinema.

## 5.4

### Métodos exploratórios

**Soundwalks** – Foi originalmente proposto por Murray Schafer como uma metodologia empírica para identificar e descrever os sons-ambiente de um local específico ou paisagem urbana. Quando se realizar uma *soundwalk*, é importante pedir aos participantes que transitem por uma área delimitada. Essa caminhada deve ser realizada com os ouvidos atentos. Também é possível utilizar um gravador de áudio para registrar todos os sons captados no meio. Esse exercício é um bom ponto de partida para aprimorar a compreensão da ecologia sonora que nos cerca e abrir nossos ouvidos.

**Ecologia sonora** – Ecologia acústica é todo o conjunto de sons que são ouvidos durante a experiência com o artefato. É importante projetar todos os sons como parte de uma mesma “paleta sonora”, pois os sons se interrelacionam e devem ser percebidos como partes de uma mesma família ou branding sonoro.

**Novidades sonoras** – Procure criar uma personalidade e identidade própria para os sons ao invés de utilizar referências provenientes dos sons skeumórficos. Novos artefatos e novas interações demandam novas sonoridades, não dependendo de soluções óbvias ou com sonoridades provindas de heranças analógicas como o toque de um telefone, por exemplo. Procure utilizar como

inspiração os sons *flats*, pois eles permitem uma maior maleabilidade e são passíveis de parametrização.

**Polifonia** – A relação entre som e significado, existente nos *auditory icons* são insuficientes. A utilização de *earcons* também pode se mostrar limitada. Portanto, significados e informações sonoras não podem ser transmitidos de forma satisfatória pelo simples mapeamento de parâmetros isolados do som, como volume, ritmo ou timbre. Tente criar sonoridades polifônicas, ou seja, sons de múltiplas camadas, com diferentes timbres e harmonizações. Nesse caso específico, a sobreposição de diferentes sons, pode ser facilitada com a utilização de softwares de gravação.

**Soundtelling** – Procure criar diferentes cenários de uso com o artefato, considerando todas as possíveis interações, seja com o artefato em si, entre pessoas e/ou ambiente, utilizando para isso, somente o som. Esse método é uma espécie de storytelling por meio do som.

**Soundmarks** – Murray Schafer defende de que existem determinados sons que representam fortemente alguma paisagem sonora (*soundscape*). Como exemplo, o som do sino do *Big Ben*, representa fortemente a cidade de Londres, enquanto que o som de gaivotas representam um cenário litorâneo. É dessa forma que os sons de ambiência são criados como narrativa no cinema. Outro exemplo é o choro e o samba, que estão diretamente atrelados à imagem do Rio de Janeiro. O conceito de *soundmark* pode ser aplicado a um artefato, cidade, edifício, país ou até a uma estação do ano.

**Diário sonoro** – Consistem em sons diegéticos e uma forma interessante de reunir sons do dia-a-dia por meio da utilização de um gravador ou até de um telefone celular. Esses sons, podem posteriormente servir como insumo para uma “colagem sonora”.

**Colagem sonora** – Uma espécie de *moodboard*, porém constituídos por sons, que pode ser constituída por sonoridades coletadas em *soundwalks* ou derivados de um diário sonoro.

**Sound persona** – Utilizando-se dos fundamentos prosódicos e não-verbais, como o artefato projetado deve soar? Qual a sua personalidade? Ele deve ser malvado? Apressado? Feliz? Fofo? Uma criança? Um idoso?

**Exageração** – Tente emular sons usando onomatopéias ou efeitos sonoros. Pense nos efeitos sonoros utilizados pelo cinema.

**Sons dos artefatos do cotidiano** – Procure registrar os sons dos artefatos que você mais utiliza ao longo do dia.

**Foley** – Técnica clássica de sonorização para o cinema. Tente reforçar ou criar os aspectos sonoros dos artefatos usando materiais que não são necessariamente os que você está tentando representar.

**Jogo de adivinhar sonoro** – Tente ilustrar situações do dia-a-dia ou cenários usando somente o som. Funciona muito bem como aquecimento para sessões de exploração e *brainstorms*.

**Incidentes sonoros** – Relembre um incidente nos dois últimos dias, onde que o som tenha sido memorável, e concentre-se nas emoções sentidas ao ouvir esse som (frustração, surpresa, medo, etc.). Em seguida, esboce a mesma situação junto com a descrição do som.

