

Espaços Sonoros Imersivos: Im-Sound

José Pedro Canário Bica

**Trabalho de Projecto de Mestrado
em Artes Musicais**

Versão corrigida e melhorada após defesa pública

Janeiro, 2017

Agradecimentos

Em primeiro lugar gostava de agradecer à Professora Doutora Isabel Pires pelo apoio incondicional que ofereceu no decorrer do mestrado e pela ajuda substancial e essencial a orientação deste projeto.

Um grande obrigado ao professor Daniel Terruggi, presidente do Group de Récherches Musicales dado à dedicação e disponibilidade que revelou na minha visita a Paris. À família Soares os meus sinceros agradecimentos, e claro, em especial para a Maria Amália, que me ajudou com a maior ternura.

E por fim, à minha família que por mim olha atentamente e me permite que a vida seja vivida sem dificuldade.

Este trabalho é dedicado em memória da minha mãe Luísa Colaço Canário Bica.

Resumo

Este projeto procura refletir as experiências que levam à aprendizagem num ambiente sonoro onde o sujeito constitui apreensões do espaço por ação da experiência auditiva. É de grande importância o estudo dos trabalhos de Jean-Marie Schaeffer e Merleau-Ponty de modo a que estes ambientes sejam preparados sobre uma conduta estética de apreciação das qualidades perceptivas da audição humana e do som como uma ferramenta funcional. Através da análise das propriedades acústicas do som e das propriedades auditivas, este projeto tenta desenvolver uma problemática que entende os processos pelos quais o ser-humano se relaciona com o espaço acústico e adquire informação sobre este procurando formas de interativas de aprendizagem.

Abstract

This project searches to reflect on experiences that lead to learning in a sound environment where the subject makes sense of space by the product of auditive experience. It's of big relevance the study of Marleau-Ponty and Jean-Marie Schaeffer works so that these environments can be made under an aesthetic conduct on appreciation of perceptual sound qualities and how human perceive them as a functional tool. Through the analysis of acoustic properties of sound and human audition, this project tries to understand the processes by which the human being relates with the acoustic space and how he acquires information about it by means interactive learning.

PALAVRAS-CHAVE: Escuta acusmática; Estética funcional; Localização sonora; Percepção; Ecologia acústica; Psicoacústica; Imersão

KEYWORDS: Acousmatic listening; Immersion; Functional Aesthetics; Sound Localization; Perception; Acoustic Ecology; Psychoacoustics

Índice de Conteúdos

I. Introdução	1
I.1 Apresentação do tema de investigação e do projecto artístico	1
I.2 Problemática	2
I.3 Metodologia utilizada na investigação.....	3
I.4 Descrição da estrutura do projeto	5
II. Estado da arte	7
III. Conceitos e abordagem filosófica	12
III.1 Motivo – Imersão	14
III.2 Campo Percetivo – Tempo e Espaço.....	18
IV. Espaços e sistemas	21
IV.1 Espacialização sonora e Espaços Sonoros Imersivos.....	21
IV.1.1 Acousmonium.....	22
IV.1.2 Gmebaphone	24
IV.1.3 <i>Ambisonics</i>	26
IV.2 Características dos sistemas de reprodução.....	26
IV.2.1 Estéreo	26
IV.2.2 Quadrifonia e Octofonia	27
IV.2.3 <i>First Order Ambisonics – B-format</i>	30
V. A Perceção	33
V.1 Perceção e processos cognitivos	33
V.2 Perspetiva ecológica.....	38
V.2.1 Padrões invariantes.....	41
V.2.1.1 Constante Percetiva	42
V.2.1.2 Propriedades Físicas	42
V.2.1.3 Conceito Geométrico.....	44
V.2.2 <i>Affordances e nicho</i>	45
V.3 Experiência sonora – <i>In Field Perspective</i>	48
V.3.1 Evento, objecto sonoro e tipos de escutas	49
V.3.2 Propriedades acústicas do som.....	51
V.3.3 Audição espacial	52
V.3.3.1 Indicadores espaciais para feitos de localização	58
V.3.3.2 Efeitos sonoros e Ilusões percetivas	60

VI. Aplicação do modelo de comunicação	62
VII. Conclusão	66
VIII. Bibliografia e referências	68
VIII.1 Artigos e livros	68
VIII.2 Websites	77
VIII.3 Patentes.....	78

Lista de Figuras

Figura 1 - Esquema de representação do projeto artístico

Figura 2 - Acousmonium no Auditório de Saint-Germain em 2016.

Figura 3 - Disposição do Acousmonium para a estreia de L'Experience acoustique (Bayle 2013, 14)

Figura 4 - Esquema representativo da estrutura do Gmebaphone (Wishart 1996)

Figura 5 - Disposição de sistema stereo (Elen, 2001)

Figura 6 - Disposição do sistema quadrifônico e propriedades de localização sonora (Elen 2001)

Figura 7 - Posição de sistema 5.1 e propriedades da localização sonora (Elen 2001)

Figura 8 - Campo sonoro Ambisonics onde W indica o plano omnidireccional

Figura 9 - O auditório esférico na Feira Mundial em Osaka 1970 (Wishart 1996)

Figura 10 - Diagrama esquemático dos níveis de processamento envolvidos no reconhecimento e identificação (McAdams 1993).

Figura 11 - Four realms of experience (Pine II & Gilmore, 1998 p 102)

Figura 12 - Coordenadas usadas nos testes efetuados em experiências auditivas. r está para distância, δ é elevação e φ é o azimute (Blauert 1999, 14)

Figura 13 - Localização e desvio padrão no plano horizontal (Blauert 1999, 41)

Figura 14 - Localização e desvio padrão no plano vertical (Blauert 1999, 44)

Figura 15 - Localização e desvio padrão de eventos auditivos na direção frontal numa distância de 4 a 20 metros (Blauert 1999, 47)

Figura 16 - Sistema de coordenadas usadas para cálculo de ITD e ILD numa abordagem simplificada aos modelos. A cabeça é apresentada como uma esfera rígida com dois pontos que representam os ouvidos. (Carlile 1996)

Figura 17 - “Cone of confusion” (Carlile 1996, 31)

Figura 18 - The affordance analysis e-learning design methodology: matching tasks with technologies to construct e-learning designs (Bower, 2007, 8)

I. Introdução

I.1 Apresentação do tema de investigação e do projeto artístico

A primeira ideia do desenvolvimento deste projeto acerca da espacialização sonora utilizada nos sistemas sonoros imersivos nasceu na sequência uma viagem à floresta Amazónica por volta do ano 2000. Durante uma das visitas guiadas feitas à floresta, o guia demonstrou uma particularidade comunicativa que é usada pelas tribos locais para a localização auditiva através de ecos sonoros – fenómeno conhecido como *Echolocation*¹. Na necessidade de auxílio para a localização referencial, um individuo fazia embater um tronco de madeira contra a raiz de uma árvore de grande porte, o que produzia uma onda sonora que propagava pela selva e levava um outro individuo, separado pelo espaço, a perceber a direção e a distância da fonte sonora, promovendo um sentido de guia sonoro produzido pelo efeito do evento.

Esta prática acústica abre um caminho análogo à comunicação que pode ser efetuada entre o homem e ambiente circundante.

Mais tarde, em 2012, ao realizar a gravação de um espaço acústico público (estação de metro), denotou-se a inexistência de elementos sonoros na infraestrutura que seriam úteis à circulação pedestre naquele ambiente. Este problema encontrado fez-nos imaginar quais as possibilidades que, recorrendo a fontes, sonoras poderiam ser úteis naquele ambiente. Seguiu-se assim um estudo que pensa o som em si como produtor de significado, no sentido de levar à produção de espaços com características próprias e à sua utilização autónoma por grupos sociais com limitações sensoriais.

A natureza do estudo dos sistemas sonoros imersivos para este projeto está ligada à inerente capacidade destes poderem oferecer uma reprodução autêntica da onda sonora, revelando as propriedades da audição humana e do som como elemento essencial à consciência humana para a construção de um mundo em constante movimento.

1 Andersson, O. (2010) em *Cognitive Abilities in Human Echolocation*, Umea University. Define *Echolocation* como : «[...] the ability to detect the reflective and reverberant characteristics of an object or an environment using sound generated in the area.» p.1

O projeto tem como objetivo a criação de uma instalação sonora imersiva. A envolvimento da tecnologia de que depende a criação destes sistemas imersivos deve então levar a um estudo sobre a espacialização sonora, mas também a um aprofundamento das particularidades da percepção sonora. A investigação engloba aspetos da difusão sonora e envolve o estudo de sistemas de espacialização sonora como o *Ambisonics*, VBAP, DBAP, entre outros. Para uso prático na construção do espaço sonoro foi também efetuado um estudo sobre equipamento capaz de oferecer a espacialização sonora sendo que em termos de manipulação sonora foi usada programação em linguagem Max/MSP ou mesmo *freeware* Pure Data.

I.2 Problemática

A reprodução de uma peça electroacústica e a sua espacialização vai tornar a experiência sonora o mais completa possível para servir ao indivíduo a informação necessária de modo a que se tornem eficientes as funções de localização no espaço da instalação sonora.

O método de reprodução do sistema de espacialização sonora escolhido para este trabalho tem como base a renúncia aos sistemas de reprodução binaural, fruto de uma escuta com auscultadores. Na perspetiva de imersão do indivíduo com o ambiente circundante, como uma tentativa de espelhar as relações naturais com o ambiente exterior, este tipo de escuta binaural influencia de forma negativa a percepção humana, pois não permite a movimentação da cabeça humana em relação a um referencial apresentado pelo ambiente sonoro e além disso, recria situações de experiência sonora dificilmente aplicáveis ao mundo exterior. É então elementar que a disposição dos altifalantes no espaço seja equacionada envolvendo o posicionamento fixo e ideal do utilizador no espaço sonoro. As condições da percepção do indivíduo no espaço sonoro são caracterizadas pela arquitetura usada na disposição dos altifalantes e influenciam a forma como as fontes sonoras são identificadas. A partir de situações em que se verifiquem efeitos sonoros como a reverberação ou o *delay*, fenómenos que podem gerar interferências construtivas ou destrutivas e podem também gerar a noção de distância, recorreremos à articulação de sons que permitam uma previsibilidade primitiva ligados a arquétipos de comportamento como a fome, o medo e o amor. Esta particularidade tem início em princípios acusmáticos que reportam a percepção auditiva das imagens sonoras e cria uma reação que vai do corpo para a mente.

A compreensão dos fenómenos verificados no parágrafo anterior poderem ser considerados como formas de transmissão de informação que se assemelha àquela experimentada no mundo físico, é essencial para que seja possível a criação de um ambiente sonoro imersivo. A inclusão

prática destes fenómenos num ambiente contextualizado permite desenvolver a capacidade de integração do ser humano nos espaços sonoros como um ambiente em simbiose.

I.3 Metodologia utilizada na investigação

Com o intuito de consolidar conceitos e recolher informação relativa à imersão sonora e à aplicação, conhecimento e inspiração para o desenvolvimento deste trabalho, efetuou-se um estudo teórico que contribuísse o desenvolvimento concreto de uma instalação sonora imersiva.

Assim, procedeu-se a um trabalho intensivo durante todo o mestrado de análise bibliográfica acerca de diversas áreas (i.e. espacialização sonora, processos cognitivos de perceção, perceção sonora, ecologia acústica). Foi realizada uma visita a Paris, onde foi possível assistir ao desenvolvimento de um evento do *GRM* denominado *Multiphonies*, e discutir vários assuntos relacionados com o nosso tema, com técnicos e investigadores aí presentes. Foi igualmente observada a morfologia do *Acousmonium* numa perspetiva que permitiu reunir a inspiração necessária para o desenvolvimento do projeto.

Durante uma sessão de colóquios do evento “Contemporaneidades” organizada por membros do CESEM durante o período não-letivo, foi apresentado uma instalação sonora que entende princípios básicos de construção de um modelo de integração de conhecimento. O norte-americano Michael Schumacher apresentou uma instalação artística de doze canais em que recorria

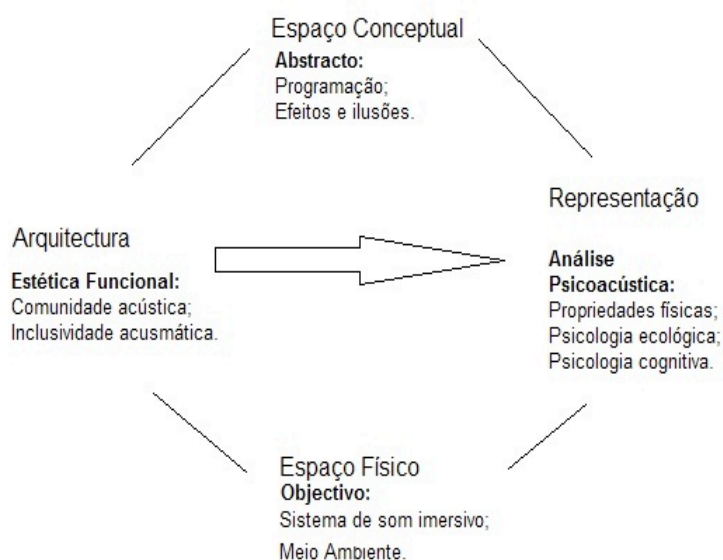


Figura 1 - Esquema de representação do projeto artístico

a programação Max/MSP para espacialização, síntese e reprodução de material sonoro em tempo

real. O equipamento usado nesta apresentação, nomeadamente o uso da *interface áudio* denominada *Echo Audiofire 12*, serviu de inspiração à construção do conjunto de equipamento usado para este projeto de mestrado.

A concepção e o uso estrutural da instalação em termos de organização, posicionamento dos altifalantes e construção de espaços imaginários permitem a criação de abstrações espaciais utilizando espaços físicos concretos. Por meio de organizações que implicam o uso de escalas hierárquicas ou a criação de linguagens, formam-se estruturas que permitem a composição de informação perceptual num campo sensível – o da audição. A figura 1, apresentada na página anterior, demonstra a combinação das matérias estudadas para uma representação guiada pelas particularidades da experiência auditiva.

Entende-se que por meio da exploração dos objetos que compõem a representação do projeto artístico se possibilite a ligação entre o uso inclusivo e funcional e o conceito artístico em que este se insere. É através da representação mental obtida pelos processos cognitivos, que estas particularidades auditivas constituem informação perceptiva.

Para além do estudo destas instalações sonoras imersivas, interessa estudar a receção do estímulo auditivo. Nesta investigação foram analisados os problemas associados com as interferências sonoras e também os processos cognitivos que podem implicar em alterações na perceção do som.

Ao aplicar princípios da perceção direta associada às características primitivas que a imagem-sonora adquire em relação às características do evento sonoro, formamos conhecimento sensível acerca do espaço sonoro que se propõe criar.

Para melhor nos situarmos neste estudo da perceção humana em ambientes sonoros serão focados:

- Os vários aspetos em que a obra artística se divide, definindo-se termos de estética funcional e conduta estética;
- Os contornos da cultura dos sentidos do ponto de vista antropológico e sociológico;
- A fenomenologia da perceção, ramo da filosofia que envolve as características da perceção humana acerca do tempo e espaço, realçando para isto a importância da Intuição do Instante, para que se possa efetivar a interação do humano com o ambiente sonoro;
- A informação sobre a componente tecnológica da obra e fazer um estudo da história da evolução das tecnologias de espacialização sonora.

É de igual importância proceder a investigação sobre a experiência sonora com abordagens ao evento sonoro, objeto sonoro e os usos específicos dos modos de escuta. A forma de apresentação através de uma escuta acusmática e intencional, aborda o conceito de audição espacial

e das suas características, delineando os potenciais efeitos e ilusões causadas pela percepção.

Para finalizar, a abordagem ecológica delimitará pontos cruciais para a aprendizagem e criação de significado, no sentido de considerar o resultado das percepções e interações com os objetos.

I.4 Descrição da estrutura do projeto

O capítulo I está dividido em quatro partes. Na primeira parte delineiam-se os motivos e memórias pessoais que levaram ao estudo da matéria em questão. Na segunda parte é descrita a problemática do projeto. Durante a terceira e quarta parte é apresentada a metodologia usada e é feita uma descrição da estrutura do projeto.

No capítulo II aborda-se o estado da arte, onde se ligam adventos tecnológicos ao modo de criação artística. São também feitos estudos de conceitos filosóficos acerca da percepção e imersão.

O capítulo III encontra-se subdividido em duas secções. Na primeira, é feito um estudo relativo aos conceitos filosóficos que permitem uma reflexão sobre os fenómenos que compõem o mundo perceptivo, ao aplicar o som como ferramenta criadora de experiências transformadoras da realidade perceptiva. A segunda secção conta com um estudo antropológico e estético, onde são expostos os campos perceptivos do tempo e do espaço, introduzindo o conceito de imersão aplicado ao som, seguido de uma análise fenomenológica que forma a motivação do trabalho ao introduzir os sentidos como complexos formadores de conhecimento.

No capítulo IV foi efetuado primariamente um estudo histórico acerca da tecnologia e das técnicas usadas para espacialização sonora. Em seguida são apresentados modelos de referência comparando o seu modo de funcionamento e os conceitos ligados à prática destes sistemas como ferramentas de síntese de espaços sonoros. Na segunda secção é aprofundado o estudo sobre as características técnicas e morfológicas dos sistemas de reprodução sonora convencionais, de modo a enfatizar as qualidades em termos de localização sonora.

Ao longo do capítulo V são apresentadas as metodologias usadas para integração do modelo de comunicação através da experiência sonora. Subdividido em três partes, apresenta-se em primeiro lugar as propriedades auditivas através de uma análise perceptiva dos processos cognitivos. Em segundo lugar são descritos os fatores que influenciam a percepção da experiência auditiva. E por fim, são abordadas características da percepção que abordam os objetivos do projeto – a construção de uma instalação sonora e a descrição da obra “*Common life and dreams*” produzida para espacialização .

Durante a abordagem aplicada no capítulo VI é utilizado um *design* que define a instalação para fins educativos através da designação de tarefas com o fim de alcançar os objetivos propostos. Neste capítulo será ainda feita uma comparação aos modelos de sistemas conceptuais estudados ao longo da investigação e as escolhas para a conclusão da mesma.

O capítulo VII contém a conclusão do projeto. Neste último capítulo é feita uma prospeção aos temas de maior relevância da investigação e são delineados estudos futuros.

II. Estado da arte

Desde os antepassados mais primitivos que o ser humano se relaciona com a natureza sendo influenciado pelas características do ambiente ao seu redor. Imerso pelos ambientes sonoros, o comportamento humano foi desde sempre alterado pelo significado imanente aos sons presentes nos ambientes que habitavam. Sem possibilidade para fixar os registos sonoros, o homem primitivo na tentativa de registar algo que pudesse representar as qualidades sonoras e características reverberantes dos ambientes circundantes recorria a pinturas ou marcas nas paredes e em rochas. Esta relação é evidenciada por Reznikoff (2008) em *Sound resonance in prehistoric times: A study of Paleolithic painted caves and rocks*. Neste estudo, Reznikoff tenta demonstrar a relação entre as características ressonantes de certas grutas e espaços abertos e as pinturas rupestres observadas nesses espaços e nas suas imediações. A acuidade auditiva era considerada essencial à sobrevivência, pois representava de melhor forma que qualquer outro sentido a relação presa-predador. Sendo que o som se situa no mundo circundante através dos elementos sonoros indicando situações que podem significar perigo, a visão, ao contrário da audição que é esférica, apresenta-nos uma perceção do que está à nossa frente.

Denota-se que é necessário um ouvido treinado, tal como apresenta o homem pré-histórico, que vivia junto da natureza, para que o ouvido funcione para o ser humano como se de um sonar se tratasse. É de igual maneira necessário o treino auditivo de um individuo para que a paisagem sonora seja analisada e se compreendam as suas características. Murray Schaeffer no seu livro *A afinação do Mundo* (1997) aborda estas questões e define o conceito de comunidade acústica, que entende a partilha de experiências sonoras relacionados com a partilha do espaço privado e comum.