**Esboço vocal** – O esboço vocal envolve o uso da voz, junto com o corpo, para demonstrar a relação entre ação e *feedback* sonoro. O esboço vocal, na sua essência, é tão simples e direto como parece: o designer utiliza sua voz para produzir o som que seria concebido na interação sonora. O aparelho vocal serve para o design sonoro, assim como papel e caneta são para o domínio visual: um método rápido, fácil e altamente comunicativo para pensar e comunicar os sons no início de um processo de design. Ele é simples, disponível, dinâmico, de baixo custo e expressivo (Ekman, 2010). Pode ser utilizado tanto para exploração ou refinamento de ideias sonoras. Há algumas dificuldades apontadas por Ekman (et al., 2010), como o fato da voz ser monofônica por natureza. Assim, é impossível criar polifonias, ao menos que o esboço se dê com mais pessoas, onde cada uma emite um som diferente simultaneamente. Outra desvantagem é a de que também é difícil de reproduzir alguns sons muito específicos e complexos. Jogos infantis oferecem vários exemplos de esboços vocais. Crianças usam um vasto campo de barulhos, onomatopéias e sons vocais para representar carros, trens e outros projetos que reproduzem sons, para dar um senso de realidade a seus brinquedos. O som de referência é o som produzido pelo objeto real; a imitação consiste na seleção e na reprodução de características de alguns destes ritmos e timbres. (Augoyard; Torgue, 2006).

**Superpoderes sônicos** – Imagine um objeto que pudesse emitir qualquer tipo de som. Como enriquecer a experiência de utilizar um microondas através do som? Se um microondas possuisse superpoderes, como ele soaria?

**Novela sonora** – Consiste em uma interpretação utilizando-se somente o som e movimentos corporais. A análise da performance faz com que os designers tenham consciência de como o som afeta seus gestos e como, reciprocamente, gestos podem afetar as representações provocadas pelo som.

**Sonic Wizard of Oz** – É uma forma de prototipagem onde as interações com o artefato são filmadas e os elementos sonoros são adicionados, posteriormente, por cima da filmagem, criando um vídeo com falsa interação sonora. A sobreposição sonora confere ao designer uma maneira rápida de simular sonoridades. A desvantagem deste método é a experiência passiva que ele implica. Ambos criador e espectador não tem uma experiência direta por meio da interação com o artefato, ao invés disso, se tornam passíveis da mesma. Além disso, esse método por não ser em tempo real, não possui um vínculo com a realidade, portanto os sons podem não representar a experiência real com o artefato/interação.

**Shhhhh, silêncio!** – Nem sempre o som é desejável em um artefato. Muitas vezes o silêncio “vale ouro”. Ao prototipar o artefato, o som realmente se torna vital para o entendimento da interação?

\*\*\*

Esse capítulo buscou abordar processos e métodos projetuais do campo do design, como o *Double Diamond* e o *User Centered Design*, importantes para uma compreensão holística projetual para o design. São processos cíclicos e não-lineares de divergência e convergência, onde o designer explora e busca entender o problema a ser solucionado. Para isso, explora alternativas, as testa e valida e por fim, lança o artefato e acompanha o seu desenvolvimento e aceitação pelo mercado. A etapa de exploração de alternativas, chamada de prototipação, foi explorada mais detalhadamente, visto que nos é de interesse para essa pesquisa. Vimos que a prototipação é de extrema valia ao externalizar conceitos e ideias do abstrato para o mundo físico material, tornando possível criar uma relação espacial corporal com a materialização dessas ideias, seja na forma de esboços, maquetes, isopor, representações tridimensionais, entre outros. Outro ponto relevante é de que uma vez materializada, essa ideia é comunicada de forma mais



assertiva e eficaz para outros designers e pessoas envolvidas na aprovação e avaliação do projeto em questão.

Para o recorte dessa pesquisa, buscamos elucidar em como o som pode ser rabiscado, explorado e prototipado dentro desse contexto. Para isso, elencamos uma série de princípios básicos norteadores. Esses princípios norteadores são provenientes de teorias e princípios de diferentes campos adjacentes ao design, como a teoria da atenção, a interação humano-computador, o *sonic interaction design*, o som como narrativa no cinema, e por fim, o som como harmonia na musicologia. Por meio desses princípios, buscamos abordar diferentes aspectos de um artefato, como seu nível evocativo, ou seja, o nível pela qual as sonoridades desses artefatos devem interferir em nossa atenção, situando-se na periferia atencional ou se tornando o foco consciente. Para isso, julgamos que alertas devem ser estridentes, enquanto que mensagens de status e feedbacks devam possuir uma constância mais calma. Os conhecimentos elencados sobre acústica e psicoacústica e sobre a teoria da atenção, foram de supra importância, para entender a forma pela qual os sons podem interromper a ecologia acústica e se tornar objeto de atenção e também, como esses sons podem se situar na periferia atencional.