O desenvolvimento das técnicas de captação permitiram um registo sonoro eficaz. A possibilidade da sua reprodução nos sistemas reprodução sonora permitiram o treino auditivo sobre as características acústicas da onda sonora.

“In the twenty-first century, powerful desktop computer systems are commonly encountered and continue to evolve to become even more powerful and affordable. This current situation, with increasing access to samples and software, has given new freedom to creative experiment and realization. The increased power of the computer and associated electronic technologies has enabled the creation and exploration of the most complicated sonorities. The sonic manipulations available in this computer environment include flexible sampling techniques, software plug-in signal treatments, microtonal tunings, sound synthesis and surround sound mixing.”(Fitzgerald 2009, 10)

Assistimos nos dias de hoje à contínua revolução musical que atravessamos com o advento das máquinas e das novas tecnologias. A presença destas ferramentas no dia-a-dia da sociedade, vêm a alterar a maneira de ouvir o som, assim como as inúmeras possibilidades que acarretam o uso do mesmo, levando-nos a uma infinidade de perspectivas sobre a experiência sonora. Como afirma Russolo no seu livro *The Art of Noise*:

“Each sound carries with it a nucleus of foreknown and foregone sensations predisposing the auditor to boredom, in spite of all the efforts of innovating composers.” (Russolo 2004)

A destruição dos sons puros, reivindicada por Russolo, é tida como necessária para que se prossiga numa conquista infinita variedade de sons-ruídos (Russolo 2004, 6). A música concreta usa, essencialmente, sons naturais gravados e trabalhados posteriormente em estúdio e surge na sequência de experiências pioneiras de Pierre Schaeffer. Em 1951 criou o Group de Recherches Musicales, em Paris, funcionando nas instalações da RDF – Rádio Diffusion Française. Durante esta fase, foi possível estudar várias técnicas de manipulação sonora levando ao desenvolvimento de novas técnicas de composição que envolvem uma relação do compositor enquanto instrumentista e o som como recurso primário de composição.

Esta relação traduz-se num tipo de escuta denominada por Pierre Schaeffer denominada por *escuta reduzida*. Mais tarde, em 1972, François Bayle, designa o termo *música acusmática*, que deriva de uma escuta acusmática², termo proveniente do grego *akousma*, usado por Pitágoras para ensinar os seus alunos a “ouvir sem ver”, ao designar um tipo de comunicação. Em 1974, Bayle

2 Bayle, F. (1989) em *Image-of-sound, or i-sound; Metaphor/metaform*, Contemporary Music Review, Harwood Academic Publishers, Reino Unido. .p 165, l. 22. - “*Acousmatic*: A pure listening situation, where attention cannot be drawn to or reinforced by a visible (or predictable) instrumental causality. Music conceived only in the form of images-of-sounds (i-sounds) and only perceived at the moment of their projection into space (potentially staged or performed cinematically)”

desenvolve um sistema de difusão sonora, denominado *Acousmonium* - um espaço sonoro, criado e atualmente utilizado pelo GRM.

O uso do altifalante como instrumento musical, trazido pelo trabalho efetuado na rádio francesa, despoletou o interesse pelos sons numa situação de privação visual que permitiu o processo de descoberta de uma nova linguagem sonora, levada a cabo por Pierre Schaeffer em «*Traité des objets musicaux*» (1966). Numa situação acusmática, a realidade sonora vai para além da origem que revelam os sons ao serem descontextualizados pela captação e pela espacialização, permitindo um aumento de significados sonoros.

Pierre Boulez, em 1948, aplica o termo de *bricoleur* a Schaeffer, afirmando que o seu trabalho tinha sido um trabalho de 'bricolage' (Taylor 2001), à semelhança daquilo que originou a primeira noção de música/ritmo em África, através da junção de cabaças com fibras. Por outras palavras o trabalho do *bricoleur* começa com os materiais que dispõe e compõe uma estrutura a partir deles. Este trabalha com sinais ao contrário do cientista que opera com uma estrutura prévia e completa, um conceito.

“Concepts are creative, signs are re-creative, simply recycling, recombining existing meanings. Lévi-Strauss also included a discussion of art, arguing that there are three modes of art [...]: Western art, which stresses the model, “primitive” art, the materials, and applied art, the user. “ (Taylor 2001, 58)

O resultado é o que determina uma correspondência entre a nossa consciência e o universo. A relação do homem com o instrumento e com o universo que o circunda, a situação acusmática e a capacidade de reação que o homem oferece perante a tecnologia, são parte da revelação poética da natureza evocativa dos sons. Este estudo foi efetuado com base no texto de Bayle *Image-of-sound, or i-sound; Metaphor/metaform*,(1989, 166) onde afirma:

“Every skill of art and sound technique is invoked to substitute image for object, to generate fictional objects, forging a new compositional writing, a rhetoric, a poetics. Thus montage, insertion, extraction, stretching and filtering become method and content, medium and message, as do the shattering of time and place, the shifting of contours, their superimposition and mixing, and even the introduction of speed and spatiality.”

Assim, os avanços tecnológicos que permitiram a manipulação sonora através da gravação, amplificação, justaposição, mistura, uso de filtros, e mais tarde a síntese sonora, tornaram evidente

o uso funcional destas técnicas, que além dos efeitos sonoros, espelharam a consequente progressão da expressão dos sons, levando-os para campos dramáticos na rádio antes de se tornarem procedimentos da linguagem eletroacústica.

Para uso de resolução de problemas como a adaptação, uso terapêutico ou educativo, o uso do som como ferramenta cria possibilidade de envolver o ser humano no meio ambiente com consciência da existência de uma taxonomia de qualidades enunciadas dos eventos sonoros³. Para o estudo das relações com o ambiente foram analisados textos de Anthony Chemero e Michaels & Carello que se baseiam na percepção direta. Para o estudo relativo ao evento sonoro e à percepção sonora, foi essencial o estudo do trabalho de Casey O'Callaghan que no texto *Sounds: A philosophical theory* (2001) afirma:

«Perception shapes our understanding of things and events in the world and provides the data according to which experience can be evaluated as accurate, illusory, or misleading»

Entende-se então, a necessidade de aprimorar a organização dos eventos com vista à estruturação da existência humana. Numa cultura meramente visual e de grande poluição sonora a tendência é de a denegrir toda a paisagem sonora e assim as qualidades e funções do som. Para a compreensão dos processos cognitivos da aprendizagem foram abordados textos de McAdams (1993, 2008).

Para o estudo das instalações sonoras (Capítulo IV) que têm como intuito servir um espaço sonoro capaz de criar ou alterar significados dos sons, introduzindo a noção de guia sonoro que interliga qualidades sonoras, analisaremos as mesmas obras que serviram a Blauert, Bregman, e Carlile para desenvolverem o estudo sobre a percepção e fontes sonoras. Para uma abordagem acerca da tecnologia como meio criador dos espaços sonoros imersivos, e do conceito de imersão, analisámos o artigo *Aesthetics of Immersion in Interactive Immersive Installation : Phenomenological Case Study* de Jinsil Seo (2015, 2) que afirma:

“Immersion is in part a spatial experience, in the sense of enveloping the participant in a discrete and panoramic space. Moreover, it is also a temporal experience when combined with computational components. It creates an intimate connection as “a constitutive element of reflection, self-discovery, and the experience of art and nature”.”

3 Noção de *sound event* dado por Casey O'Callaghan estudado no capítulo V.3.1

A partir deste conceito de imersão, desenvolvemos as bases fenomenológicas com textos fundadores como a *Fenomenologia da Percepção* (1999) de Merleau-Ponty e *Form, operation, objet* de Gilles-Gaston Granger (1994) formamos conceitos perceptivos acerca da matriz espaço-tempo.

III. Conceitos e abordagem filosófica

A proposta de assumir o corpo humano como capaz de captar sensações do exterior e formar ideias acerca dos objetos que o rodeia através dos eventos sonoros, entende uma reflexão que forma imagens interiores acerca dos acontecimentos relativos ao espaço circundante.

«A reflexão psicológica, uma vez iniciada, ultrapassa-se então por seu movimento próprio. Depois de ter reconhecido a originalidade dos fenômenos em relação ao mundo objetivo, como é por eles que o mundo objetivo nos é conhecido, a reflexão psicológica é levada a integrar aos fenômenos todo objeto possível, e a investigar como ele se constitui através deles.» (Merleau-Ponty 1999, 93)

A citação anterior põe em relevo o intuito de concluir uma dialética interna que implica uma reflexão subjetiva relativa ao mundo das individuações, no sentido de introduzir um mapa que reduz os fenômenos aos acontecimentos. Estes fenômenos, quando retirados da experiência, revelam um ato – produto da possibilidade de construção de um novo mundo – chamado ato de transformar.

«Transformer, c'est alors s'approprier un aspect du monde, non point assurément en s'en rendant propriétaire, mais en le rendant "propre à" quelque usage ou fonction.» (Granger 1994, 332)

Num mundo em que os fenômenos e as impressões estão em constante redefinição por base de uma relação de síntese (Merleau-Ponty 1999), entende-se que a dominância do sentido visual na sociedade atual acarreta problemas que impedem uma constante reflexão sobre a experiência sonora. Permanece a derivada sensação de distância da nossa própria experiência corporal, que é essencial para a aprendizagem. Dado que o estímulo visual é uma perspectiva de um evento sem a experiência direta dos fenômenos físicos, admitimos que a sensação visual consiste num isolamento do mundo. Em oposição, a audição imerge-nos no mundo pois envolve contacto com o mundo dos fenômenos físicos e através da sensação auditiva.

“[...]societies which give priority to sight (pre-eminently the West) will be analytic and concerned with structure and appearance, for such is the nature of sight. Societies which give priority to hearing, in turn, will be synthetic and concerned with interiority and integration, such being the nature of hearing. » (Classen 1997, 440)

Com esta citação, baseamos a nossa perspectiva focando um retorno à integridade do ser, levando não só a um conhecimento do ambiente envolvente mas também das sensações interiores e relativas a cada ser.

Ong (1967) alerta para uma perspectiva do mundo que salienta o aspeto da presença de uma série de eventos que caracterizam fenómenos impessoais de onde sobressaem aspetos intersubjetivos.

“First, as has been noted earlier, oral-aural cultures predispose man to personalize even impersonal phenomena because he has to store knowledge in narrative rather than abstract scientific categories. Secondly, as phenomenologists like to remind us, intersubjectivity is a primary mode of human experience. When I walk alone through a dark wood at night and hear what I know is the branch of one tree rubbing against another in the breeze, I cannot keep my imagination from persistently suggesting that the noise is the voice of some living being, and indeed of some person who, being otherwise unknown and of uncertain intent, may well wish to harm me. My imagination wants persons around.” (Ong 1969, 647)

Assim, revela-se que o som causa um efeito na imaginação do indivíduo remetendo para a possível existência de vida, causando medo ou expectativa apesar da fonte sonora estar em evidência.

Como vimos no capítulo anterior, o instante dramático demarca um momento ligado à experiência na realidade privilegiada do presente atual (Ong 1969, 445) que se destaca dos pretéritos, passados e futuros, e define uma particularidade da consciência ao formar a memória relativa ao instante em si. Adicionalmente, é preponderante a criação de ligações de causalidade para que a memória seja capaz de captar o sentido da experiência e de se projetar para uma prospeção invertida (Ong 1969, 555).

Toma-se de princípio, a ideia de Rosalind Krauss (1970) em “*O duplo negativo*”, que desenvolve uma abordagem à escultura que se baseia na repetição como caminho para a formação de conhecimento, pois cria a possibilidade reconhecer signos e criar interpretações para os mesmos.

«Repete-se que "perceber é recordar-se". Mostra-se que na leitura de um texto a rapidez do olhar torna lacunares as impressões retinianas, e que os dados sensíveis devem *portanto* ser completados por uma projeção de recordações» (Merleau-Ponty, 1999, 43)

No entanto, no processo de compreensão de uma memória não se encontra um número infundável de repetições, mas sim a criação de uma conjunção de dados necessário ao funcionamento das memórias em forma de padrões auditivos.

«Pensamos saber o que é sentir ver, ouvir, e essas palavras agora representam problemas. Somos convidados a retornar às próprias experiências que elas designam para defini-las novamente.» (Merleau-Ponty, 1999, 32)

Nos próximos subcapítulos será feita uma reflexão acerca da concepção da imersão sonora tendo como base conceitos estéticos apoiados essencialmente em trabalhos efetuados por Jean-Marie Schaeffer, Mukarovsky, Ong, Isabel Pires, Merleau-Ponty, Granger, Heidegger e Bachelard.

III.1 Motivo – Imersão

Ao propor uma reflexão sobre a imersão sonora, verifica-se como sendo primordial a busca da essência para integrar modelos de pensamento que formem a compreensão da experiência perceptiva.

Assim, a natureza de uma instalação sonora imersiva como obra de arte toma contornos que possibilitam a uma relação de intersubjetividade entre o sujeito, o ato e o mundo dos fenômenos capazes de transformar instantaneamente a forma como os fenômenos sensoriais se desenrolam no mundo. Partimos da premissa de análise estética em que:

“[...] quando substituímos o ponto de vista individual pelo ponto de vista do contexto social verificamos que, apesar de todos os matizes individuais e fugazes, existe uma localização consideravelmente generalizada da função estética no mundo dos objetos e dos processos.» [...] «Será, todavia, possível averiguar objectivamente – pelos sintomas – a participação da função estética, por exemplo na cultura do *habitat*, do vestuário, etc.” (Mukarovsky 1988, 24)

Neste contexto, a audição do sujeito, considerada como fenômeno extra-estético, relaciona-se de forma dinâmica com o espaço sonoro, retirando dele uma definição não-individualizada e subjetiva. É através da exploração e partilha coletiva da arte com o intuito de atingir um contexto social, que as características extra-estéticas podem afetar ativamente a participação da obra de arte e das suas funções estéticas. Esta relação considera a arte como um “mundo” aberto” onde “o indivíduo recebe maior liberdade para adoção de uma atitude estética, quer ativa (criando coisas)

quer passiva (percebendo-as) ” (Mukarovsky 1988, 35). Entramos então em confluência com os sistemas de hierarquia em que vivemos. Ao afirmar a arquitetura como uma organização do espaço em torno do homem (Mukarovsky 1988, 155), podemos compreendê-la como uma arte que faz a ponte de ligação entre manifestações artísticas, e pela qual passam diretamente à prática diária. Portanto, os sinais e movimentos sonoros que nos guiam diariamente apresentam-nos informação discreta pronta a ser interpretada.

“The *flâneur* is the metaphoric figure originally brought into being by Baudelaire, as the SPECTATOR and DEPICTER of modern life, most specifically in relation to contemporary art and sights of the city. The *flâneur* moves through space and among the people with a viscosity that both enables and privileges vision... The *flâneur*, though grounded in everyday life, is an analytical form, a narrative device, an attitude towards knowledge and its social context. It is an image of movement through the social space of modernity... The *flâneur* is a multilayered palimpsest that enables us to ‘move’ from real products of modernity, like commodification and leisured patriarchy, through the practical organization of space and its negotiation by inhabitants of a city, to a critical appreciation of the state of modernity and its erosion into the post-, and to a reflexive understanding of the function, and purpose, of realist as opposed to hermeneutic epistemologies in the appreciation of those previous formations. “ (Jenks 1995, pp. 145-9)⁴

Tomando oposição à hegemonia do visiocentrismo, os conceitos que estudaremos durante este capítulo tornam possíveis analogias entre a visão e a audição. A história dos sentidos relembra aos antropologistas que os modelos sensoriais não são estáticos, eles desenvolvem-se e mudam ao longo do tempo. Conseqüentemente, desenvolve-se a necessidade de abordar algumas noções antropológicas que entendem o estudo dos sentidos e da sua hierarquia na sociedade, focando a comparação entre a audição e a visão.

A visão como sentido criador de distância, torna as experiências em objetos de contemplação⁵ (Foucault, 1976). Já Debord (1995) descreve a emergência do mundo em que a

4 Bull, M. (2000) em *Sounding out the city – Personal stereotypes and the management of everyday life*, Oxford, Berg publishers, p. 112

5 van Ede, Y. (2009). *Sensuous anthropology: sense and sensibility and the rehabilitation of skill*. Amsterdam, Netherlands, *Anthropological Notebooks*, XV(2), 61-75, 63

experimentação foi substituída pela observação. Dito de outro modo e concluindo a tentativa de uma aproximação dos sujeitos ao objeto, podemos particularizar que o conhecimento começa com a experiência.

“We learn how to see; we learn to observe or not to observe. This is the same for all other senses as well. It is a process in which each person learns to put his biological, physical tools into use according to the rules and norms of one’s culture and society.” (Van Ede 2009, 65)

A audição, tal como a visão, fornece informação sobre o espaço e permite formar relações criadoras de sentido e conhecimento físico, acústico e psicoacústico.

As abordagens às tecnologias imersivas utilizadas nos espaços sonoros, levam-nos a definir a conduta estética como um ato voluntário dignificante capaz de buscar a experiência do mundo através dos sentidos.

«Mais pour qu'on puisse parler d'une conduite esthétique, il faut que ce (des)plaisir soit le régulateur de l'activité de discernement, de même qu'il faut que la source de la (dis)satisfaction soit une activité cognitive.» (Jean-Marie Schaeffer 2016, 35).

Por um lado, esta satisfação faz parte da conduta estética pois está ligada ao desenrolar da atividade cognitiva, mas por outro, o julgamento estético que conduz à satisfação e que depende de cada um, relata uma avaliação que não é mais que uma consequência da conduta estética.

«[...] on peut constater que le jugement esthétique ne saurait être qu'une conséquence de la conduite esthétique et non pas sa condition définitoire. En effet, l'acte d'évaluation présuppose l'expérience de (dis)satisfaction cognitive, et non pas l'inverse.» (Jean-Marie Schaeffer 2016, 65)

Assim, a modificação resulta do poder de participação e interpretação do sujeito que nos leva à condição da aprendizagem no contexto social. Generalizando:

“[...] não só os diferentes actos humanos, mas também as diferentes funções que regem directamente esses actos, podem ser reduzidas às *orientações* fundamentais, ou funções primárias, que se fundam na própria constituição antropológica do homem. [...] na maneira pela qual o homem reage activamente frente à realidade e pela qual a transforma, como adversário e companheiro, na luta

pela existência, manifestam-se – embora sob aspectos que constantemente se modificam – algumas orientações fundamentais que derivam da constituição psicofísica do homem ser, em traços gerais, constante.” (Mukarovsky 1988, 153)

A atenção é por si só um elemento necessário à percepção, considerando que a conduta se torna satisfatória, o julgamento estético induz-nos a integrar um objeto que à partida seria um elemento externo a nós. No momento em que a atenção nos alerta para a existência de fenómenos extracorporais, que nos levam a uma reação, a tendência é procurar sentido e significado no ambiente envolvente. Rodeados por fenómenos dos quais as tentativas de interação tendem a emergir, designa-se o termo imersão⁶.

A aquisição de conhecimento é considerada também uma experiência espacial podendo moldar toda a experiência que levou o sujeito a formar conhecimento.

“O modo de lidar cotidiano não se detém diretamente nas ferramentas em si mesmas. Aquilo com que primeiro está à mão é a obra a ser produzida. É a obra que sustenta a totalidade das referências na qual o instrumento vem ao encontro.”
(Heidegger 2005)

O som como ferramenta, torna imprescindível o uso da atenção de modo a que a percepção seja capaz de apreender o conhecimento absoluto do meio. Este liga-se intimamente à criação de imersão através de pistas perceptivas sem que haja julgamento. No momento em que os fenómenos exteriores são objetos de análise, a distância e a absorção funcionam como uma matriz espaço-tempo ligada a elementos que conduzem à reflexão, à autodescoberta e à experiência da arte e da natureza.

Em suma, no próximo subcapítulo teremos em conta noções abstratas acerca de elementos perceptivos que visam o estudo do tempo, através do qual a consciência brota, e do espaço, onde a experiência ocorre.

6 Seo, J. H. (2015), *Aesthetics of Immersion in Interactive Immersive Installation: Phenomenological Case Study*” Texas A&M University College Station, EUA, p. 2 define imersão como “ as immersion into presence, a state of being engaged; in this way presence is a psychologically emergent property of an immersive system. Immersion describes a condition; presence describes an associated state of consciousness” retirado de Schneider, U & Feustel (1999) em Toyo Ito: *Blurring architecture*, Milan : Charta. p 237

III.2 Campo Perceptivo – Tempo e Espaço

«Reflexão radical é consciência de sua própria dependência em relação a uma vida irrefletida que é sua situação inicial, constante e final.» (Merleau-Ponty 1999, 9)

A capacidade desta reflexão radical verifica-se no questionamento do que se sabe: “que sei?” (Merleau-Ponty 1969, 535). A sensação⁷ de um espaço ou do tempo onde os limites metafísicos estão definidos num plano cartesiano, permite-nos integrar noções dentro do possível e imaginário. Esta matriz delimita o início da experiência reflexiva que nos pode levar a todo o tipo de localizações, movimentos, e ainda assim contém outros espaços e momentos mais concretos, possíveis de criar conhecimento. Para este estudo consideraremos as noções de tempo e espaço que pertençam a uma estrutura organizada de representações de mentais, consideradas como produtos da consciência – as intuições (Pires 2007, 77).

O espaço, aliado à geometria, é para Kant uma representação referencial, *a priori*, que fundamenta todas as intuições externas.

“[...]in geometry this concept is used with reference to the outer world of sense only, of which space is the pure form of intuition, and where geometrical knowledge, being based on a priori intuition.” (Kant 1922, 73)

Para Granger (1994, 174) o pensamento da espacialidade prende-se a conceptualizações minimais e possíveis do espaço. O conceito de espaço requer:

1. «le concept d'espace requiert la *dimensionnalité*»– que é definida por uma noção de Topologia algébrica, onde o possível e imaginário é definido pela matemática vetorial ou de um espaço de naturalidade⁸ inconsciente;
2. «le concept d'espace requiert la possibilité d'*opposer* le « *local* » au « *global* ».» – em que a palavra “local” é tomada em conta como uma não exigência da totalidade espaço, e que por forma da sua natureza, sendo este infinitamente pequeno, poderia ser infinitamente

7 Merleu-Ponty, M.(1999) em Fenomenologia da Percepção (trad. Brasileira de *Fenomenologie de la Perception*), Livraria Martins Fontes Editora Ltda, São Paulo, Brasil, define sensação como “A fisiologia à qual o psicólogo se dirige como uma instância superior, está no mesmo embaraço que a psicologia. Ela também começa por situar seu objecto no mundo e por tratá-lo como um fragmento da extensão...” da situação um elemento de reacção” p 28

8 Granger, G. G. (1994) em *Formes, Opérations, Objects*, Librairie Philosophique J. Vrin, Mathesis, Paris, França, fala desta naturalidade como: “Les traits d'une spatialité “naturelle” que nous avons pouvoir reconnaître à travers l'examen historique et analytique des trois thèmes – Formes, Textures, Mesures...”p 174

reproduzido linearmente. Este conceito reduz o espaço a uma representação linear associado à possibilidade de medir localmente as distâncias, as áreas e os ângulos;

3. «le concept d'espace requiert la possibilité de *mesures*» – orientações que têm que ver com o sistema de grandezas Euclidianas (volumes, áreas, comprimentos), assimilação de pontos em espaços abstratos na medida de um espaço e na medida de conjuntos de pontos que levam a uma redefinição de medidas do seu conteúdo.

Kant no seu livro «Critique of Pure Reason» destaca o espaço:

“Space is nothing but the form of all phenomena of the external senses; it is the subjective condition of our sensibility, without which no external intuition is possible for us. If then we consider that the receptivity of the subject, its capacity of being affected by objects, must necessarily precede all intuition of objects, we shall understand how the form of all phenomena may be given before all real perceptions, may be, in fact, a priori in the soul, and may, as a pure intuition, by which all objects must be determined, contain, prior to all experience, principles regulating their relations.” (Kant 1922, 21)

Aqui as imposições perceptivas da receptividade permitem-nos criar organizações naturais que definem as relações da sensação, onde as aplicações intuitivas da geometria, que são propriedades formais operatórias dos objetos, permitem a criação de uma sensação de medida e por sua vez dos movimentos de espacialização. Através da receptividade criamos capacidade para formar construções mentais dos objetos, à qual uma intuição pura permite dar o nome de espaço (Pires 2007, 80). Da mesma construção mental de imagens e significação como intuição pura de sensações exteriores vem a conceção de tempo.

Gaston Bachelard (1932) no seu livro *L'Intuition de L'Instant*, imprime no tempo uma ação de carácter dramático que destaca como instante. Presenteia-nos o corte temporal em que a presença do ser-no-mundo revela, como uma medida do tempo que a ação durou e do instante em que o ato se deu. A ação que decorre durante o ato, e que será neste caso a reprodução e manipulação sonora, entra na realidade das consequências lógicas ou fisicamente possíveis. Aqui o tempo desenrola-se através da sensação, uma ativação de significado que define a consciência. Esta, é variável pelo conjunto de impressões dadas pelas experiências do sujeito que por sua vez são determinadas pela sensação auditiva. Os instantes dramáticos, sempre súbitos, regulares ou monótonos, são analisados através de uma abordagem dupla onde Bachelard distingue teorias desenvolvidas por Bergson (Bachelard 1932) e Roupnel (Bachelard 1932).

Para H. Bergson, o instante é como a experiência íntima direta. A ação é um desenrolar que fica entre a decisão e o objetivo – focando a sensação do instante como ato de consciência.

M. Roupnel fala do instante como consciência mais direta do tempo. O ato é acima de tudo uma decisão instantânea. Assim, é introduzida uma evolução da teoria de Bergson, no caso em que a atenção passa a ser um ato extraído dessa continuidade chamada duração, desenhando a transformação do passado ou a ilusão do futuro.

«[...] le temps est une réalité resserrée sur l’instant et suspendue entre deux néants.» (Bachelard 1932, 13)

Através da reflexão contínua sobre a duração, a percepção do instante implica na criação de uma memória caracterizada por sensações portadoras de informação que a percepção vai interpretar. Portanto, é relevante que exista uma estrutura de eventos temporais e espaciais para que os fenômenos se liguem entre si, de forma conduzir o sujeito.

“Um fenômeno desencadeia um outro não por uma eficácia objetiva, como a que une os acontecimentos da natureza, mas pelo sentido que ele oferece — há uma razão de ser que orienta o fluxo dos fenômenos sem estar explicitamente posta em nenhum deles, um tipo de razão operante.” (Merleau-Ponty 1999)

Os espaços sonoros imersivos compõem uma dialética interna que engloba vários gêneros artísticos que servem de base para o estudo das ciências cognitivas. É então feita uma representação interna a partir de conceitos complexos que são influenciados pela percepção do evento numa matriz espaço-tempo. A duração do evento pode também afetar a percepção auditiva de forma transmitir a sensação de movimento. É essencial que a composição e espacialização de uma obra de música acusmática e electroacústica entenda esta formação de imagens relacionadas com o evento sonoro (explicado no capítulo V.3.1) e seja obtida através da reprodução sonora em espaços imersivos. No próximo capítulo procedemos ao estudo conceptual e tecnológico acerca de espaços sonoros imersivos. Serão abordados modelos conceptuais de sistemas sonoros de modo a entender a morfologia dos espaços e serão também brevemente abordadas tecnologias discretas e patentes utilizadas nesses espaços.

IV. Espaços e sistemas

IV.1 Espacialização sonora e Espaços Sonoros Imersivos

Neste subcapítulo serão abordados avanços históricos mais relevantes na construção de sistemas sonoros imersivos. Apresentaremos algumas instalações que foram encontradas para ilustrar os aspetos mais significativos acerca da evolução das técnicas de espacialização sonora, e por fim será feita uma análise às especificações de cada sistema.

A reprodução multicanal está a tornar-se cada vez mais comum em aplicações de consumo para fins comerciais e artísticos. Um grande número de técnicas de espacialização permite o posicionamento virtual das fontes sonoras ao usar *arrays* de altifalantes. Estas técnicas assumem o posicionamento do ouvinte como conhecido e fixo, e os altifalantes estão dispostos envolvendo o ouvinte num anel bidimensional ou numa esfera tridimensional. Exemplos de tais esquemas e técnicas de espacialização são o *stereo panning*, estudado como sistema 2.1, ITU 5.1 *surround* (ITU 1993), mais tarde desenvolvido para configurações multicanais para uso industrial (Rumsey 2001), *vector-based amplitude panning* ou VBAP (Pulkki 2001), *distance-based amplitude panning* ou DBAP (Lossius & Baltazar 2011) e *Ambisonics* (Fellgett 1975).

“Since the electroacoustic techniques have made it possible to separate the recording and playback of sounds in terms of time and space, our attention has focused on the spatial qualities of sound as being an implicit part of our auditory experience.” (Hollerweger 2016, 25)

Os avanços tecnológicos tornaram possível a separação da gravação e da reprodução de sons em tempo real, permitindo à espacialização sonora ser objecto de estudo e experimentação. Um exemplo disto é uma experiência registada do uso de múltiplos canais áudio para criação de um efeito espacial. Ocorreu em 1881, altura em que Clement Ader usou conjuntos de transmissores e recetores telefónicos de modo a retransmitir o som de eventos remotos. No entanto, e sem registo de mais trabalhos significativos sobre o tema, só na década de 1920, Harvey Fletcher e a sua equipa no Bell Telephone Laboratories desenvolveu um sistema binaural, baseado no uso de *headphones*. Para isso, dois microfones são posicionados perto de uma *dummy-head* de maneira a que ocorra uma simulação da audição humana. Os sinais usados para este tipo de tecnologia não podem ser apresentados em altifalantes, mas têm sido desenvolvidos de modo a serem usados em sistemas de realidade virtual, acústica virtual, e reprodução sonora através de computador, incluindo sistemas

que reproduzem tais sinais através de altifalantes com o uso de cancelamento *crosstalk* (Huopaniemi 1999).

Apesar da invenção de uma matriz de um sistema quadrifônico por Blumlein em 1931, mais nenhum sistema foi inventado até a sua introdução comercial. Após a introdução comercial do estéreo, vários estudos teóricos e experiências foram feitos por Fletcher (1931) nos EUA, por Blumlein (1933) em Inglaterra e por de Boer (1949) na Holanda.

Durante a década de 1970 foi desenvolvido em Inglaterra um sistema *surround* de codificação e de interpretação de espaços sonoros 3D chamado *Ambisonics* com o objetivo de recriar o campo sonoro original no centro de escuta. Utilizando um mínimo de três canais, permite ter um nível de localização auditiva maior do que o estéreo ou *Dolby Surround*, pois fornece mais informação sobre o campo sonoro quanto mais altifalantes forem ligados. Este sistema baseia-se no uso de esferas harmónicas, que são usadas para descrever a porção dependente direcional de qualquer onda (Bamford 1995, 9). No seguimento do estudo dos sistemas sonoros encontramos o *Gmebaphone*, conceptualmente desenvolvido em 1973 pelo *Groupe de Musique Experimentale de Bourges* como um sistema de reprodução com múltiplos altifalantes e que, tal como o *Acousmonium*, foi sucessivamente sendo desenvolvido em termos técnicos e teóricos de modo a adquirir interfaces e ferramentas como estratégia de performance e técnicas analíticas capazes de explorar o máximo da experiência obtida.

No período não-letivo que coincidiu com a investigação para o projeto artístico, foi feita uma visita de observação à morfologia do *Acousmonium*. O espaço que abraçou esta instalação sonora de 52 canais, denominado MPAA – *Maison des Pratiques Amateurs Saint-Germain* em Paris acolheu evento de três dias com livre entrada tinha como objetivo uma demonstração sobre o *GRMTools* acerca das ferramentas de espacialização sonora desenvolvidas pelo IRCAM. Foi também possível assistir a peças octofónicas de música eletroacústica e acusmática a serem operadas por artistas e compositores internacionais.

IV.1.1 *Acousmonium*

Espaço sonoro, arquitetado nos anos 70 por François Bayle com apoio do Grm, foi apresentado pela primeira vez em 1978 no auditório *Olivier Messiaen, Maison de Radio France*, em Paris. Espaço de concertos, manifestações e exposições, que oferece ensino a alunos de conservatórios e universidades, possibilitando ações de pesquisa com o objetivo de experimentar a

escuta, ao permitir a comunicação de repertório artístico em sessões de apresentação do *Cycle Acousmatique*, ainda hoje ativas e de seu nome *Multiphonies*. Considerado um sistema estéreo⁹, a difusão sonora é caracterizada por sonoridades essencialmente no plano horizontal. A existência de altifalantes de profundidade e proximidade, altifalantes de cariz direcional e altifalantes criadores de imagens estereofônicas permitem a sensação de movimento sonoro variando a posição do som no espaço ao longo do tempo. Estes movimentos podem ser percebidos lateralmente, mas também dando-nos uma noção de distância. Essencial para o desenvolvimento de uma arte de espacialização sonora, conta com dezenas de altifalantes posicionados estrategicamente, e que a noção de palco está alargada a todo o auditório, incluindo a plateia.

Sistemas de difusão sonora compostos por altifalantes com qualidades específicas, permitem a composição de espaços sonoros complexos – onde vários sons coabitam em simultâneo. Assim o compositor torna-se tecnicamente capaz de registar, reproduzir e manipular ambiências sonoras, tendo este as suas particularidades naturais (sejam sons naturais, captados ou virtuais,

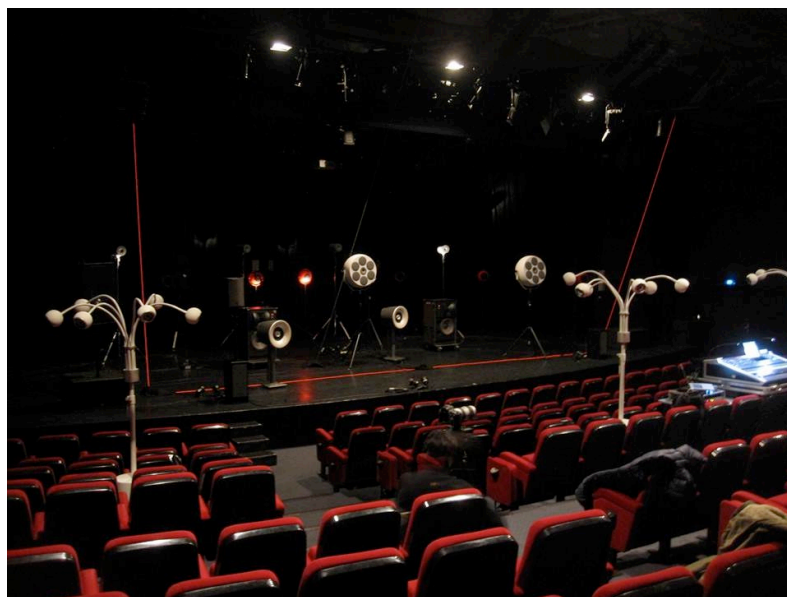


Figura 2 – *Acousmonium* instalado no Auditório Saint-Germain (Paris, França) para o evento do Grm - *Multiphonies* 2016

gerados artificialmente) (Pires 2007, pp 140,148). Na figura 2 temos uma ilustração da actualizada disposição do *Acousmonium*.

Todo o controlo do sistema é feito através de uma mesa de mistura, colocada no centro da sala, e envolvida pela audiência. Deste modo o funcionamento do sistema e de toda a morfologia sonora depende da habilidade do operador explorar tais características.

9 Ver cap. IV.2.1

Na próxima figura recordamos um esquema ilustrado na inauguração do sistema em 1974. Aqui composto por um conjunto de altifalantes simplificado mas que forma o início do entendimento para construção do contexto histórico e conceptual.

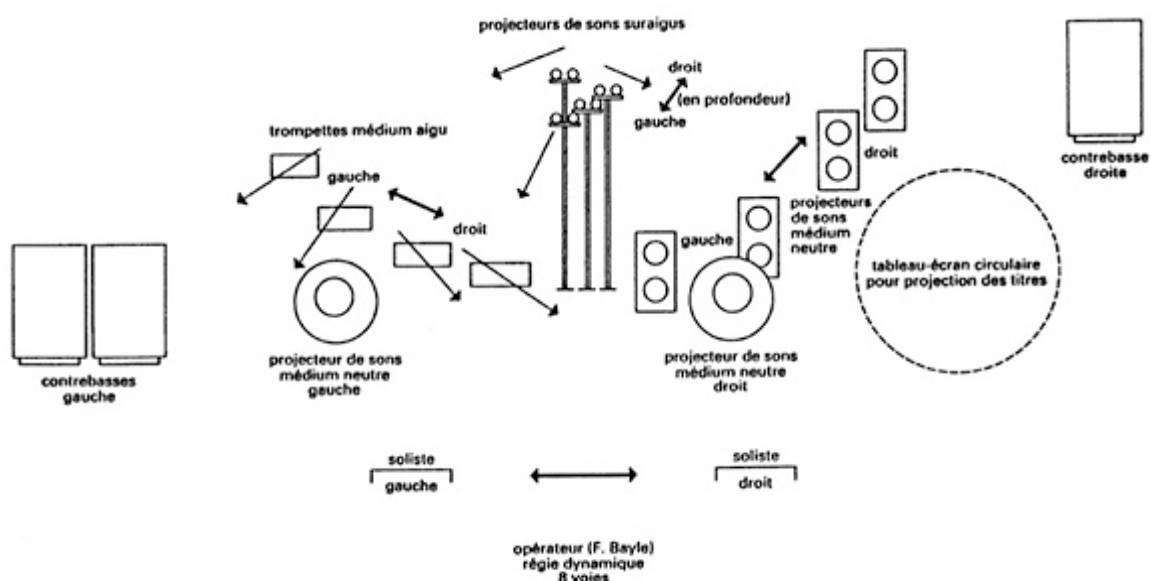


Figura 3 - Disposição do *Acousmonium* para a estreia de *L'Experience acoustique* (Bayle 2013, 14)

Após 50 anos de investigação e experimentação, o GRM culmina num produto de seu nome *GRMTools Evolution* onde todo o processamento de som é de domínio das frequências hertzianas e confere grande capacidade de manipulação sonora em tempo real para exploração. À semelhança deste estudo evidencia-se o *Gmebaphone* como ferramenta de investigação e desenvolvimento da espacialização sonora.

IV.1.2 *Gmebaphone*

Conceptualizado originalmente por Christian Clozier e desenvolvido por Jean-Claude Leduc no GMEB, foi apresentado pela primeira vez durante a terceira edição do *International Festival of Experimental Music* em Bourges, no ano 1973. O *Gmebaphone* é composto por amplificadores, sistemas de tratamento sonoro, altifalantes, uma consola, e um sistema de processamento dedicado para a difusão ao vivo. Este instrumento de difusão sonora foi construído com o intuito de oferecer um sistema de interpretação e expressão de obras de música eletroacústica de forma transparente, contribuindo para pesquisa acerca da difusão sonora, e também, da dialética entre a difusão e a composição. A noção de espaço sonoro com que a instalação é arquitetada, faz com que em certas

Pensado para reprodução e manipulação de peças eletroacústicas o algoritmo permitia criar noções espaciais através de uma ilusão do movimento de um espaço acústico virtual definido por quatro altifalantes (Wishart 1996).