Os conhecimentos oriundos do campo da interação humano-computador, como os *earcons* e os *auditory icons* serviram como base para a proposta dos princípios estéticos sonoros, que podem vir a remeter sonoridades do mundo real, bem como sonoridades não-naturais e vocais. Existem vantagens e desvantagens acerca de cada abordagem, no entanto, todas são válidas para o design, desde que sejam consideradas suas implicações. Os princípios narrativos, buscaram no som como narrativa no cinema formas de se pensar o som como meio de se moldar personalidades e identidades, e assim contar histórias por meio dos sons nos artefatos. Também vimos que o contexto tem uma forte influência em como percebemos o som da natureza e dos artefatos. Por fim, os princípios harmônicos, derivados das teorias da musicologia, tem um forte papel na percepção da resposta sonora do artefato, sons harmônicos, naturalmente nos passam a conotação de que estudo está estável, enquanto que sons dissonantes, nos perturbam e causam incômodo. Assim, esses preceitos derivados da musicologia, tem o poder de informar e enriquecer os feedbacks sonoros dos artefatos.

Por fim, métodos exploratórios para o som também foram propostos, como forma de gerar alternativas, esboçar, rascunhar, descobrir por acidente e explorar o som dentro do contexto projetual de design. Uma vez munidos dos princípios sonoros norteadores, o designer pode utilizar esses métodos exploratórios para “improvisar” sonoridades. No entanto, é importante ressaltar que ambos métodos e princípios podem e devem ser utilizados em conjunto, não havendo uma ordem exata para a sua aplicação.

## Considerações finais

Essa pesquisa provém de uma inquietação sobre a forma com que o som é utilizado nos artefatos, e busca de entender os por quês de um aspecto tão importante ser negligenciado dentro do campo do design. Como visto ao longo desse trabalho, fundamentos sonoros e um pensamento sistemático acerca do som, ainda são insipientes no campo do design. Problematizações referentes ao âmbito sonoro passaram a ser abraçadas somente nos últimos anos, mais especificamente pelo campo do *Sonic Interaction Design*. Também vimos que o som possui uma estrutura sólida em campos de conhecimento adjacentes, como a musicologia e na utilização do som no cinema. Esses campos nos forneceram respostas para o bom uso do som para o design. Revisitando o trajeto da pesquisa aqui realizada, podemos afirmar que a mesma foi demarcada por inúmeros aprendizados, descobertas e reafirmações. Primeiramente, a pesquisa sobre os aspectos sonoros e sua utilização no campo do design é virtualmente inexistente no Brasil, onde grande parte do conteúdo acadêmico sobre o campo se concentra nos aspectos visuais, físicos, metodológicos e/ou mercadológicos.

Portanto, por se tratar de uma área bastante recente no campo acadêmico, tanto nacional como internacional, o som para o design ainda não possui teorias sólidas, um *corpus* acadêmico, de cunho empírico, que venha a compreender e esclarecer formas de exploração, organização e aplicação do som em artefatos derivados de um processo projetual de design. Embora alguns centros europeus de pesquisa tenham se debruçado sobre o assunto nos últimos anos, a literatura sobre o assunto ainda é escassa e bastante dispersa. Assim, foi um enorme desafio reunir e dissecar essa literatura em busca de referencial metodológico que se aplicasse ao recorte de pesquisa aqui proposto: princípios e métodos para se explorar e prototipar o som dentro de etapas generativas no campo do design.

O conhecimento apresentado e discutido nesta dissertação é, portanto, baseado em estudos empíricos sobre métodos para se explorar o som em contextos projetuais, aliados à fundamentos básicos sobre harmonia, bem como a utilização do som como narrativa. No entanto, um anseio por um maior entendimento sobre a origem, evolução e compreensão dos sons, nos motivou a

procurar por conhecimentos adjacentes ao campo com o intuito de enriquecer e embasar a pesquisa aqui proposta. Apesar da dificuldade inicial, o desafio mostrou-se gratificante e enriquecedor pela possibilidade de desenvolver um trabalho que contribuísse para o avanço da pesquisa sobre o som para o campo do design e pelo aprofundamento em torno de assuntos de áreas correlatas, como os movimentos musicais e tecnologias para o som do pós-guerra, a musicologia e as teorias da psicologia sobre memória e atenção. Como consequência, deu-se origem a uma pesquisa de caráter exploratório, buscando teorias nas áreas já citadas, que complementassem o escasso material sobre o som para o design. O fato de pesquisar um tópico mal compreendido dentro do campo do design que fosse além do campo imagético, mostrou-se outro motivador para esse trabalho.