IV.1.3 *Ambisonics*

No contexto das instalações sonoras, destaca-se o *Ambisonics*. Desenvolvido nos anos 70 em Inglaterra por Michael Gerzon no Mathematical Institute em Oxford e pelo Professor Peter Fellgett no Cybernetics Department na Reading University, foi considerado como uma alternativa ao *surround*, ao poder combinar gravações de um microfone omnidirecional denominado microfone *Soundfield*, ou obter controlo especializado de panorâmicas e controlo de localização, ou ambos (Elen 2001). Utilizando tecnologia que diferencia componentes de fase geradas em diferentes altifalantes, simulando os processos de perceção auditiva, esta instalação pode ser considerada como um refinamento tecnológico do sistema quadrifónico. A tecnologia permite que a imagem espacial seja rodada, expandida, contraída e permite criar a impressão de movimentos bruscos, se usada em três dimensões.

Este desenvolvimento foca a teoria de que um arranjo de altifalantes é capaz de reproduzir os campos sonoros de um espaço acústico e será observado mais atentamente no subcapítulo seguinte.

Com efeito, torna-se inevitável a comparação da designação dos variados sistemas de reprodução e espacialização sonora.

IV.2 Características dos sistemas de reprodução

IV.2.1 Estéreo

Inventado por Alan Blumlein em 1931 (apenas registado dois anos depois em 1933), concebeu um sistema de captação, reprodução e/ou transmissão com o objetivo de proporcionar ao ouvinte uma impressão realista que lhe era comunicada por dois caminhos acústicos, da mesma maneira que este experimenta diariamente. Além disso este sistema também incute a ideia de uma verdadeira impressão de direção, aumentando a ilusão que se verifica na associação do som com a imagem, quando uma fonte sonora é apresentada ao olho.

Harvey Fletcher, apresentou este sistema pela primeira vez publicamente numa exibição do Bell System, na *World Fair* de 1932 em Chicago. Originalmente pensado como um sistema com um

número infinito de altifalantes, mas que foi produzido com a certeza de que três altifalantes eram suficientes para a reprodução do efeito espacial (Fletcher 1992). Esta ideia de desmaterialização dos altifalantes dá-se devido ao surgimento dos sistemas de captação e reprodução sonora poderem funcionar sincronizados em tempo real.

Num sistema estéreo convencional são utilizados dois altifalantes direcionados para o *sweet spot*¹², espaçados 60° entre si, e a 30° da perspectiva do ouvinte formando um triângulo equilátero. Podemos perceber fontes sonoras em qualquer posição entre os altifalantes, pois acontece uma conversão da amplitude dos sons em diferenças de fase. Esta conversão será explorada no Capítulo V.3.3.1., onde serão referenciados aspetos relacionados com a espacialização utilizada nos sistemas de som. Na figura 4 podemos observar a ilustração sobre a configuração estereofónica.

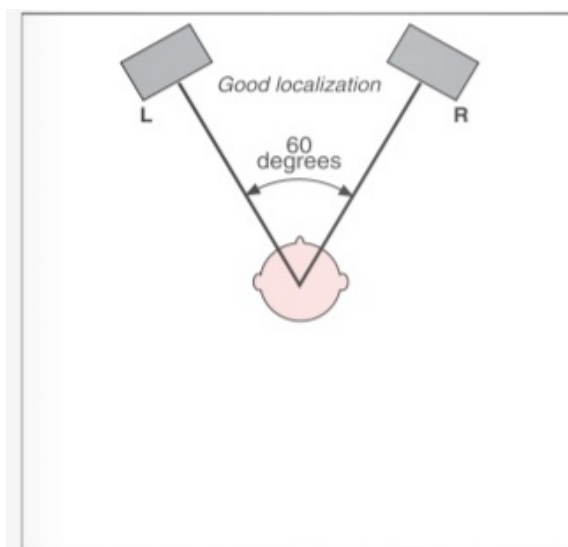


Figura 5 - Disposição de sistema *stereo* (Elen, 2001)

IV.2.2 Quadrifonia e Octofonia

A quadrifonia, também chamada de tetrafonia, foi experimentada por Blumlein nos anos 30 com o desenvolvimento do estéreo, e pretendia alongar os princípios estereofónicos para planos quadrifónicos, tendo quatro altifalantes arranjados num quadrado ou num retângulo. Considerado como o antepassado do 5.1, este sistema sofreu algumas alterações relacionadas com a disposição dos altifalantes, sendo que a aplicação *standard* era disposta num quadrado. Inicialmente os altifalantes estavam separados com um ângulo de 90° entre si à volta do ouvinte, dispunham dois

12 Hollerweger, F. (2016) em *Periphonic Sound Spatialization in Multi-User Virtual Environments*, Institute of Electronic Music and Acoustics (IEM), California, EUA, p.27 *Sweet spot* como “small area of accurate audio reproduction”

altifalantes à frente e dois altifalantes atrás. Em comparação à configuração estereofônica e devido ao ângulo de abertura ser maior que 60°, a imagem central perde-se criando um buraco ao centro. Com a tentativa de melhorar a espacialização sonora, recriou-se uma disposição retangular que repunha a imagem entre os altifalantes frontais, recorrendo a mais um canal central, mas ainda assim, ocorria uma perda da imagem lateral. Também é de importante relevo a fraca resolução que o nosso ouvido tem ao tentar localizar uma fonte no plano lateral. Como forma de escapar ao plano horizontal, os sistemas quadrifônicos eram ainda dispostos nos quatro cantos de um paralelepípedo retangular, mas sem controlo independente de elevação e azimute da fonte sonora.

Efetivamente, a espacialização sonora é melhorada mas a localização do som é diretamente levada para os altifalantes, perdendo as características de percepção sonora para efeitos de localização. Na Figura 5 podemos observar a configuração quadrifônica e as suas qualidades em termos de localização sonora.

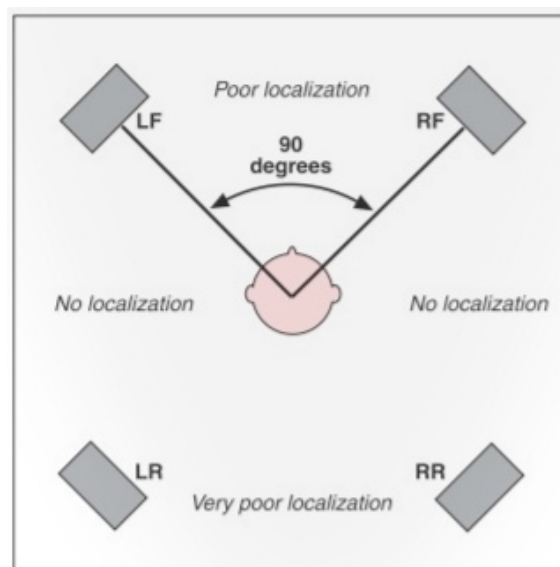


Figura 6 - Disposição do sistema quadrifônico e propriedades de localização sonora (Elen 2001)

Para que as desvantagens dos sistemas quadrifônicos fossem ultrapassadas, estudaram-se sistemas octofônicos de modo a melhorar a qualidade das imagens sonoras no plano horizontal (disposições circulares), ou para permitir uma verdadeira reprodução da altura e largura (disposições cúbicas).

Criaram-se ainda desenvolvimentos que completaram a lacuna causada pela separação dos alto-falantes frontais com a introdução de um canal de altifalantes central. Descendendo assim “5.1”, onde o “.1” designa um segundo canal surround de amplitude de frequência grave chamado de “LFE – Low Frequency Enhancement”, mas que ainda assim é insuficiente para oferecer uma localização sonora otimizada. Pode-se observar na figura 6 as melhorias obtidas na localização sonora com esta introdução dos canais centrais.

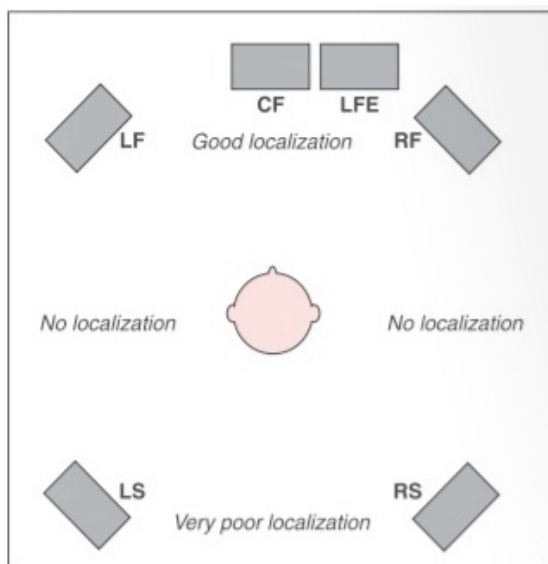


Figura 7 - Posição de sistema 5.1 e propriedades da localização sonora (Elen 2001)

Nos formatos considerados Dolby Standards, usados para inúmeros cinemas e teatros no mercado audiovisual vigente, o fenômeno de imersão conta com uma crescente adesão nos sistemas de reprodução. Seguindo a ideia da melhoria da imagem sonora usado no sistema 5.1, o aumento do número de altifalantes usados tem sido substancial. Alternativas como o 7.1, que provocam sensações de imersão pouco satisfatórias, têm sido melhoradas com a adição de mais altifalantes resultando em formatos *surround* multicanais *Dolby Atmos* e *Auro 11.1*. Por conseguinte seguiremos a análise para sistemas em que a linguagem programação Max/MSP permite descodificação de fontes sonoras virtuais.

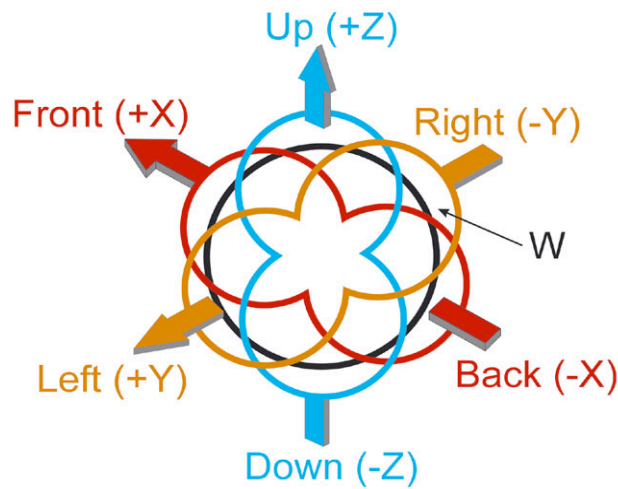


Figura 8 - Campo sonoro Ambisonics onde W indica o plano omnidirecional

IV.2.3 *First Order Ambisonics – B-format*

Em busca da criação de uma imersão perfeita, as tecnologias modernas têm oferecido uma maior complexidade aos sistemas de reprodução sonora permitindo o aprimorar de conceitos formulados no passado. Técnicas como *Wave field synthesis* (WFS) fundada em 1987 por Berkhout em *Applied Seismic Wave theory* (Berkhout, 1987), mas só em 1992 ficou conhecida com o trabalho *Wave front synthesis: a new direction in electro-acoustics* (Berkhout et al. 1992), tem como objetivo a reprodução espacial de um campo sonoro, que utiliza um grande número de altifalantes para criar um espaço auditivo virtual em grandes espaços sonoros. E ainda Virtual Microphone Control (ViMiC) (Peters, Matthews, Braasch & McAdams 2008) é um *software open source* desenvolvido em 2005 por Braasch em *A loudspeaker-based 3D sound projection using Virtual Microphone Control (ViMiC)*, para aplicação em PureData. O ViMic é baseado num *array* de microfones virtuais com simulações de padrões direcionais colocados num espaço virtual.

O *Ambisonics* por sua vez, atenta na reprodução do campo sonoro. Equipado para gerar um sinal de quatro canais dispostos em tetraedro chamado *B-Format* e que incorpora toda a informação do campo sonoro, no plano horizontal (esquerdo- direito), vertical (cima-baixo) e transversal (frente-trás) mais um sinal *mono* de referência. Para reprodução, o sinal gerado por *B-Format* é decodificado derivando de um mínimo de quatro altifalantes no plano horizontal. Ao invés de cada altifalante ter um sinal independente, eles vão ter praticamente todos os elementos da gravação, mas

com diferentes relações entre si. É um sistema com grande elasticidade. O decodificador permite colocar os altifalantes e as fontes sonoras onde o utilizador pretende, necessitando apenas de especificar o seu posicionamento virtual. Verifica-se também a pronunciável estabilidade designada a uma vasta área de escuta incluindo o exterior do arranjo dos altifalantes. Gerzon criou o termo e acabou por tornar natural o uso de uma reprodução de som chamada *Periphony*, que possibilita a percepção de informação relacionada com a altura e com a largura, e tenta delimitar naturalmente os limites da esfera total da audição (Gerzon 1973)

Para concluir a exemplificação de sistemas imersivos e as suas especificações, referimos um sistema de espacialização sonora perifónico. Sistemas como este denotam grande relevância, dado que envolvem grande capacidade de reprodução, de movimento e localização de fontes sonoras em espaços sonoro imersivos.

Ressalta então o auditório esférico desenhado por Karlheinz Stockhausen para a *World Fair* em Osaka, no Japão no ano 1970. Este sistema de espacialização de som de perifonia completa, acabou por ter sete anéis de altifalantes com sete altifalantes mais um sub-grave adicional. Foi também instalado um “moinho de rotação” (Wishart 1996) de operação manual para rotação sonora contínua. Uma plataforma visual e acusticamente transparente ficou colocada a três metros abaixo da linha do equador, facto que Stockhausen considerou ser um posicionamento sub-ótimo. Três anéis de altifalantes e o subgrave ficaram dispostos por baixo da plataforma de escuta, com o subgrave e dois anéis de altifalantes posicionados concêntricamente no chão (ver figura 9). Os restantes 4 anéis de altifalantes foram posicionados no hemisfério superior. Foi usado um gravador Telefunken M10A para fazer a reprodução do sinal áudio, e a espacialização foi feita a partir de uma consola de mistura personalizada para o efeito. Neste espaço foram destacadas durante sete meses, sessões de quatro horas da música de Stockhausen e ainda música de vários compositores Alemães, por onde passaram aproximadamente um milhão de pessoas.

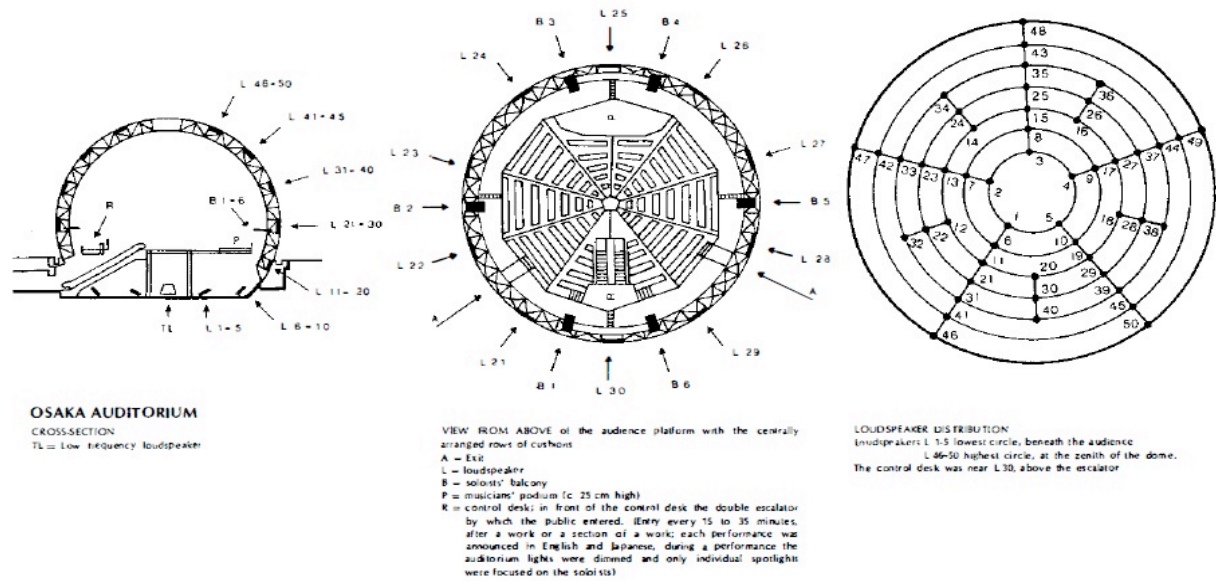


Figura 9 - O auditório esférico na Feira Mundial em Osaka 1970 (Wishart 1996)

Constate-se que atualmente o estudo da programação de *Virtual Base- Amplitude Panning* (VBAP), tal como *Virtual Distance-Based Panning*, pode ser programados em softwares como *Pure Data* ou *Max/MSP* e existem referências da partilha destes códigos na *web*. Um destes exemplos é *Jamoma* (Place & Lossius 2005). Aqui o estudo da experiência sonora torna pertinente a relação do som com a percepção sonora que será abordada no próximo subcapítulo. Serão também abordadas noções filosóficas que entendem os sistemas de reprodução sonora como obra de arte e a sua espacialização como instrumento de função estética.

V. A Percepção

V.1 Percepção e processos cognitivos

Neste capítulo apresentaremos alguns aspetos da percepção, como processo cognitivo, que consideraremos relevantes para o nosso trabalho, introduzindo de forma breve as fases desses processos, indo ao encontro de conceitos de atenção e mecanismos da memorização.

«Il convient de noter que toute connaissance, même intellectuelle, est venue d’abord par les sens, elle a commencé par une perception. Les capacités rationnelles de l’homme ont été stimulées et développées à travers de situations vécues – donc perçues. En conséquence de ces vécus le développement de l’intelligence humaine, de sa sensibilité, de sa capacité de problématisation et de questionnement intellectuels, lui permettent de répondre de façon originale aux stimulations du milieu extérieur qui se présentent à lui, mais également de se construire des concepts abstraits.» (Pires 2007)

Todos os eventos sensíveis traduzidos pelos estímulos doados à percepção através dos sentidos permitem uma conceção do mundo real que é uma interpretação de dados encriptados.

«A percepção é uma interpretação da intuição primitiva, interpretação aparentemente imediata, mas na realidade adquirida pelo hábito, corrigida pelo raciocínio (...)), (Merleau-Ponty 1999, 60) ¹³

Para que esta correção ocorra, referida por Merleau-Ponty, é necessário que a escuta derive numa análise racional dos estímulos apreendidos. A compreensão dos processos cognitivos é importante para a constituição de conhecimento espacial relativo à localização das fontes sonoras pois permite ao sujeito, compositor ou ouvinte, produzir, identificar ou imaginar os espaços sonoros de modo a decodificar a informação neles contida.

«According to information processing approach to psychology (cf. Anderson 1985; Lindsay and Norman 1977), the link between the perceptual qualities of the

13 Lagneau, *Célebres leçons*, p. 158.

sound source, its abstract representation in memory, its identity, and the various meanings or associations it has with other objects in the listener's environment are hypothesized to result from a multi-stage process.» (McAdams 1993, 147)

O uso destes processos durante um dado período de tempo com o foco de uma só fonte sonora do ambiente, compreendem um uso específico da audição num contexto definido. Entende-se que num contexto conhecido as respostas são imediatas e adequadas pois consideram ações e relações anteriormente experimentadas. A figura 10 seguinte esquematiza como funciona o sistema de processamento de informação sonora entre animal e ambiente envolvente.

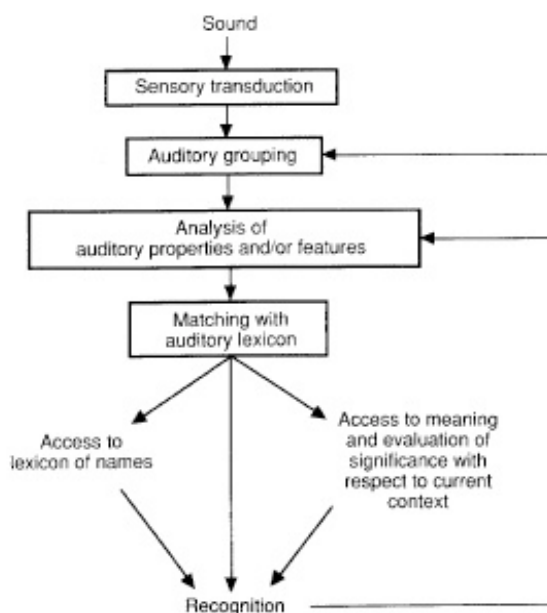


Figura 10 - Diagrama esquemático dos níveis de processamento envolvidos no reconhecimento e identificação (McAdams 1993).

Com o objetivo de explorar a estrutura de eventos acústicos que são relevantes para perceber estruturas organizadas, parece-nos relevante introduzir aqui os princípios da psicologia ecológica¹⁴. McAdams revela que a maior parte da interação do sujeito com o meio ambiente deriva do um reconhecimento que vai influenciar a tradução direta ou indireta dos estímulos sensoriais. A reconhecida identidade e significado do evento sonoro é resultado de uma ordem de processos de «[...]analysis, matching, and association processes.» (McAdams 1993, 147). O comportamento para a descrição de tais estruturas do mundo físico torna essencial a percepção das propriedades que

14 Michaels, C. F. & Carello, C. (1981) *Direct Perception*, PRENTICE-HALL INC, Englewood Cliffs, Nova Jérсия, EUA [...] ecological psychologists seek to identify the structures in the light to an eye or the sound to an ear that relate invariantly to the events that gave rise to them." p. 158

são entendidas como invariantes, apesar de que outras propriedades possam mudar. Assim, entramos no domínio de uma psicologia cognitiva, onde os processos cognitivos de percepção se classificam em três níveis: nível sensorial, nível perceptivo (ou de tratamento) e nível cognitivo (ou de representação) (Pires 2007, 60)¹⁵.

O nível sensorial inclui os processos de seleção e tradução das informações sensíveis dos estímulos recebidos. É aqui que se consideram os mecanismos que ligam ao sistema nervoso, pelo qual os estímulos são transmitidos e o córtex cerebral desenvolve a capacidade sensorial necessária para decodificar e transformar informações sensoriais. Desta forma ocorrem então os primeiros níveis de representação capazes de criar a reação de um organismo que, por decodificação da sensação, se separam certas características da estimulação (Pires 2007, 41). Estas reações neurofisiológicas são produzidas em quatro etapas: estímulos sensoriais, transdução, condução e tradução.

Ao analisar os processos que integram o nível perceptivo (chamado também nível de tratamento), verifica-se a identificação intencional dos estímulos, ao foco nos eventos e a interpretações e organização de informação sensorial recebida. Em testes psicológicos experimentais, foi possível definir os termos de reconhecimento e identificação (McAdams 2009). São criadas representações mentais de correspondência entre o conjunto de informação recebida e a imagem mental adquirida pela memória, que por sua vez é ativada pela palavra. As informações são provenientes das sensações mas também de conhecimento anteriormente adquirido pelo sujeito, pelas suas expectativas e pelo contexto no qual o estímulo é produzido.

Verifica-se que o reconhecimento é mais eficaz quanto maior o número de vezes que o sujeito julga corretamente se o objeto, alvo da atenção, tinha sido ouvido antes. Uma porção de tempo que é concedida para o efeito. Após a realização das experiências (McAdams 2009), são feitas perguntas acerca da familiaridade associada ao objeto, podendo este ser considerado como objeto novo ou já conhecido.

“Much psychology research has demonstrated that information is more easily encoded, organized, perceived and remembered when it is hierarchically ordered”
(Restle, 1970; Deutsch & Feroe, 1981)¹⁶

15 Para esclarecimento das expressões escolhidas ver também : Bonnet, C., Ghiglione, R., & Richard, Jean-François (2003) Csp. 1 : « La perception visuelle des Formes ». in : *Traité de psychologie cognitive : Perception, action, langage.* sous la direction de Claude BONNET, Rodolphe GHIGLIONE et Jean-François RICHARD.. pp. 3 – 76 ;

E também McAdams et Bigand no capítulo I – « Introduction à la cognition auditive ». in : McAdams, S., Bigand, E. (1994) - *Penser les sons, psychologie cognitive de l’audition.* p. 1 – 5.

16 McAdams, S. (2009) *Psychological constraints on form bearing dimensions in music*, *Contemporary Music Review*,

Nas análises observadas (McAdams 2009), a identificação de objetos e processos de reconhecimento envolvem o desenvolvimento de léxico para aceder a relações hierarquicamente organizadas.

A criação de associações com valor simbólico relembra uma escala de valores que são ativados através das experiências ligadas à memória. Conseqüentemente, estas ativações levam a uma atuação do sujeito em relação ao contexto local.

Assim, investigamos principalmente a ligação da análise de sons como estratégia para organização de informação, que permitem criar representações mentais de um conjunto particular de características. (Bregman 1993, 13)

“[...]the link between the perceptual qualities of the sound source, its abstract representation in memory, its identity, and the various meanings and associations it has with other objects in the listener's environment are hypothesized to result from a multi-stage process.” (McAdams 1993, 147)

Durante a identificação, atribuição de significado e associações, o ouvinte capta estímulos de um ambiente sonoro complexo conhecido como efeito *Cocktail-Party*¹⁷. Como Albert Bregman explica, ao utilizar esquemas de representação mental, o desenvolvimento da capacidade de selecionar elementos e separá-los, pode levar a assegurar o foco num objeto só.

“[...]it appears to me that there are three processes occurring in the human listener that serve to decompose auditory mixtures. One is the activation of learned schemas in a purely automatic way.” A second process that can decompose mixtures is the use of schemas in a voluntary way. [...] Both of these methods, automatic and voluntary recognition, require that schemas (knowledge of the structure of particular sounds or sound classes that are important to us) have already been formed by prior listening. [...]” (Bregman 1993, 13)

Albert Bregman (1993) chama a este processo de “*auditory scene analysis*”. Existem então dois níveis de análise processual que se distinguem em “*primitive auditory scene analysis*” e “*schema based stream segregation*”, sendo que este último subdivide-se em processos de ativação simples de esquemas (involuntária) e utilização voluntária de esquemas mentais.

IRCAM, Paris, França, p.189

17 Augoyard, J., Torgue, H. (2005) *Sonic Experience: A guide to everyday sounds*, McGill-Queen's University Press, Montreal & Kingston, Londres, Inglaterra define *cocktail party effect* como: “[...]with reference to the sound space in which we can observe it best, refers to our ability to focus attention on the speech of a specific speaker by disregarding irrelevant information coming from the surroundings”. p.28

A “*primitive auditory scene analysis*” (Bregman 1993) decompõe todo o tipo de ambientes sonoros baseando-se em propriedades acústicas genéricas.

Acerca da “*schema based stream segregation*”, assume-se a correspondência entre uma assimilação puramente automática dos esquemas apreendidos. O nível perceptivo ou de tratamento, é uma ativação voluntária dos esquemas de nível cognitivo ou de representação.

O direcionamento de atenção para fatores como uma combinação entre a continuidade temporal e a diferença de frequências, são essenciais para o sucesso das funções de identificação e separação de elementos sonoros em ambientes sonoros complexos. (Botte, Drake, Brochard & McAdams 1997, 6)

“Acoustic components derived from independent environmental events tend not to start and stop at the same time. Instead, one is likely to be active already at the moment that another begins. The auditory system exploits this general truth when it uses what I have called 'old-plus-new' strategy: when a spectrum suddenly becomes more complex but, as far as the nervous system can tell, it still contains the same frequency components as before, it is interpreted as a continuation of an old signal with a new joining it.” (Bregman 1993)

Acerca da análise proposta, Albert Bregman (1993, pp 17,26,27) põe em evidência características importantes para a identificação durante ato de escuta. Estas características são assim expostas como padrões de variação, determinando três regularidades: a primeira como “*effects of auditory scene analysis on perception*” e as restantes duas como “*differences in spatial location*”:

“ Regularity 1. Unrelated sounds seldom start or stop at exactly the same time. “;

“[...] Regularity 2. Gradualness of change.

(a) A single sound tends to change its properties smoothly and slowly.

(b) A sequence of sounds from the same source tends to change its properties slowly[...] “;

“[...] Regularity 3. When a body vibrates with a repetitive period, its vibrations give rise to an acoustic pattern in which the frequency components are multiples of a common fundamental.”

Para François Bayle (Solomos 2007, 8), esta associação automática é feita pelo próprio ato de identificar, pelo que, durante a escuta (*écouter*), se aprende a detetar elementos descritos como «*Détecteurs de formes (proies), d'espaces (paysages), d'actants (personnages)*». Em relação à ativação voluntária dos esquemas mentais, Bayle considera o modo de escuta, que entende como correspondência (*entendre*), em que acontece a interpretação do que foi percebido e a construção de novos esquemas mentais ou a confirmação dos que já existem através de uma ligação à projeção das memórias.

Revela-se de grande importância, para a constituição da identidade do som, o reconhecimento dos aspetos temporais e dinâmicos do evento sonoro. Com efeito, os sons oferecem informação particular acerca dos eventos sonoros, atribuindo qualidades sobre os mesmos e ainda aspetos da morfologia do objeto sonoro. No entanto, observamos o modelo esquemático de McAdams (ver fig. 10) que fornece bases teóricas para análise das propriedades auditivas do sujeito em relação ao ambiente sonoro. Recorremos situações hipotéticas que influem numa perceção direta da natureza do objeto sonoro, do modo como foi posto em vibração e presumivelmente do seu nome, sem qualquer processamento intermediário. (McAdams, 1993 p 148)

V.2 Perspetiva ecológica

Pretende-se com este capítulo criar o elo de ligação pelo qual os elementos presentes numa comunidade criam o que Chemero (2005) classifica como o sistema de relações. É-nos dito que estes eventos multidimensionais ocorrem numa matriz espaço-tempo, e referem-se a reciprocidades

“[...] representation would refer (simply) to the way in which an animal is structured when, say, the animal is perceiving, acting, or remembering and not to a causal determinant of the animal's perceiving, acting or remembering. “ (Chemero, 2005 p50)

A psicologia ecológica, termo designado por Gibson (McAdams 1993) em estudos sobre a perceção visual, afirma que a perceção é um processo num sistema animal-ambiente e que funciona simplesmente na deteção de informação.

A ecologia acústica dá mais ênfase às estruturas dos eventos acústicos de reconhecimento e identificação que foram desenvolvidos no capítulo anterior como modelos de processamento cognitivo.

No âmbito das instalações sonoras imersivas, apresentamos eventos sonoros no sentido de

oferecer à comunidade a funcionalidade do som, com intuito de observar a identidade, morfologia e posicionamento da fonte sonora. No entanto entendemos a necessidade de obter uma representação que compreende o ambiente como um sistema de relações.

“The representation plays a role in the causal economy of the agent, and, because it carries information about the environment, allows the behavior it causes to be appropriate for the environment.” (Chemero, 2009 p. 50)

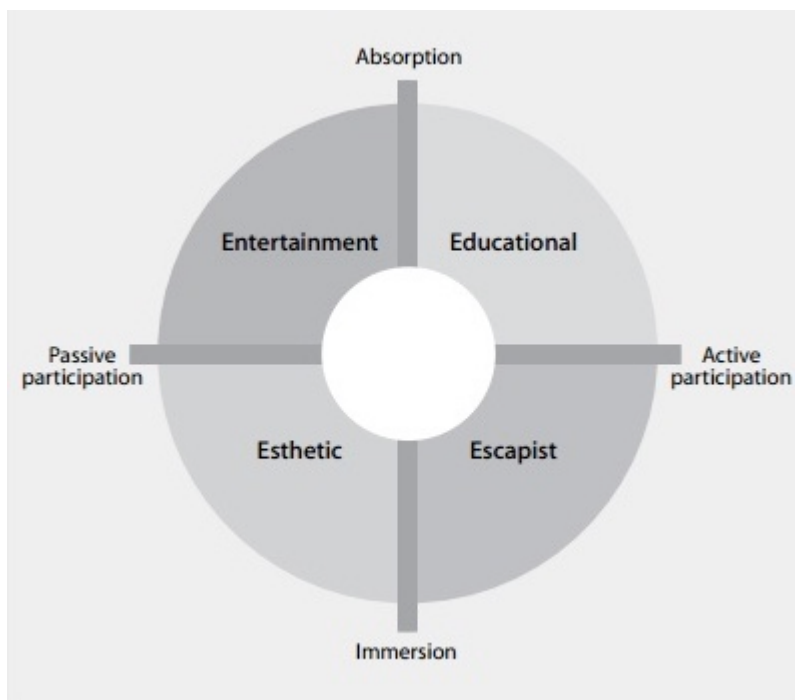


Figura 11 - Four realms of experience (Pine II & Gilmore, 1998 p 102)

A representação é determinada pela função do conteúdo presente no espaço. Dado que a imersão sonora é uma propriedade do espaço que influencia a atenção do sujeito, pretendemos unir os aspectos da percepção e dos processos cognitivos num plano de fundo formado pela ecologia psicológica tal como afirma Chemero (2009 p.96): “Ecological psychology will be a unifying background theory, rather than a unified model.” Esta teoria serve como um guia para descobrir as relações sujeito-ambiente.

Através da imersão adquirimos modos de comportamento capazes de alterar a forma da representação mental que pode ser entendida como um objeto de análise. No entanto, e sendo que a acuidade auditiva é influenciada pelo contexto em que os eventos se dão, o espaço sonoro tem um valor intrínseco na dinâmica da aprendizagem da função auditiva.

“Educational events – attending a class, taking a ski lesson – tend to involve more active participation, but students (customers, if you will) are still more outside the event than immersed in the action. Escapist experiences can teach just as well as educational events can, or amuse just as well as entertainment, but they involve greater customer immersion.” (Pine II & Gilmore, 1998 p 102)

Releva-se que o processo de aprendizagem que envolve esta perspectiva ecológica, pode ser dado pela interação com um espaço contextual envolvendo a participação do sujeito. Neste capítulo propomos uma abordagem a uma psicologia ecológica para métodos de aprendizagem com uma estrutura de incorporação cognitiva mediada pela tecnologia, no sentido de estabelecer ligação com o ambiente envolvente e determinar as relações que imprimem conhecimento e permitem o desenvolver do comportamento do sujeito durante ou após a experiência.

Chemero (2009) designa os conceitos principais da psicológica ecológica a ter em conta para este sistema: *perception for action*, *direct perception*, *affordances*, e *environmental information*. Focando apenas notas introdutórias sobre os temas que resumem esta relação entre o sujeito e o ambiente como meio sinérgico, abordaremos as particularidades que implicam a fundação de conhecimento. Note-se que a percepção é o meio pelo qual o sujeito pode conceber conhecimento, tal como Chemero afirma “[...]the function of perception is the guidance of adaptive action.” (2009, 109).

Com estas notas concluímos que a informação perceptiva, para além de permitir o conhecimento sobre o ambiente e sobre nós próprios, permite que nos conduza a um comportamento, uma ação.

“[...]in the ecological view, the perceiver is an active explorer of the environment – one who will make more effort to obtain sufficient information.” (Michaels & Carello 1981)

Ao definir a perspectiva ecológica para aprendizagem, que é relevante para o nosso trabalho porque tem em conta a participação de indivíduos e relaciona-os diretamente com um ambiente, recorreremos às ciências cognitivas designando-as como agentes dinâmicos da percepção em constante adaptação com o ambiente. A partir desta integração o sujeito retira informação do ambiente que resulta da adaptação do sistema perceptivo à informação disponível.

“[...] perception is a direct—noninferential, noncomputational—process, in which information is gathered or picked up in active exploration of the environment.» (Chemero 2009, 109)

Em particular, verifica-se que a percepção se efetua de maneira direta, influenciando a exploração do espaço sem que ocorra processamento de inferências ou computacional.

“Information was described as those patterns of energy that specify for the animal the objects, places and events for the animal environment. [...] The search for information begins with the search for invariants.” (Michaels & Carello 1981, pp 158, 159)

Esta perspetiva ecológica apoiada numa percepção direta depende da demonstração que os padrões de energia que estimulam os sentidos contêm especificações sobre o ambiente. Isto equivale a dizer que, em algum nível, a luz para o olho, a pressão das ondas sonoras para o ouvido, ou o padrão de pressões na pele, são unicamente e invariavelmente implicadas pelas suas fontes no ambiente. A especificação da informação é retirada a partir dos invariantes, padrões de estimulação que não são modificados por certas transformações ao longo do tempo/espaço.

V.2.1 Padrões invariantes

É através destes padrões energéticos que chegamos à forma como identificamos os invariantes e como estes constituem estruturas de informação.

“Most of the variables of interest to ecological psychologists are higher order. The guiding assumption is that perception is an activity involving orienting sensory organs, scanning, and the like, and that activities take time. This means that perception is not just of simple quantities like mass, wavelength, position, and so on, but also of comparatively complex relations, ratios, velocities, and accelerations.” (Chemero, 2009 p 122)

Salienta-se que estas propriedades energéticas podem ser detetadas através de análises perceptivas que Michaels & Carello (1981 pp.20, 23 e 26) descrevem em *Perceptual constancy*, *Ecological physics* e *Geometric concept*, apesar das propriedades invariantes serem maioritariamente qualitativas. Efetivamente, as qualidades do som são características que designam a qualidade de um objeto ou de um espaço, e que por sua vez revelam propriedades relativas ao seu

estado físico. Ao adicionar a componente temporal podemos compreender quais as relações que comprometem a nossa percepção acerca do evento, espaço ou objeto, na continuidade da atividade perceptiva.

V.2.1.1 Constante Perceptiva

No que toca a aspetos que revelam uma abordagem intuitiva à natureza dos invariantes releva-se o conceito de *Perceptual Constancy*.

“Brightness, size, and shape are, of course, constant properties of the objects as well as of our perceptions. The search for invariants, then, is the search for the bridge of light between object and perceiver. To ask about invariants for brightness, size and shape is to ask how these properties are specific – related one-to-one- to the structured light arriving to the eye.” (Michaels & Carello, 1981 p.21)

Este conceito procura como base o estímulo e não os mecanismos no sujeito. Isto leva a que os fenómenos sejam identificados em relação às propriedades remanescentes dos objetos (como por exemplo o tamanho, no caso da visão), mesmo que ocorram mudanças significativas nos estímulos mais próximos. Já no caso da audição as propriedades dos estímulos podem comprometer a identificação das propriedades relativas ao evento sonoro. No entanto entende-se que as propriedades constantes, tal como o tamanho, apresentam uma proporção direta em que quanto maior for o tamanho, maior vai ser a energia libertada, e que por sua vez, resulta diretamente numa dimensão aumentada de um conjunto de efeitos sonoros como a reverberação (se por exemplo o estímulo se passar dentro de uma sala vazia) ou como a intensidade sonora.

V.2.1.2 Propriedades Físicas

Através da compreensão da forma como a luz é estruturada e de que propriedades constantes a luz apresenta, forma-se o conceito de *Ecological Physics*, que contempla as leis da física. As propriedades físicas dos materiais são evidenciadas a partir das características da luz refletida, permitindo que esta integre a estrutura de processamento de informação. Por outras palavras, formam-se estruturas particulares construídas pela luz radiada por uma fonte, como o sol, que é modificada pela reflexão e que por sua vez é o resultado da luz incidente numa determinada superfície.

“While it might not be immediately obvious how this structure might be quantified or precisely described, it is easy to appreciate the idea that light is structured. Moreover, the structure is locally predictable; that is, physics could, in

principle, provide a point-by-point accounting of reflection and absorption. That each local point behaves lawfully requires that the global optical structure is lawful (organized) as well. This means, simply that the correspondence between the structured light and the surface composition, size, shape, position, and other characteristics of the object or place are derivable from the laws of physics.” (Michaels & Carello 1981 p 23)

No caso da delimitação de uma estrutura de luz num espaço, a estrutura global transmite especificações precisas do próprio espaço e do seu conteúdo designando o conceito de *sampling global structures* (Michaels & Carello 1981). O mesmo se sucede com a reverberação de uma sala, onde o som se propaga livremente até encontrar superfícies refletoras ou absorventes que fazem continuar a propagação ou extinguir o som conforme.