Ao nos aprofundarmos nas pesquisas, pudemos ter uma maior compreensão de como o avanço da tecnologia e dos sistemas de gravação permitiram que a experiência com o som fosse redefinida, seja no âmbito coletivo, por meio das remodelação das paisagens urbanas, bem como a experiência no âmbito privado, por meio da convivência com novas sonoridades, como o toque de um telefone. Com esse objeto sonoro, agora passível de ser examinado, diversas tentativas de categorizá-lo em uma taxonomia sonora foram propostas, conforme discutido no segundo capítulo dessa dissertação. No entanto, nenhuma delas obteve êxito, visto que um mesmo som pode ser compreendido sob diferentes perspectivas e provocar diferentes associações. Para compreender melhor essas percepções e associações, buscamos conhecimentos no campo da acústica, que trata do aspecto tipológico e morfológico do som em termos físicos e da psicoacústica, que trata do impacto do som e das reações que temos em decorrência destes. Esses conhecimentos são elencados e discutidos no terceiro capítulo, e se mostraram extremamente esclarecedores, respondendo a alguns questionamentos e a alguns dos objetivos específicos levantados no início dessa pesquisa.

Assim, é preciso encorajar os cursos de design a oferecerem disciplinas sobre acústica e psicoacústica, pois o som também é um âmbito a ser questionado e projetado. Também é de extrema importância trabalhar por meio de *workshops* com foco na construção de identidades e sentidos sonoros dentro desses cursos de design. O som enriquece e faz parte do significado, experiência e associações emocionais que temos ao utilizar artefatos. O som revela possibilidades que o âmbito tátil e visual não são capazes de comunicar. Além do mais, o som pode ser

utilizado como narrativa na interação com esses artefatos. Com base nessas afirmações, buscamos conhecimento acerca da utilização do som como narrativa para o cinema, onde o mesmo dispõe de métodos, processos e boas práticas para o som, administrados e concebidos pela figura do *sound designer*. Essa investigação se mostrou de extrema valia, visto que foi-nos possível coletar conceitos e métodos, adaptá-los e levá-los para o campo do design. Subsequentemente, buscamos nas teorias da musicologia respostas referentes à harmonia sonora, com o intuito de construir e propor uma série de princípios norteadores, que viriam a orientar o designer ao conceitualizar sons em um ambiente projetual. Discutir a teoria musical em detalhes, fugiria ao escopo do trabalho aqui proposto, visto que as mesmas possuem milênios de conhecimento e investigação agregados. Por isso, nos restringimos aos aspectos básicos e norteadores do campo, como a harmonia, melodia, ritmo e intervalos, com fins de mais uma vez, adaptar e levar esse conhecimento para o campo do design. Essas teorias e discussões são ilustradas no quarto capítulo dessa pesquisa.

Por fim, no quinto capítulo, propomos entrar finalmente no processo de design e assim, investigar alguns de seus principais abordagens estruturais de projeto, o *Double Diamond* e o *User Centered Design*. Esses processos ampliam as possibilidades de atuação do designer, não restringindo este unicamente em etapas de execução, mas sim, o instigando construir uma visão holística do problema a ser endereçado. Desta forma, a visão do designer antes centrada unicamente no artefato se desloca para uma visão mais macro, tendo como meta a construção de uma experiência e não unicamente um artefato. Com isso, conhecimentos oriundos da psicologia, emoção, usabilidade, dentre outros são agregados ao processo. Para fins de recorte da pesquisa aqui proposta, nos delimitamos unicamente à etapa projetual de prototipação. Essa etapa tem como foco a geração de sucessivas alternativas, em um caráter epistêmico na exploração de possíveis soluções para os problemas levantados nas etapas projetuais anteriores, em busca de diferentes soluções, seja ela sob a forma de um serviço, artefato virtual ou artefato material. Para isso, buscamos alguns preceitos e conceitos derivados da psicologia incorporada para compreender como se dá a relação entre agente e objeto no meio e como esse processo se retroalimenta, levando à novas interpretações sobre o artefato sendo prototipado. Acreditamos que a prototipação é a etapa mais importante em um processo de design, visto que

é por meio dos protótipos que conceitos e ideias são externalizados e assim, cria-se a possibilidade de interagir e se relacionar com as mesmas. Ao externalizar esses conceitos e ideias, e importante, interagir com o que antes habitava unicamente um mundo abstrato, nos é possível atuarmos agentes do meio, e, assim, reinterpretamos e redefinimos essas ideias ao criarmos uma relação corpórea espaço-temporal com essas materializações.

Acreditamos que o mesmo possa vir a ser aplicado para a concepção, exploração e improvisação do âmbito sonoro dentro de um contexto projetual de design. Por fim, através de uma articulação, superposição e combinação dos princípios e métodos derivados dos diferentes campos do conhecimento levantados anteriormente, foi proposta uma série de princípios norteadores e métodos exploratórios sonoros para se explorar o som para o design, o que consideramos ser um ponto de partida ferramental e metodológico no sentido de abrir os ouvidos dos designers e ilustrar, ou por que não dizer, “sonorizar” novas possibilidades para os artefatos que fazem parte do nosso cotidiano e os que estão por vir.