Estes invariantes são a base da percepção constante para a obtenção de mudanças de posição e de perspectiva, estabelecendo uma forte descrição intuitiva acerca dos invariantes que especificam a disposição e o conteúdo do espaço.

Análises mais complexas, em que os padrões são observados ao longo do tempo, podem identificar padrões de mudanças constantes e são considerados como *structural invariants* (Michaels & Carello 1981 p 25). São identificados *Transformation invariants* que se dão ao longo do tempo e delimitam padrões de mudanças denominados *change constancy* em que o tipo de mudança de um estímulo pode especificar características dinâmicas de um evento. Exemplo de invariantes ao longo do tempo é o caso do *Doppler effect*, onde o efeito ocorre entre a fonte sonora e o evento sonoro e está ligado diretamente à causa circunstancial.

“ when an object vibrates, it sends out waves of compression and rarefaction of air molecules – high and low pressure, respectively. When the object and listener are stationary, these pressure waves are heard as a constant pitch or set of pitches. The closer wave fronts are together, that is, the shorter the wavelength the higher the pitch. Additionally, the further the listener is from the source the lower the amplitude of the pressure wave amounts of compression and rarefaction), and less loud will be the sound.” (Michaels & Carello 1981)

Neste caso constituem-se invariantes de alteração de amplitude e frequência que são especificados pelos componentes estruturais. Estes eventos estão espacialmente e temporalmente estendidos e a sua duração está ligada à saliência perceptiva do evento.

V.2.1.3 Conceito Geométrico

Para que uma análise mais explícita acerca da existência e origem dos invariantes seja conseguida, entramos em quantificação. *Shape constancy* (Michaels & Carello 1981, p 30) que funciona para uma definição mais precisa dos invariantes e procura as geometrias apropriadas para descrever os invariantes que suportam a percepção.

“An invariant must be described with reference to transformation or a set of transformations; it is of little use to say that something is invariant without specifying the transformations over which it is invariant. An invariant, together with the group of transformations over which it is invariant, define geometry. Thus, one task for the perceptionist who seeks to describe information is to find the geometry in which the information resides.” (Michaels & Carello 1981 p 37)

Neste conceito são utilizadas várias aproximações a teoremas e axiomas matemáticos na tentativa de quantificar transformações e identificar classes de invariantes. Através da percepção da distância retiram-se classes de invariantes dados pela rotação, translação e reflexão. Estas podem ser aplicadas a um objeto rígido e as suas propriedades, tal como a sua forma, vão-se manter as mesmas. No caso da visão, as ampliações e reduções dão-se através da observação da transformação de tamanhos. As medidas observadas dão-se através dos múltiplos constantes das distâncias originais mantendo as formas do objeto. Por outro lado, no caso da audição, estas ampliações e reduções estabelecem conexão com o evento temporal. O exemplo de uma ampliação temporal de uma onda quadrada, faz com que a sua variação de frequência diminua, mantendo as características do som inicialmente, mas prolongando o conteúdo ampliado. Os fenómenos de distorção de relações métricas observam-se através da transformação de medidas, e podem fornecer informação acerca de formas elásticas tais como o crescimento e vivacidade de coisas e que preservam a conexão entre si e aumentam a abstração das constantes perceptivas.

A tarefa do sujeito que apreende e procura a descrição de informação, define-se através da geometria na qual a informação reside.

« [...] the perception of the persistent identity of an object that undergoes a change over space-time logically presupposes that there is perceptual information available which specifies the continuity of the transformation underlying the change» (Shaw & Pittenger 1978 p 197)

Relacionando estes conceitos, e usando o veículo definido da forma dada pela geometria, é necessária uma síntese que englobe as categorias de invariantes. Consideradas como *structural invariants*, são exemplificadas duas classes: *geometric shape* onde as propriedades são encontradas sem alterações, e *transformational invariants*, que correspondem às operações que deixam certas estruturas invariantes.

“As with vision, it is expected that useful information is not to be found in elementary physical variables such as frequency, intensity and timbre, but in the higher-order structure of complex "patterns. Again, information is being sought which is unique and specific to its source – both to the object participating in the event and to the nature of the event itself. The acoustic array, just like the optic array, arises from the ways in which surfaces structure the medium. During an event, an object set into vibration resonates at a range of frequencies characteristic of its size, shape, thickness and density. The series of air pressure waves so produced is the acoustic array.” (Michaels & Carello, 1981, 166)

A importância de adquirir informação sobre o espaço envolvente é relevante para que a percepção se torne efetiva no ato de adaptação ao ambiente. Através deste processo de escuta, a perspectiva de adaptação dá-se na recepção do estímulo sonoro, tal como na apreensão de qualidades específicas da paisagem sonora¹⁸, Forma-se assim uma relação mediada pelo som, definida por Barry Truax (1984) por um modelo de comunicação em *Acoustic Communication* e que nos é útil para o agrupamento de informação e para a designação de ações específicas que serão essenciais à recepção da mesma.

V.2.2 *Affordances e nicho*

Seguidamente, entramos no campo em que pretendemos designar as relações entre a percepção obtida pessoalmente e coletivamente, equacionando o sujeito, o ambiente envolvente e o objeto perceptivo.

Cisek (2010) define o resultado desta capacidade para obter informação como uma *Affordance*¹⁹. Este termo foi usado por James Gibson ao experimentar o espaço como um local de

18 Schafer, M. (1997) utilizou no livro *A Afinação do Mundo* (trad. Brasileira de *The Tuning of the World*), São Paulo, Editora Unesp define paisagem sonora, traduzido de *soundscape*, como “[...] qualquer campo de estudo acústico. Podemos referir-nos a uma composição musical, a um programa de rádio ou mesmo a um ambiente acústico como um campo de estudo, do mesmo modo que podemos estudar as características de uma determinada paisagem.” p.23

19 Cisek, K. (2010) *Neural Mechanisms with a World Full of Action Choices*, Groupe de Recherche sur le système

representações internas do mundo constituindo interesse para o comportamento do sujeito. No momento da espacialização sonora, estas representações são produto da manipulação consciente do compositor da obra electroacústica. Surge uma noção de uso específico da informação que se constitui no espaço sonoro imersivo.

Conceitos presentes na etologia²⁰ têm sido muito usados para pesquisa na robótica autónoma, onde arquiteturas de representações hierárquicas são usadas como sistemas de controlo que são considerados como *feedback loops*²¹. Favorável à obtenção de um objetivo, o sistema deve ter processos internos que atuam e influenciam os seus estados e promovem as suas mudanças.

“First, according to ecological psychologists, affordances are what we perceive; they are the content of experiences. Second, affordances are relations between what animals can do and features of the environment. Thus although affordances are animal dependent, they are perfectly respectable ontologically. Third, the perception of affordances is also a relation; it is a relation between an animal and an affordance.” (Chemero, 2008, 200)

Numa abordagem à teoria das *affordances* como características de situações num todo, consideramos o animal como parte integrante deste todo. A perceção é então capaz de induzir mudanças comportamentais no indivíduo.

“The theoretic required for launching the enterprise of ecological psychology should be one in which the terms used to describe the animal's environment as perceived and acted upon (i.e., its econiche) constitute an “ecologized” physics whereas those terms used to describe the animal as a perceiver and actor constitute an “ecologized” biology. Ecological Psychology will be the common language where the terms of an ecological physics and an ecological biology are symmetrical and reflexive—that is, where descriptions of the animal are always given in reference to the environment and those of the environment, in reference to the animal.” (Shaw, Turvey, Mace, 1982, 198)

Nerveux Central (FRSQ), University de Montréal, Montréal, Québec, Canada, define *affordance* como «opportunities for action defined by the environment around an animal» p 276

20 Manuila, L., Manuila, A., Leawalle, P. & Nicoullin, M. (2000) *Dicionário Médico* tradução do livro *Dictoinnaire Médical*, CLIMEPSI Editores, Lisboa, define o termo Etologia como : “Estudo do comportamento dos animais no seu meio natural.” p.255

21 Chemero, A (2009) utilizou no livro *Radical embodied cognitive sciences*, o termo *feedback loops* definido por Markman, A.B., Deitrich, E. (2000) como «There is a set of informational relations between states in the environment and the states internal to the system. The information must flow both ways, from the environment into the system, and from the system out to the environment.»

Através de uma analogia à ecologia na natureza, nomeadamente como um animal de uma determinada espécie se adapta ao ambiente da sua espécie no ecossistema natural, definimos o conceito de nicho. O nicho é caracterizado como uma formação abstrata que existe apenas através de atividades de vários animais da mesma espécie. Neste caso específico, consideramos que um sujeito ou um grupo de sujeitos é um animal de uma espécie, enquanto que uma comunidade de sujeitos representa uma espécie. Augoyard (2005, 78) define também *niche effect* no campo sonoro como “An occurrence of a sound emission at the moment that is the most favourable and that offers a particularly well-adapted place for its expression”. Um exemplo do *niche effect* é a relação que existe na sinalização de alertas sonoros nas carruagens e estações de metro, tal como em qualquer local ou meio de transporte público.

“The resources in the environment are the source of selection pressure on animals, causing them to evolve perceptual systems that can perceive those resources. Those resources that some species of animal evolve the ability to perceive are affordances for members of that species.” (Chemero, 2009, 137)

Adjacente à inclusão dos sujeitos neste nicho está que a natureza física do objeto sonoro pela maneira que foi posto em vibração, serve uma função ao ouvinte, e presumivelmente o seu nome, são percebidos diretamente sem processamento intermédio. É hipoteticamente adquirido que o sistema percetivo está afinado aos aspetos do ambiente e que este contem significado biológico para o sujeito ou até, que tenham sido adquiridos através de experiências.

“[...] learning is a special-purpose plasticity that operates within the constraints defined by the relation between a species and its environment. Echoing this theme, the complication noted earlier-of situation and avoidance behavior-cannot be species-indifferent; the behavior implicated by a given situation for a given species of animal will not necessarily be the behavior implicated by that situation for another, different species of animal.” (Shaw, Turvey, Mace, 1982, 198)

Somos sensíveis para a noção de que podemos criar relações com os elementos adquiridos a partir do ambiente, e que através delas podemos ensinar os nossos sentidos a usar as suas potencialidades. Sendo assim, a informação útil à vida, seja para fins de orientação, ou localização é necessária para identificar objetos, especificando o que estes significam para o indivíduo como apreendedor de sentido. O uso de paisagens sonoras para composição de obras electroacústica, contribui com as *affordances* para a expansão do conhecimento espacial e para as potencialidades

do total usufruto da capacidade auditiva.

Recorremos a um modelo de comunicação (Truax 1984) para que a informação possa ser retida por um grupo de indivíduos, que partilham as experiências de forma a criarem relações de familiaridade e assim utilizarem a função dos sons no espaço.

V.3 Experiência sonora – *In Field Perspective*

A fim de tratar a ideia de experiência sonora é necessário inserir o som num contexto. Essa experiência implica comunicação, transmissão de informação entre um emissor e um recetor. Para a nossa concepção de um sistema de comunicação funcional, apoiamo-nos nomeadamente no conceito de comunicação acústica definido por Barry Truax (1984). Este conceito baseia-se na troca de informação e incorpora o ouvinte no centro do modelo, dado que a audição é o interface primário pelo qual ocorre a troca de informação entre o ouvinte e o ambiente. O sistema auditivo recebe energia acústica e processa-a em atividade neuronal, mas a escuta envolve níveis cognitivos que extraem informação e interpretam o seu significado (Truax 2007, 7). A própria escuta envolve vários níveis de atenção. Quando falamos de escuta neste projeto, pretendemos objetivar os níveis que se definem capazes de focar a atenção nas qualidades e propriedades físicas do som. Estes tipos de escuta necessitam essencialmente de um ambiente de escuta favorável para que a informação esteja disponível (em termos técnicos, um bom *signal-to-noise ratio*) no processamento de padrões que permitam a comparação com outros padrões conhecidos, sendo que, para este último, a capacidade auditiva do indivíduo seja relevante para o caso.

Truax (2007) define ainda o conceito de *acoustic community* que permite perceber as trocas de informação entre o ambiente e o ouvinte. Esta comunidade acústica é o meio onde o som introduz a relação do ouvinte com o ambiente.

O contexto em que se insere a construção da obra para reprodução no espaço sonoro imersivo é desenvolvido de modo a que os processos de composição ligados à criação artística, apresentem uma hierarquia de sinais em busca de estímulos. Ao procurar pelas sensações, pelos efeitos sonoros, mas também pela maneira como memorizamos, adquirimos, organizamos e tratamos a experiência sonora. Para evidenciar como percebemos diretamente o ambiente dirigimos um estudo sobre o desenvolvimento das nossas interpretações sobre este.

Segue-se o estudo da psicoacústica como elemento principal para desenvolver três áreas distintas:

- Propriedades físicas;
- Psicologia cognitiva;
- Psicologia ecológica.

Estas áreas de importante relevo de estudo são a aprofundar definem-se nos próximos subcapítulos sobre as propriedades e noções acerca da audição e de conceitos.

V.3.1 Evento, objecto sonoro e tipos de escutas

A experiência sonora, mediada pelas nossas capacidades auditivas e psicoacústicas, implica no estudo do espaço envolvente e consideração de aspetos que definem o som, a experiência sonora e a atenção direcionada ao evento sonoro e ao objeto sonoro²².

Na descrição da essência do som, Isabel Pires (2007) designa:

«Le son est un phénomène vibratoire d'origine mécanique qui génère des perturbations dans un milieu élastique de propagation. Ce sont ces perturbations, produites par des variations de pression dans le milieu de propagation ainsi que les variations de la vitesse du déplacement des molécules, qui, en arrivant à nos oreilles, sont perçues comme des sons.» (Pires 2007, 38)

Considerando o fenómeno sonoro existem três momentos a relevar: o momento em que se gera o fenómeno físico; a sua propagação num meio elástico; e o da sua receção pelo aparelho auditivo (Pires, 2007). A perturbação do ar que se desloca desde a fonte sonora até ao nosso ouvido e atinge os nossos tímpanos contém em si uma mistura de reflexões sonoras e de fontes sonoras, diretas e indiretas, que é produto da sua deslocação pelo espaço.

Para Casey O'Callaghan (2007), o evento sonoro é primariamente objeto da experiência auditiva que acontece mediante uma perturbação de um meio físico, seja este sólido, líquido ou gasoso. Este evento transporta consigo propriedades e qualidades que permitem caracterizar e localizar as fontes causadoras da perturbação (já que os sons provém das suas fontes de uma maneira causal e imediata). Estas propriedades cognitivas são necessárias ao nível da experiência

22 Schaeffer, P. (2007) em *Solfège de l'Object Sonore*, INA – GRM - Groupe de recherches musicales, Paris, França (tradução de António de Sousa Dias), "Descrever um objecto é falar da sua forma [gr. morphé] — morfologia; confrontá-lo com outros objectos é definir o seu tipo — tipologia." p.53

perceptiva para que se possam apreciar as localizações de objetos e eventos através da audição.

No entanto e dependendo da intencionalidade com que se escuta, podem-se revelar aspectos relacionados com a causa (origem) ou com o próprio objeto sonoro. A partir da escuta reduzida²³ podemos definir propriedades do objeto sonoro.

“Na escuta “vulgar”, o som é sempre tratado como *veículo*. Donde, a escuta reduzida é um passo “anti-natural” que vai contra todos os condicionamentos. O acto de abstrairmos as nossas referências habituais na escuta é um acto *voluntário* e artificial que nos permite elucidar um grande número de fenómenos implícitos da nossa percepção. A escuta reduzida é assim denominada por referência à noção de redução fenomenológica (*epoché*), e porque consiste de alguma forma em despojar a percepção do som do tudo o que «não seja ele» para não escutar senão este, na sua materialidade, na sua substância, nas suas dimensões sensíveis. Escuta reduzida e objecto sonoro estão assim *correlacionados* um com o outro; definem-se mutuamente e respectivamente como actividade perceptiva e como objecto de percepção” (Schaeffer 2007, 53)

O modo como percebemos o objeto sonoro, seja na ocorrência da privação do sentido visual ou no campo das imparidades visuais, em que as condições sensoriais limitam a percepção, caracterizam situações que definem o ambiente numa escuta acusmática²⁴. São exemplos da experiência da escuta acusmática a chamada telefónica, a rádio, o disco, etc. onde os sons não têm a causa visível. Este tipo de escuta opõe-se à escuta direta, apelidada de “natural”, onde as fontes sonoras estão presentes e visíveis. Ao escutar a pessoa com quem falamos, temos a percepção de uma entidade sonora, que carrega uma sensação, uma morfologia, mas também uma espacialidade – conceito de imagem sonora²⁵. Os efeitos da situação acusmática modificam as condições de escuta. Sobre o sentido da experiência acusmática, entende-se ainda que a percepção do objeto sonoro seja um elemento focado deliberadamente pela atenção. É então uma escuta que leva a consciência do ouvinte a entender o som a um nível objetivo, e onde a repetição do objeto sonoro através da escuta impele revelações de novos aspectos sobre as particularidades do objeto percebido.

23 *ibid* “1) [...] atitude de escuta que consiste em escutar o som em si mesmo, como objecto sonoro, abstraindo a sua real proveniência ou suposta, e do sentido que ele aporte. [...] Na escuta reduzida, o que a nossa intenção de escuta visa é o acontecimento que o objecto sonoro é em si (e não para o qual remete), são os valores que ele aporta em si (e não aqueles dos quais é o suporte)”

24 Definido no Cap. I

25 Definido no Cap. I

V.3.2 Propriedades acústicas do som

“The auditory system answers the problem of auditory scene analysis by segregating the auditory scene into separate sound objects or streams characterized by complexes of pitch, timbre, loudness, and location properties. This answer, in effect, turns on the auditory system’s treating the auditory objects or streams in question as particulars. First, auditory objects or streams bear complexes of pitch, timbre, and loudness, and serve as the primary locus for audible property binding. [...] Second, discrete objects may be represented as distinct both at a single time and across time. That is, distinct sounds can be heard as simultaneous or successive, but qualitatively similar sounds need not be heard as identical. Third, as the term ‘stream’ indicates, the objects of auditory experience last through time and persist by having duration. Finally, auditory perceptual objects or streams regularly survive changes to their properties through time, as the sound of a spoken word or waning siren demonstrates.” (O’Callaghan, 2007, 19)

Estas particularidades são portadoras de identidade relacionada com o espaço, pois providenciam informação perceptual sobre os locais e as suas fontes sonoras. As particularidades que transportam implicam uma definição de propriedades físicas dos eventos sonoros que permitem o enriquecimento da experiência sonora:

- *Pitch* ou Altura – Potencia diferenças de deslocamento a partir da análise de frequências, com medição em *hertz*;
- *Loudness* ou Intensidade – Potenciam diferenças de distância a partir da análise da intensidade do evento, com medição em dB ;
- Componentes espectrais – Providenciam informação quanto a diferenças de formas de onda que conferem informação sobre os materiais que ao vibrar podem oferecer informação pertinente sobre o espaço.

Daqui se depreende que a consciência dos sons e das suas qualidades suporta informação sobre o local, desde que à primeira instância, estejamos atentos. Para o desenvolvimento da ideia de Casey O’Callaghan (2007) são consideradas três dimensões sonoras:

- Fonte sonora;

- Continuidade espaço-tempo;
- Mudanças qualitativas.