## 6.1

### Desdobramentos futuros

Como mencionado anteriormente, a escolha de um tema que conta com pouca investigação sistemática dentro do campo do design e de onde grande parte da literatura está pulverizada em diferentes campos do saber, ofereceu uma oportunidade inédita para a pesquisa no design. No entanto, por situar-se puramente no campo exploratório e generativo, e ser uma abordagem puramente teórica, os próximos passos, naturalmente, deverão ser voltados ao desenvolvimento de uma pesquisa-ação como forma de validar e lapidar os princípios norteadores e métodos exploratórios aqui propostos. Essa aplicação pode se tornar tangível de diferentes maneiras: uma delas é sob a forma de um conjunto de cartas que possam ser “jogadas” coletivamente pelo time de design em sessões de *brainstorms*. Também, pretende-se dar continuidade à pesquisa aqui proposta, investigando em maior detalhe outros campos do saber, que devido ao curto tempo para essa pesquisa, não foram possíveis de ser investigados. Um desses campos é o som para jogos, uma vez que esses constituem-se de um rico

universo onírico, onde cada aspecto é pensado e projetado pelos seus designers. Nesse âmbito, o som além de narrativo, torna-se dinâmico e interativo. Outro embasamento teórico que poderia vir a adicionar conhecimento para a pesquisa aqui realizada são os escritos de Bregman sobre a *Gestalt Sonora*, o que aproxima as teorias musicais e psicoacústicas, formando uma base de conhecimento interessante que pode vir a ser melhor explorada para o campo do design. Finalmente, espera-se que esse material aqui reunido venha a servir como inspiração e fonte de consulta para novas pesquisas relacionadas aos aspectos sonoros para o campo do design.

## Referências bibliográficas

A. M. TREISMAN. **Verbal Cues, Language, and Meaning in Selective Attention.** *The American Journal of Psychology* 77(2): 206-219, 1964.

ALVES, V. N. N.; ROQUE, L. 2010. **A pattern language for sound design in games.** Proc. Audio Mostly (Pitea, Sweden, Sep. 2010), 12-18.

ARGAN, Giulio Carlo Argan. A história na metodologia do projeto. In: **Revista Coromelo.** nº 6, USP. 1992.

AUGOYARD, JEAN-FRANÇOIS, Torgue. H. **Sonic Experience:** A Guide to Everyday Sounds. 2006. McGill-Queen's University Press (April 5, 2006). 230p.

BAKKER, S.; HOVEN, Elise van den. EGGEN, B. **Design for the Periphery.** 2013.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Knowing by ear:** leveraging human attention abilities in interaction design. *J Multimodal User Interfaces.* 2012. 5:197–209.

BARTHES, R. **O óbvio e o obtuso.** Cap.2. O Corpo da Música. São Paulo: Editora 70, 2009.

BAUMAN, Z. **Modernidade líquida.** São Paulo: Zahar, 2011.

BECKERMAN, J. **The Sonic Boom:** How Sound Transforms the Way We Think, Feel, and Buy. Mariner Books; Reprint edition, 2015. 208p.

BOMFIM, Gustavo Amarante. Fundamentos de uma teoria transdisciplinar do design: Morfologia dos objetos de uso e sistemas de comunicação. In: **Estudos em Design** - Design Articles V. V, n.2, dez. 1997.

BRAZIL, E. **A Review of Methods and Frameworks for Sonic Interaction Design:** Exploring Existing Approaches. Conference: Auditory Display, 6th International Symposium, CMMR/ICAD 2009, Copenhagen, Denmark, May 18-22, 2009. Revised Papers.

BREGMAN, A. S. **Auditory Scene Analysis:** The Perceptual Organization of Sound. Paperback, 792 pages Published September 29th 1994 by Bradford Book (first published January 1st 1990).



BUXTON, B. **Sketching user experiences: Getting the Design Right and the Right Design**. Morgan Kaufmann, 2007.

BUXTON, W.; GAVAR, W.; BLY, S. **Auditory Interfaces: The Use of Non-Speech Audio at the Interface**. (1994). Disponível em: <<https://www.billbuxton.com/Audio.TOC.html>>. Acesso: 27 dez. 2017.

CARAMIAUX, B. et al. **Form Follows Sound: Designing Interactions from Sonic Memories**. Publicado em CHI 2015, April 18–23, 2015, Seoul, Republic of Korea.

CARDOSO, R. **Design para Um Mundo Complexo**. Paperback, Published January. by Cosac Naify, 2012. 264p.

CHION, M. **Audio-Vision: Sound on Screen**. Columbia University Press; 14th edition (April 15, 1994). 239p.

FLAVOUR AND SOUND. Disponível em: <<https://medium.com/@foodrepublic/how-does-sound-affect-the-ways-we-experience-food-and-drink-e82b2809318e>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

CORREIA, João Francisco de Souza. **Música concreta e eletrônica: uma exposição sobre as origens da música eletroacústica**. Publicado em Eimas: Encontro musica e arte sonora. 2003.