A afirmação fenomenológica de que os sons estão localizados no ambiente a uma distância e a alguma direção do sujeito fundamenta um facto importante sobre uma função da audição – a de localização de fontes sonoras. A experiência sonora, ao fornecer informação sobre as localizações dos objetos e eventos no ambiente por meios da audição, permite-nos a criação de conhecimento sobre o ambiente ao nosso redor. Além disso, esta informação local está disponível para nós através da audição – podemos formar crenças sobre as localizações dos constituintes ambientais apenas através da experiência auditiva consciente. A relação entre os sons e as fontes sonoras que habitualmente os causam não depende da sua causalidade real, mas sim do nosso conhecimento sobre esta. Uma obra musical gravada pode conter sons que conhecemos, sem que a fonte que os originou esteja presente. Aprofundamos em seguida, alguns aspetos que nos parecem relevantes para a compreensão destas questões.

V.3.3 **Audição espacial**

O percurso do som desde a fonte sonora até aos tímpanos provoca uma geração e transmissão de impulsos nervosos ao sistema nervoso central que, por sua vez, o capta registando um “*adequate stimuli*” (Blauert 1999, 12), especificamente, no estudo das teorias de audição espacial onde os *inputs* sensoriais são considerados atributos do evento sonoro apresentado a um individuo. Estes *inputs* incluem genericamente todos os atributos de fenómenos físicos e processos que possam estar correlacionados de alguma maneira com a localização do um evento auditivo. Segue-se então o estudo de categorizações das teorias básicas que definem a experiência auditiva para fins de localização (ver tabela 1).

O ser humano é primariamente orientado pelo sentido visual, por ser o de processamento mais rápido. No entanto, ao comparar-mos os aspectos de capacidade de localização no espaço, ressalta que a visão é direcional, enquanto que a audição utiliza todo o espaço acústico em redor em qualquer direção, ela é omnidirecional. Esta característica auditiva permite-nos isolar e reconhecer um som em particular, e ainda, dizer de que direção vem o som.

Parece-nos aqui necessário clarificar duas ideias: “*Localization*”²⁶ é a lei ou regra pela qual o local de um evento auditivo (ex: direção ou distância) é relacionada com um atributo específico ou atributos de um evento sonoro, ou de outro evento que de alguma maneira está correlacionado com esse evento auditivo. “*Localization blur*” é a mais pequena mudança num atributo específico ou em atributos específicos de um evento sonoro ou de um outro evento correlacionado com o

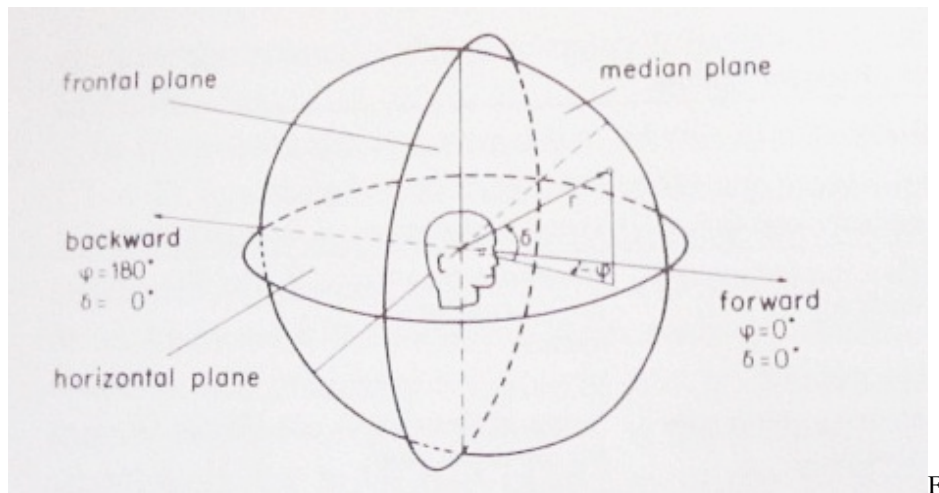


figura 12 - Coordenadas usadas nos testes efectuados em experiências auditivas. r está para distância, δ é elevação e φ é o azimute (Blauert 1999, 14)

evento auditivo que é suficiente para produzir a alteração no local do evento auditivo (direção e distância de novo). *Localization blur* é uma propriedade da localização.

O significado da palavra “localização”, pode ser aplicada à função matemática que liga os pontos do espaço físico (fonte sonora) e aqueles do espaço auditivo. Estes espaços são similares no sentido em que o evento auditivo é percebido como posição da fonte sonora. Sob certas condições a localização pode ser ambígua, pois os eventos auditivos podem parecer ocorrer simultaneamente como vistos de diferentes posições apenas com uma fonte sonora.

Tabela 1

26 Ibid “Localization” is the law or rule by which location of an auditory event (e.g., its direction or distance) is related to a specific attribute or attributes of a sound event, or of another event that is in some way correlated with the auditory event.”

Psychophysical theories of spatial hearing (Blauert 1999, 14)

Physical phenomena and processes considered	Participating sensory organs	Usual designation	Categorization
Sound conducted through the air to one or both eardrums	Hearing (one hear suffices)	Monaural theories for air-conducted sound	B, Ho, F
interaural differences for air-conducted sound at both eardrums	Hearing (both ears necessary)	Binaural theories for air-conducted sound	B, Ho, F
Sound conducted through the air to the eardrums and sound conducted through bone in the skull (generated by air-conducted sound)	Hearing	Bone conduction theories	S, Ho, F
Sound conducted through the air to the eardrums and light to the retina	Hearing, vision	Visual theories	S, He, F
Sound conducted through the air to the eardrums and to the cochlea and vestibular organ	Hearing, sense of balance	Vestibular theories	S, He, F
Sound conducted through the air to the eardrums and sound received by tactile receptors (such as the hair at the nape of the neck)	Hearing, sense of touch	Tactile theories	S, He, F
Head movements during which air-conducted sounds are modified at the eardrums	Hearing, sense of balance; receptors of tension, position; vision,	Motional theories	S, He, M

Categories: Básic (B) vs. Supplemental (S); Homosensory (Ho) vs. Heterosensory (He)²⁷; Fixed-position (F) vs. Motional (M)

O processo de localização de um evento sonoro, entenda-se a dedução de localização de uma fonte, real ou virtual, consiste na associação da posição das fontes sonoras com a posição do ouvinte, permitindo a criação de um espaço perceptivo.

Jens Blauert (1999) delimita três pontos de referência para posterior análise na localização de eventos sonoros e auditivos. Estes, são termos de localização e *localization blur* relativos à direção no plano horizontal, vertical ou mediano, e à delimitação de distância do evento sonoro.

²⁷ Blauert, J. (1999) *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*, MIT Press, Inglaterra, “Homosensory” definido como o uso de apenas um sentido e “Heterosensory” a utilização de mais que um sentido na teoria da audição espacial p. 12

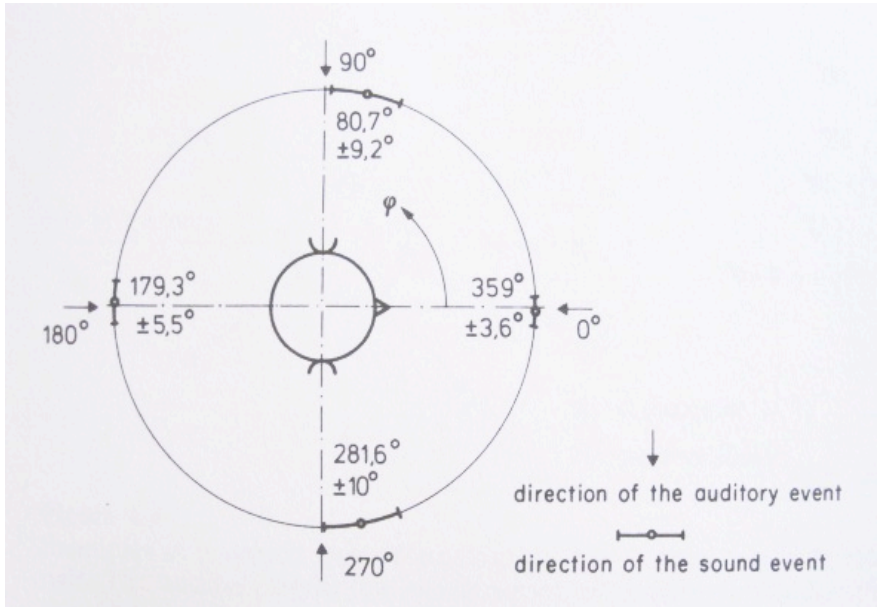


Figura 2 - Localização e desvio padrão no plano horizontal (Blauert 1999, 41)

As imagens seguintes (ver figura 12 e figura 13) mostram os resultados de testes experimentais de larga escala protagonizados por Preibisch-Effenberger (1996a) e por Haustein & Schirmer (1970)²⁸.

Para a audição direcional no plano horizontal, a melhor localização dá-se na direção frontal. Contudo os resultados não são os mesmos para todos os tipos de sons. Análises mais aprofundadas mostram que sinais sonoros em bandas de frequências estreitas (*narrow-band*) demonstram mais eficácia para localização de fontes sonoras.

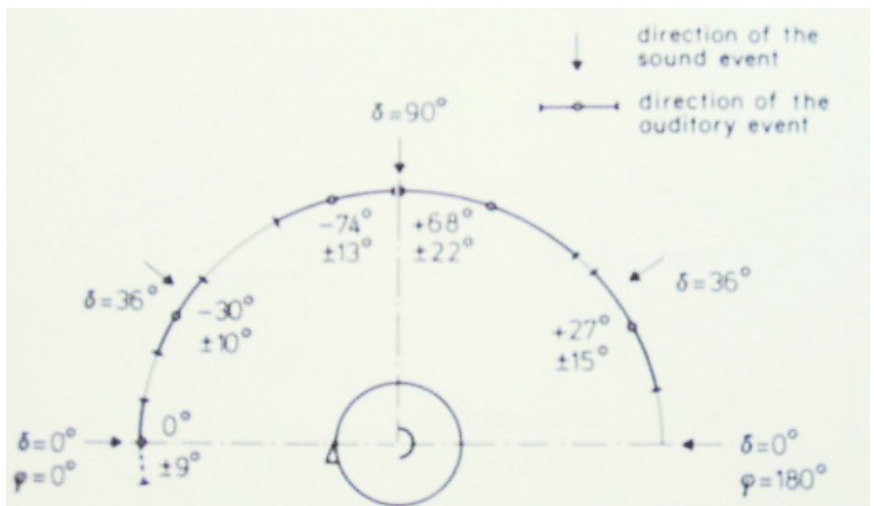


Figura 14 - Localização e desvio padrão no plano vertical (Blauert 1999, 44)

28 Ibid, para observação no que consistiam os testes ver p. 41

Já no plano vertical, a audição direcional é mais fraca. Denota-se uma menor capacidade de localização da direção do evento sonoro em todas as direções e um aumento do ângulo designado para identificar a margem de erro *localization blur*.

“The direction of the auditory event depends not on the direction of the sound source, but only on the frequency of the signal” (Blauert 1968b)²⁹

Serão agora consideradas ideias relativas à percepção de distância, *distance hearing*. Aqui a familiaridade do indivíduo com o sinal sonoro tem grande influência na função de localização entre a distância da fonte sonora e o evento auditivo. Gardner (1969) apresenta várias experiências onde utiliza vozes humanas familiares aos indivíduos a várias intensidades (ver resultados figura 13), e Haustein (1969) realiza outras com recurso a sinais sonoros não familiares de uma banda hertziana estreita (ver figura 13). Para o teste experimental de Haustein os resultados foram tidos em conta como uma média de distância entre todos os indivíduos sujeitos à experiência.

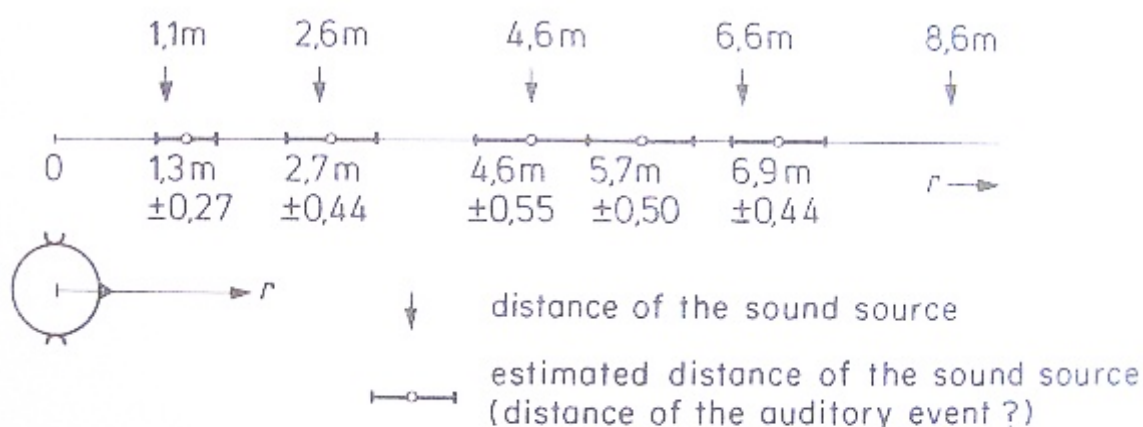


Figura 15 - Localização e desvio padrão de eventos auditivos na direção frontal numa distância de 4 a 20 metros (Blauert 1999, 47)

“Adaptation and learning are observed in studies of directional hearing in the median plane and particularly in studies of distance hearing. This means that localization may change as a function of time.” (Blauert 1999)

Blauert retira ainda conclusões destes experimentos, indicando uma característica espacio-temporal chamada *persistence*³⁰.

29 ibid p.45

30 Ibid define *persistence* como: “the fact that the position of the auditory event can only change with limited rapidity. [...] the position of the auditory event exhibits a time lag with respect to a change of position of the sound source.”, 47

“Supplementing these experiments, Blauert (1968a) and Plath et al. (1970) have shown that persistence is shorter when the sound source alternates from left to right than when it alternates from front to rear” (Blauert 1999)

Estas sensações espaciais que se denotam através das variações de posição da fonte sonora num espaço sonoro, implicando ou não uma variação da distância, permitem ao ouvinte ter uma sensação de movimentos sonoros.

É então fundamental a ideia de que a aprendizagem tem uma função especialmente importante na audição direcional. Com intento, estudos protagonizados por von Hornbostel (1926)³¹ definem a audição direcional no plano vertical com a repetição da experiência.

“With repeated experience it is learned step by step how the sound appears with respect to tone color as it comes from one direction or another” (Blauert 1999)

Na altura em que se desenvolveram estes estudos acerca da audição direcional não existiam fontes sonoras suficientes que pudessem produzir sinais com precisão e controlo das suas características. Em 1930, apesar da incapacidade de determinar a localização considerando a posição do evento auditivo, foram criadas soluções desta problemática que ajudaram na distinção do problema da audição direcional no plano mediano (Blauert 1999, 99):

- “1. The role of specific linear distortions of the sound introduced as they pass the head and external ears.
2. The question of which types of sound signals are associated with coinciding positions of the auditory event and the sound source, and which types are associated with discrepancies between them.
3. The role for experience, adaptation, familiarity with signals, and other similar phenomena; and so, more generally, the question of the degree to which localization between the sound source and the auditory event depends on previous occurrences.
4. The question of which specific attributes of the ear input signals are correlated with the direction of the auditory event; in other words, which specific attributes are evaluated by the auditory system.”

31 Ibid, citado por Blauert

Ao considerar as questões relacionadas com o posicionamento fixo da cabeça (ver tabela 1) denotam-se teorias, largamente testadas pela comunidade científica, que permitem o conhecimento de indicadores espaciais que permitem um mapeamento de fontes sonoras no espaço.

V.3.3.1 Indicadores espaciais para feitos de localização

Os resultados dos testes experimentais (Carlile 1996), que nos indicam estes índices perceptivos acerca do espaço sonoro e da localização do evento no espaço, surgem de abordagens a uma escuta binaural³². Neste subcapítulo abordaremos teorias de diferenças interaurais entre os dois ouvidos. Estas teorias procuram explicar uma percepção espacial que se baseia em indicadores de diferenças temporais com que os ouvidos captam os sons - *Interaural time differences* ou *ITD* (Carlile 1996, 28) - devido ao espaçamento dos dois ouvidos, que separados pela nossa cabeça, fazem com que um som que esteja fora do eixo central se desloque por diferentes caminhos desde a fonte sonora até ambos ouvidos (ver figura 14). Para sons com maior continuidade as diferenças interaurais são designadas *Interaural Phase Differences* ou *IPD*. Ao codificar a informação relacionada com a fase existem limitações ao nível frequencial.

“The auditory nervous system is known to encode the phase of a pure tone stimulus at the level of the auditory receptors only for relatively low frequencies. Psychophysically, we also seem to be insensitive to differences in interaural phase for frequencies above about 1.5 kHz”³³ (Carlile 1996)

32 Binaural, que tem em conta o estímulo dos dois ouvidos, Monaural, que tem em conta apenas um ouvido. Ambos implicam situações experimentais de isolamento do ambiente natural de escuta, como os *headphones*.

33 Ver também Palmer & Russell 1986, Klump & Eady 1956 e Zwislocki & Feldman citado em Carlile.

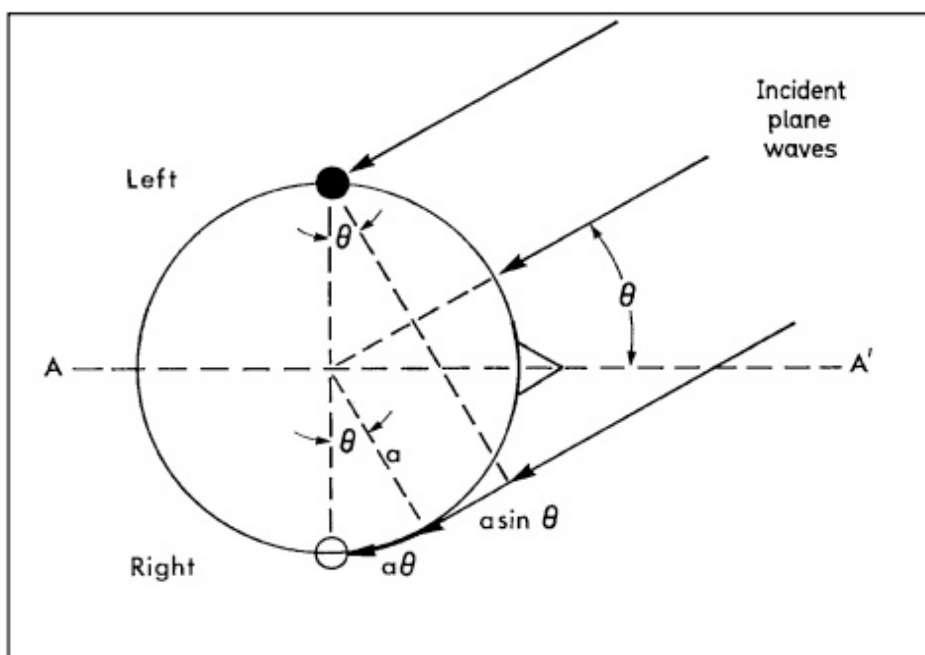


Figura 16 - Sistema de coordenadas usadas para cálculo de ITD e ILD numa abordagem simplificada aos modelos. A cabeça é apresentada como uma esfera rígida com dois pontos que representam os ouvidos. (Carlile 1996)

A percepção da localização auditiva das fontes sonoras está relacionada também com as diferenças de nível sonoro no momento da chegada do som a cada ouvido - *Interaural Level Differences* ou *ILD* (Carlile 1996, 28) – o autor explica que, dado que a nossa cabeça é um meio relativamente denso, a tendência vai ser para refletir e refratar a maioria das ondas sonoras criando uma zona de sombra acústica que forma uma “máscara” para certas frequências. A recepção do som pelo ouvido que está mais longe da fonte sonora vai ser afetada por esta sombra acústica, resultando na percepção de uma diferença interaural no nível sonoro recebido em cada ouvido. Este efeito funciona de maneira mais efetiva para frequências acima dos 3 kHz. Dependendo do posicionamento da fonte sonora, o som vai chegar com maior nível sonoro ao ouvido mais próximo. As variações são tidas em conta devido ao efeito causado pela existência do obstáculo, e por efeitos de filtragem causados pelo ouvido externo podendo chegar a causar diferenças interaurais de 40 dB ou ainda maior diferença se as frequências forem mais elevadas.