DESIGN COUNCIL - **A study of the design process: Eleven lessons managing design in eleven global brands**. Disponível em: <[http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons\\_Design\\_Council%20\(2\).pdf](http://www.designcouncil.org.uk/sites/default/files/asset/document/ElevenLessons_Design_Council%20(2).pdf)>. Acesso em: 08 mar. 2018.

DINGLER, T.; LINDSAY, J.; WALKER, B. N. **Learnability of sound cues for environmental features: auditory icons, earcons, spearcons, and speech**. Proceedings of the 14th International Conference on Auditory Display, Paris, Disponível em: <<http://www.dmh.org.il/exhibition/exhibition.aspx?pid=47&catId=-1>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

EKMAN, I.; MICHAL, R. **Using vocal sketching for designing sonic interactions**. Proceedings from DIS 2010. August 16 - 20. Aarhus Denmark. 2010.

FINDELI, A. **Rethinking design education for the 21st century: theoretical, methodological and ethical discussion**. Published in Design Issues: v. 17, Number 1, MIT. 2001.

FLUSSER, Vilém. **O mundo codificado**: por uma filosofia do design e da comunicação. (Org.) CARDOSO, Rafael. (Trad.) SÂMARA, Raquel Abi. São Paulo: Cosac Naify, 2007.

\_\_\_\_\_. 2002. **Filosofia da caixa-preta**: ensaios sobre uma futura filosofia da fotografia. Rio de Janeiro: Relume Dumare, pp. 79.

FORTY, A. **Objetos de desejo**: design e sociedade desde 1750. Paperback, Published. by Cosac Naify (first published 1986), 2007. 352p.

FRANINOVIĆ, K. (Editor), SERAFIN, S. (Editor) (2013) **Sonic Interaction Design**. The MIT Press (March 22, 2013). 392p.

FRANINOVIĆ, K. Hug, D. **Sound Embodied**: Explorations of Sonic Interaction Design for everyday objects in a workshop setting. Proceedings of the 13th International Conference on Auditory Display, Montreal, Canada, June 26-29, 2007.

FRANINOVIC, K.; GAYE, L.; BEHRENDT, F. **Exploring sonic interaction with artifacts in everyday contexts**. Proceedings of 14th International conference on auditory display, Paris, France, 2008.

\_\_\_\_\_. VISSEL, Y. **Strategies for sonic interaction design**: from context to basic design Proceedings of the 14th International Conference on Auditory Display, Paris, France June 24 - 27, 2008.

\_\_\_\_\_. SALTER, C. The Experience of Sonic Interaction. In: **Sonic Interaction Design**, MIT Press, 2013. 373p.

GAVER, W. **The Sonicfinder**: And interface that uses auditory icons. Human-Computer Interaction 4, 1989.

\_\_\_\_\_. **What in the world do we hear?:** An ecological approach to auditory event perception. Ecological psychology 5, 1, 1993.

GIBSON, J. J. **The Ecological Approach to Visual Perception**. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1986.

GUTO REQUENA LIGHT CREATURE. Disponível em:  
<<https://gutorequena.com/light-creature/>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

HARARI, Y. N. Homo Deus: **A Brief History of Tomorrow**. Kindle Edition, 450 pages. Published February 21st 2017 by Harper (first published March 1st 2015).

\_\_\_\_\_. **Sapiens: A Brief History of Humankind**. Paperback, Published. by Harvill Secker (first published 2011), 2014. 443p.

HELENE, André Frazão; XAVIER, Gilberto Fernando. **A construção da atenção a partir da memória**. Revista Brasileira de Psiquiatria. v. 25, n.sup 2. São Paulo, 2003.

HOROWITZ, S. **The Universal Sense: How Hearing Shapes the Mind**. Bloomsbury USA; Reprint edition, 2012. 320p.

HUG, D.; KEMPER, M. **From foley to function: a pedagogical approach to sound design for novel interactions**. Proceedings from Journal of Sonic Studies, volume 6, nr, 1. January, 2014.

\_\_\_\_\_. MISDARIIS, N. **Towards a conceptual framework to integrate designerly and scientific sound design methods**.

\_\_\_\_\_. **Barking Wallets and Poetic Flasks: Exploring Sound Design for Interactive Commodities**.

\_\_\_\_\_. KEMPER, M. PANIZ, K. FRANINOVIC, K. **Sonic Playgrounds - Exploring Principles and Tools for Outdoor Sonic Interaction**. Proceeding from AM'16, October 04-06, 2016. Norrköping, Sweden.

\_\_\_\_\_. **Using a systematic design process to investigate narrative sound design strategies for interactive commodities**. Proceedings of the 15th international conference on Auditory Display, Copenhagen, Denmark. May 18-22, 2009.

IDEO DESIGN TOOLKIT, Disponível em: <<http://www.designkit.org/methods>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

ISHII, H. **Tangible bits: beyond pixels**. Proceedings of the 2nd international conference on Tangible and embedded interaction (TEI 08), page xv-xxv, 2008.

JANSEN, Reinier J. ÖZCAN, E. **PSST! Product sound sketching tool**. Article in Journal of the Audio Engineering Society June, 2011.

KALINAK, K. **Film Music: A Very Short Introduction**. Paperback, Published March 11<sup>th</sup>. by Oxford University Press, 2010. 143p.

KIRSH, David (2013). **Embodied Cognition and the Magical Future of Interaction Design**. Paper ACM - Human Computer Interaction. v. 20, nº 1, Article 3, March 2013.

LAKOFF, G. & JOHNSON, M. **Metaphors we live by**. Chicago: University of Chicago Press. 1980.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. **Philosophy in the Flesh: The Embodied Mind and its Challenge to Western Thought**. Paperback, 640 pages Published October 8th 1999 by Basic Books (first published December 20th 1998), 1980.

LANGEVELD, L. et al. **Product sound design: intentional and consequential sounds**. Advances in Industrial Design Engineering, 2013.

LARSON, S. **Musical Forces: Motion, Metaphor, and Meaning in Music**. Hardcover, 390p. Published January 1st 2012 by Indiana University Press, 2012.

LATOUR, B. **A cautious prometheus?** A few steps toward a philosophy of design (with special attention to Peter Sloterdijk). Keynote lecture for the Networks of Design meeting of the Design History Society. Falmouth, Cornwall, 3 September, 2008.

LÉVY, Pierre. **A inteligência coletiva: por uma antropologia do ciberespaço**. Loyola. 1998.

MEDIA LAB AMSTERDAM TOOLKIT. Disponível em:  
<<http://medialabamsterdam.com/toolkit>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

MIT - Media Lab - Music Bottles. Disponível em:  
<<http://tangible.media.mit.edu/project/musicbottles/>>. Acesso em: 27 dez. 2017.

MOGGRIDGE, B. **Designing Interactions**. The MIT Press; 1 edition (October 1, 2007). 766p.

MONACHE, S. D.; POLOTTI, P.; ROCCHESSE, D., **A toolkit for explorations in sonic interaction design**. Proceedings from AM'10. September 15 - 17, Pitea, Sweden, 2010.

NOGUEIRA, M. **O viés emocional da expressão musical**. Publicado na Músicahodie. v. 11 - Nº 1 - 2011.

NORMAN, D. **Cognitive Engineering**. Chapter 3. Interfacing thought: cognitive aspects of human-computer interaction Pages 325-336 MIT Press Cambridge, MA, USA ©1987.

\_\_\_\_\_. **Emotional Design: why we love (or hate) everyday things**. New York: Basic Books, 2004. 257p.

\_\_\_\_\_. **O design do futuro**. Rio de Janeiro: Rocco, 2007. 191p.

\_\_\_\_\_. **Psychology of Everyday Things**. Basic Books, 2013.

\_\_\_\_\_. **Affordance, conventions, and design**. *Interactions* 6: 38-42. 1999.

NOVAK, D., SAKAKEENY, M. (Editor) (2015). **Keywords in Sound**. Duke University Press Books (May 12, 2015). 272p.

OBICI, G. **Condição da escuta: mídias e territórios sonoros**. (2008) *Condição da escuta: mídias e territórios sonoros* / Giuliano Lamberti Obici. - Rio de Janeiro: 7Letras, 2008. 184p. (Trinca-ferro).

OVERBEEKE, K. et al. Let's Make Things Engaging. In: **Funology**, 2004. 294p.

ÖZCAN, E. **Audio-Visual Interactions in Product Sound Design**.

\_\_\_\_\_. **Product Sounds: fundamentals and application**. Doctoral thesis. TUDelft, 2008.

\_\_\_\_\_. **The effect of (un)pleasant sounds on the visual and overall pleasantness of products**. Eds.). *Proceedings of the Colors of Care: The 9th International Conference on Design & Emotion*. Bogota, October 6-10, 2014. Ediciones Uniandes, Bogota, 2014. ISBN: 978-958-774-070-7.

PALUDO, Ticiano. **O som e o sentido** - Sound Design na era contemporânea.

PINHEIRO, M. **Design de Interação e Computação Pervasiva um estudo sobre mecanismos atencionais e sistemas de informação ambiente**. Tese de Doutorado. PUC-Rio. Rio de Janeiro, Agosto de 2011.

PIRHONEN, A. et al. **Beyond clicks and beeps: In pursuit of an effective sound design methodology**. *Lecture notes in computer science* (4813), Springer, 2007.

ROCCHESO, D. et al. **Sonic Interaction Design: Sound, Information and Experience**. *Proceedings from CHI 2008*. April 5 - 10, Florence, Italy. 2008.

\_\_\_\_\_. **Explorations in Sonic Interaction Design**. Book January, 2011.

\_\_\_\_\_. SERAFIN, S., RINOTT, M., *Pedagogical approaches and methods*. In: **Sonic Interaction Design**, MIT Press. Cambridge. Edited by Karmen Franinović and Stefania Serafin, 2013.

ROSE, D. **Enchanted Objects: Design, Human Desire, and the Internet of Things**. Hardcover. Published July 15th 2014 by Scribner. 320p.

RUSSOLO, L. **The art of noise manifesto**. Originally published in 1967 as a Great Bear Pamphlet by Something Else Press, 1967.

SCHAEFFER, P. **Traité des objets musicaux**. Paris, France: Editions du Seuil, 1966.

SCHAFER, R. Murray. **The tuning of the world**. New York, 1977.

\_\_\_\_\_. **O ouvido pensante**. São Paulo: UNESP, 1991.

SERAFIN, S.; HOBY, M.; SARDE, J. **Product Sound Design: Form, Function and Experience**. Proceedings from AM15, October 07-09, Thessaloniki, Greece, 2015.

SHEDROFF, N. (Author), NOESSEL, C. (Author). **Make It So: Interaction Design Lessons from Science Fiction**. Rosenfeld Media; 1st edition, September 13, 2012.

SNYDER, B. **Music and Memory: An Introduction**. Paperback, Published January 29th 2001 by Bradford Boz first published January 8<sup>th</sup>, 2001. 320p.

SPENCE, Charles; ZAMPINI, M. **Auditory contributions to multisensory product perception, Acta Acustica united with Acustica**. v. 92(17), pp. 1009–1025, November/December 2006.

\_\_\_\_\_. **Eating with our ears: assessing the importance of the sounds of consumption on our perception and enjoyment of multisensory flavour experiences**. Spence; licensee BioMed Central. 2015. Received: 19 September 2014 Accepted: 29 October 2014 Published: 3 March 2015.

SPITZ, Rejane. **Desorientação e colaboração no cotidiano digital**. Paperback, 1, Published by Rio Books, 2014. 284p.

\_\_\_\_\_. **O uso inconsciente da tecnologia no cotidiano**. Strategic design research journal, Unisinos, 1[1]: 9-16, julho-dezembro, 2008.

SUIED, C. et al. **Toward a sound design methodology: application to electronic automotive sounds**. Proceedings of ICAD 05 - Eleventh meeting of the international conference on auditory display. Limerick, Ireland, July 6-9, 2005.

SUSINI, P. et al. **Designing sound identity: providing new communication tools for building brands corporate sound**. Proceedings from AM'14, October 1 - 3, 2014, Aalborg, Denmark.

TANAKA, A.; BAU, O.; MACKAY, W. The A20: Interactive Instrument Techniques for Sonic Design Exploration. In: **Sonic Interaction Design**. MIT Press. Cambridge. Edited by Karmen Franinović and Stefania Serafin, 2013.

THOMAS, Hermann.; ANDY HUNT, John G. Neuhoff (Eds.) (2011) **The Sonification Handbook**. Thomas Hermann Ambient Intelligence Group CITEC, Bielefeld. University Universitätsstraße 21-23, 33615 Bielefeld, Germany.

TURKLE, Sherry. **Alone together**: why we expect more from technology and less from each other. New York: Basic Books, 2011.

VARELA, F.J.; Maturana, H. **The Tree of Knowledge**: The Biological Roots of Human Understanding. Shambhala, 1992.

WALKER, B. N.; Nance, A.; LINDSAY, J. **Spearcons**: Speech-based earcons improve navigation performance in auditory menus, presented at International Conference on Auditory Display. London, England, 2006.

\_\_\_\_\_. NEES, M. A. **Theory of Sonification**. Principles of Sonification: An Introduction to Auditory Display and Sonification. Disponível em: <<http://sonify.psych.gatech.edu/publications/>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

WALTER, A. **Designing for emotion**. New York: A Book Apart, 2011. 104p.

WEISER, M.; BROWN, J. S. Designing Calm Technology. In: **Xerox PARC**. December 21, 1995. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.135.9788&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 15 set. 2015.

WILLIMEK, B.; WILLIMEK, D. (2017) **Feelings Which Strike a Chord, and Chords Which Strike a Feeling**. **Open Journal of Acoustics**. 7, 10-17. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/oja.2017.71002>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

WILLIMEK, D.; WILLIMEK, B. (2013) **Music and Emotions** — Research on the Theory of Musical Equilibration. Disponível em: <<http://www.willimekmusic.de/music-and-emotions.pdf>>. Acesso: 02 jan. 2018.

WISNIK, José Miguel. **O som e o sentido**. São Paulo: Cia das Letras, 1989.