A correlação entre as diferenças interaurais temporais e de níveis sonoros, que influenciam a percepção sonora, fornece informação útil para reconhecimento do espaço. Esta relação implica o aparecimento de um fenómeno conhecido como *Cone of confusion* (ver figura 16). Devido à simetria que existe nos ouvidos em cada lado da cabeça, um único intervalo binaural específico em que as localizações no espaço podem ser descritas por uma superfície de um cone direcionado para fora do ouvido. (Carlile 1996)

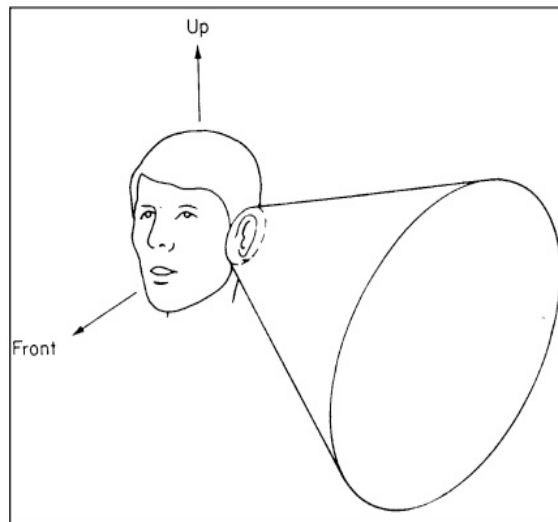


Figura 17 - “Cone of confusion” (Carlile 1996, 31)

A compreensão de conceitos de transmissão, interferência destrutiva e construtiva, *Doppler effects*, ecos e sons refletidos, dada a posição fixa do sujeito, fornece informação específica sobre o espaço e sobre o som em si. Ao relatar alterações perceptivas acerca do evento sonoro, ressaltam diferenças interaurais que designam a base experimental utilizada pelas técnicas de espacialização para a disposição dos altifalantes nas instalações sonoras imersivas.

V.3.3.2 Efeitos sonoros e Ilusões perceptivas

“By recognizing the illusions we in fact fall prey to and the circumstances that produce them, we learn not just about the proximal causes of auditory experiences, but also about the events and objects that constitute the primary targets of our perceptual interest in an environment.” (O’Callaghan 2007, 109)

A partir das ilusões denotam-se não só características particulares da experiência auditiva que resultam de condições do ambiente acústico, mas também de assimilações da percepção auditiva. O evento pode adquirir experiências de carácter ilusório por forma de distorção, efeitos da onda sonora ou mesmo de condições relativas à percepção auditiva, como demonstrado pelas interferências construtivas e destrutivas já abordadas.

«Such illusions illuminate perhaps the most significant facet of perception—its capacity to furnish awareness as of a world of things and happenings distinct from oneself—and teach us what we could not otherwise have learned with attention restricted to vision, or to any other individual modality on its own.» (O'Callaghan 2007, 93)

As ilusões podem-nos revelar informações sobre o mundo perceptivo ao fazer notar características particulares acerca dos mecanismos da percepção, assim como sobre aspectos percebidos que não são observáveis de outro modo. A audição, nos processos de identificação e reconhecimento para efeitos de localização, foca inicialmente a sensação de padrões de movimento, de *pitch* e duração relativa de eventos. Quando existem falhas na identificação dessas características sonoras, a atenção foca-se na percepção de reflexões e ecos engendrados pelo ambiente, em busca de informação adicional sobre o espaço circundante e o objeto.

No contexto de um espaço sonoro imersivo, as características de uma experiência sonora através de uma escuta acusmática, englobam principalmente a percepção de uma imagem-sonora que é o produto de uma projeção, percepção e manipulação sonora. Indo do concreto para o abstrato, a percepção auditiva dessa imagem entende o caminho desde o corpo até à mente. Equiparada assim à situação da recepção de um estímulo sensorial no corpo físico até à formação de um significado ou imagem, através de processos cognitivos de percepção. (Pires 2007, 9)

O pressuposto, é portanto, que as capacidades auditivas sejam reconhecidas como um processo de adaptação, que entende a organização da informação, permite perceber de maneira direta o ambiente através das suas características inerentes e que nos permite assim interagir com ele.

VI. Aplicação do modelo de comunicação

Para compreensão das características relacionadas com o espaço circundante aplicamos conceitos relativos à composição e análise da paisagem sonora. No entanto, a presença do indivíduo no espaço e a sua habilidade em manusear as ferramentas que se encontram à mão, complementam o estudo da psicologia cognitiva e das características relativas à percepção do ambiente sonoro e ao contexto envolvente.

Este projeto propõe fazer uma integração do modelo de comunicação e dos conceitos ecológicos, onde a percepção se apresenta como caso de exploração primordial para fundação de conhecimento num sistema de ação-receção. A formação de imagens esquemáticas que fazem parte do processo de interiorização oferecido pelo conceito de imagem sonora, aplicam uma vasta gama de possibilidades de interpretações e significados do objeto e do evento sonoro. Neste contexto revela-se importante a consideração da percepção como mediadora de conhecimento, tornando-a um processo indireto.

“[...]we see learning affordances as something that learners with certain learning goals belonging to a community culture, perceive when they interact with the components of the learning situation (e.g., human and material resources, tools) in certain particular learning environments.” (Normak, Pata & Kaipainen, 2012 p.268).

Entende-se por objeção à percepção indireta que a informação externa compõe parte de um sistema de relações de orientação do corpo com o ambiente, fornecendo um referencial que contém informação sobre os objetos e eventos perceptivos.

“Simplified and exaggerated models have been proved to be efficient in communicating the properties of objects in actions, thus being excellent vehicles for informative feedback in human-artefact communication. For instance, it has been shown that temporal control of sound events helps in communicating the nature of the sound source (e.g. a footstep) and the action that is being performed (walking/running).” (Polotti & Rocchesso 2008, 452)

Entende-se assim que a informação oferecida pelo som é usada para formar conhecimento sobre o mundo exterior. Ao organizar essa informação, ao ponto de reconhecer as suas

propriedades e localização num contexto específico, podemos melhorar o nosso sentido de presença. A imersão oferecida tende a aumentar a atenção utilizada no espaço em questão para que se perceba quais os pontos fulcrais da audição e da sua influência e função sobre o comportamento humano (Polotti & Rocchesso 2008).

A instalação sonora usada para fins educativos, sendo este considerado como estrutura para albergar a peça sonora de aplicação invisual, pode albergar a exploração das *affordances* num nicho específico.

“[...]human-made environment serves to change the affordances of the environment to suit the goals of human beings.” (Michaels & Carello 1981, 55)

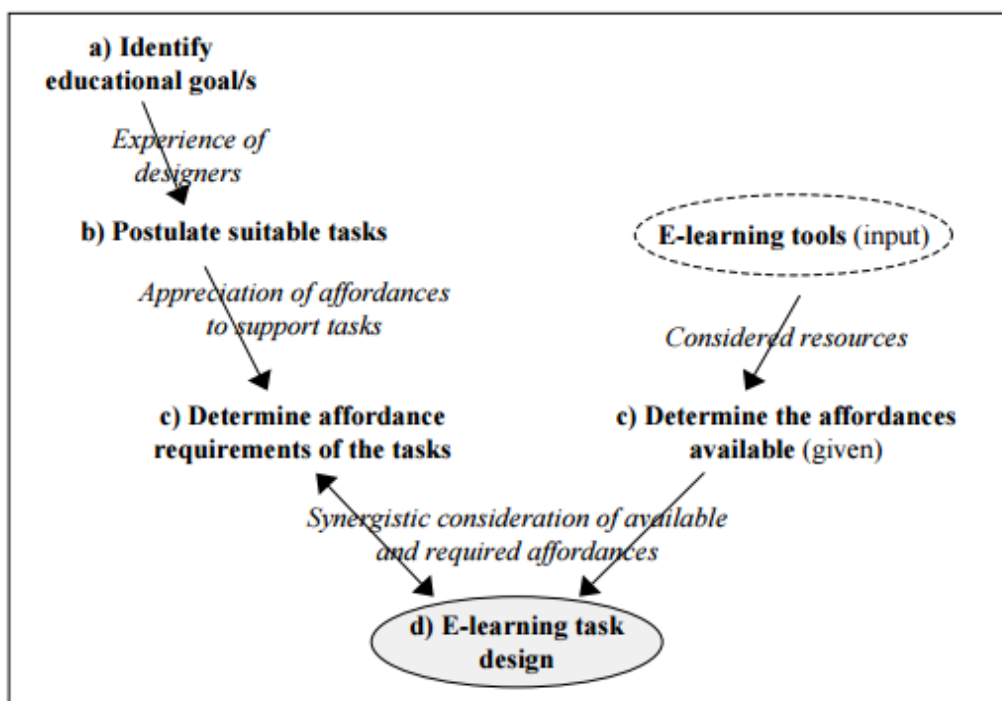


Figura 18 - The affordance analysis e-learning design methodology: matching tasks with technologies to construct e-learning designs (Bower, 2007, 8)

Na figura 18 temos uma análise de como seguir uma educação com objetivos definidos através de experiências dos ouvintes e das *affordances* perceptivas.

Bower (na Figura 18) entende a finalidade de desenhar ferramentas de aprendizagem por meio das *affordances*, onde o *software* oferece as condições necessárias ao desenvolvimento do indivíduo por meio de tarefas (*tasks*) designadas com o objetivo de usar as ferramentas oferecidas pelo suporte tecnológico. De uma análise breve ressaltam descrições das *affordances* oferecidas por Bower (2007):

“(a) Identify educational goals – decide the overarching intentions of the learning design;

(b) Postulate suitable tasks – based on the experience of the designers, propose general tasks to satisfy the educational goals;

(c) Determine the affordance requirements of the tasks – for the general tasks postulated establish the affordances needed to provide the desired representations and interactions;

AND

(c) Determine the affordances available – based on the technological resources being considered by the designer, establish the sets of affordances that can be deployed (at the same time as performing the previously described step);

(d) E-learning task design – synergistically integrate the available and required affordances to form a specific task design (iterative process).” (Bower, 2007, 9)

Nesta proposta são abordados aspetos que servem para definir classes e aplicação das *affordances* no que toca à atribuição de tarefas. Por meio da audição, nestas instalações torna-se imperativa a criação de relações comportamentais da sociedade como elemento vivo. Como tal, é apenas aplicável como um guia para pensar e suportar a união das tecnologias com tarefas de cariz colaborativo e cognitivo, em função das trocas de informação com o ambiente contextual.

Este projeto foi pensado para oferecer uma experiência sonora que represente funções da audição, convidando o indivíduo a ser guiado pelo som. A perceção auditiva que o ser humano verifica num espaço sonoro imersivo está relacionada com as características morfológicas que o sistema de reprodução sonora apresenta. Diretamente associada à imersão, a conceptualização deste sistema tem o intuito de oferecer ao indivíduo a receção da experiência sonora acusmática para a indução numa localização efetiva de fontes sonoras. Tal como o *Acousmonium*, esta instalação tem como intuito a sua mobilidade, de modo a ir ao encontro da comunidade e oferecer o contexto necessário para efeitos de aprendizagem através de uma perspectiva ecológica. Pode ser montada em diferentes espaços desde locais de passagem, salas de aula, ou salas de concertos.

O uso da tecnologia *Ambisonics B-format*, que permite uma capacidade de localização

sonora eficaz, envolve a delimitação da morfologia do espaço sonoro. A estrutura preterida para o espaço permite a espacialização através de um posicionamento virtual de oito altifalantes, definida apenas no plano horizontal. Esta tecnologia é programada através de um *patch* Max/MSP desenvolvido para o efeito. A peça sonora “Common sounds and dreams” que acompanha este projeto, aborda principalmente o uso dos sons captados em transportes e espaços públicos. Através do uso e espacialização dos sinais sonoros de aviso apresentados, foi possível criar várias impressões acerca da afetividade de cada som. Para além da relação de afetividade, foi também possível unir as várias captações de paisagens sonoras a um só espaço sonoro conceptual onde os elementos sonoros apresentados se ligam criando uma linha de eventos temporais. A peça conclui então com o acordar do sonho, fazendo-se ouvir ponteiros de um relógio a rodar por todo o espaço sonoro e um alarme a tocar no final. A peça acaba em suspenso com uma reverberação do alarme.

O método de integração de representações mentais é inovadora ao utilizar modelos de comunicação para aprendizagem. Estes levam-nos a interagir com uma gama vasta de público, podendo ser exposto a crianças, adultos, mas também por se poder dirigir a indivíduos com imparidades visuais.

A consciência da elevada poluição sonora presente nas cidades torna obsoleta a troca de informação envolvida no complexo indivíduo-ambiente, o que implica um retorno à simplicidade. A escolha de certos sinais sonoros a partir do meio circundante, são apresentados como essenciais para a nossa movimentação consciente, pois ligam diretamente a representações primitivas de esquemas mentais, ou seja, ao campo das ideias. A exploração das particularidades da cognição, da audição e das características dos espaços sonoros imersivos, influi de forma a capacitar o reconhecimento da eficiência dos sinais sonoros. Ao utilizar as *affordances*, estes sinais sonoros destinam-se a construir paisagens sonoras virtuais contextualizadas publicamente ou em situações de maior privacidade, para orientar os indivíduos em direção a um objetivo – o da criação de conhecimento recíproco ao espaço sonoro e ao ser-humano através da audição.

VII. Conclusão

Presente nos mais diversos planos de ação, a susceptibilidade e intenção da audição acerca dos fenómenos sonoros acompanham o humano no seu dia-a-dia, influenciando, diretamente, os seus atos. Essas características da audição e do comportamento humano implicam um retorno ao treino auditivo, tal como o homem primitivo, que desenvolveu as suas ferramentas de sobrevivência. A intenção auditiva é uma atitude de escuta que envolve o uso da atenção. Através desta atitude, a imersão sonora torna possível uma troca de informação no meio ambiente que é relevante ao comportamento animal. As constantes objetivações da atenção criam possibilidades de identificar características do espaço, do tempo, de pessoas, de materiais ou até, do modo de uma ação.

Na composição, espacialização, manipulação e reprodução da obra electroacústica torna-se inevitável a exploração do objecto sonoro e da sua aplicação. Segundo François Bayle, o som, descontextualizado da sua causa original, gera uma abstração que se explica através da sua compreensão. As recorrências às experiências sonoras designadas levam a entender as características da audição e dos processos cognitivos de aprendizagem. Estes últimos, permitem que se memorize a informação de maneira eficaz. Assim, a percepção transmite os conhecimentos de forma direta e através de uma estrutura que envolve a conceptualização de uma realidade virtual capaz de simular ambientes sonoros reais – a imersão.

São usadas duas referencias que sintetizam a matéria atrás desenvolvida e servem para abrir horizontes a uma futura análise:

“The information we take in as listeners is balanced by our soundmaking activities that in turn shape the environment. Acoustic ecology mirrors and complements the social and biological ecology in traditional societies.” (Truax, 2007, 8)

“Interacting with an instrument or a reactive installation always entails a process of learning, exploring and adapting.” (Schacher, 2009, 1)

Foi importante esta pesquisa pois serviu-nos a segurança, maior visão e abertura, estimulando-nos para uma continuação de procura de soluções e sugestões assim como de novos conhecimentos, visto o tema dos “Espaços Sonoros Imersivos” ser aliciante e enquadrar-se em inúmeras aplicações.

A pesquisa revelou que a abordagem à psicoacústica, é basilar na resolução do funcionamento auditivo para esta problemática, e é necessário sensibilizar a comunidade para a importância do pleno usufruto da capacidade auditiva. Para tal, a compreensão da percepção auditiva é essencial ao desenvolvimento das capacidades auditivas.

Na perspectiva de uma aprendizagem das funções auditivas, conclui-se um retorno ao desenvolvimento do indivíduo através da experiência. O resultado da percepção e interação deste com os diferentes instrumentos e contextos em que está inserido, faz com que esteja em constante adaptação ao meio.

A criação de cruzamentos multidisciplinares, envolvendo o corpo como instrumento e o próprio espaço como extensão do conhecimento revelado pelo som, pode abranger aspetos da criação artística interativa. A definição de tarefas orientadas com objetivo educativo e experimental, permite de estudar teorias do comportamento humano e permitem o desenvolvimento de experiências num contexto de interação entre a obra artística e o indivíduo.

VIII. Bibliografia e referências

VIII.1 Artigos e livros

Andersson, O. (2010) *Cognitive Abilities in Human Echolocation*, Umea University, Suécia. Disponível em <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:352229/FULLTEXT01.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

Augoyard, J., Torgue, H. (2005) *Sonic Experience: A guide to everyday sounds*, McGill-Queen's University Press, Montreal & Kingston, Londres, Inglaterra. Disponível em http://xenopraxis.net/readings/augoyard_sonicexperiencecomplete.pdf (verificado a 23 Janeiro 2017)

Atkinson, R. C. & Juola, J. F. (1972) *Search and Decision Processes in recognition, Memory, Psychology and Education Series*, Technical Report No. 194, Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences, California, EUA. Disponível em http://suppes-corpus.stanford.edu/techreports/IMSSS_194.pdf (consultado a 30 Julho 2016)

Bachelard, G. (1932) *L'Intuition de L'Instant*, Editions Gonthier, Paris, França.

Bamford, J. (1995) *An Analysis of Ambisonic Sound Systems of First and Second Order*, University of Waterloo, Ontario, Canadá. (Tese não publicada)

Bayle, F. (1989) *Image-of-sound, or i-sound; Metaphor/metaform*, Contemporary Music Review, Harwood Academic Publishers, Reino Unido. Disponível em <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/07494468900640261?journalCode=gcmr20> (consultado a 30 Julho 2016)

Bayle, F. (2013) *L'Experience Acoustique*, Magison, Paris, França

- Berkhout, A. J. (1987) *Applied Seismic Wave Theory, Laboratory of Seismics and Acoustics*, Delft University of Technology, Delft, Holanda. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/229100717_Applied_Seismic_Wave_Theory (consultado a 30 Julho 2016)
- Berkhout, A. J. et al (1992) *Wave front synthesis: a new direction in electro-acoustics* Laboratory of Seismics and Acoustics, Delft University of Technology, Delft, Holanda. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1121/1.404755> (consultado a 30 Julho 2016)
- Blauert, J. (1999) *Spatial Hearing: The Psychophysics of Human Sound Localization*, MIT Press, Inglaterra
- Botte, Marie-Claire, Drake, C., Brochard, R. & McAdams, S. (1997) *Perceptual attenuation of nonfocused auditory streams*, Laboratoire de Psychologie Expérimentale and IRCAM, Paris, França, p. 6. Disponível em https://www.mcgill.ca/mpcl/files/mpcl/botte_1997_perceptpsychophys.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Bower, M. (2007) *Affordance analysis – matching learning tasks with learning technologies*, Education Media International, 45: 1, 3 – 15. Disponível em <http://dx.doi.org/10.1080/09523980701847115> (consultado a 30 Julho 2016)
- Braasch, J. (2005) *A loudspeaker-based 3D sound projection using Virtual Microphone Control (ViMiC)*. In Convention of the AudioEng. Soc. 118, Preprint 6430, Barcelona, Espanha. Disponível em https://www.researchgate.net/publication/263008232_A_loudspeaker-based_3D_sound_projection_using_Virtual_Microphone_Control_ViMiC (consultado a 30 Julho 2016)
- Bregman, A. S. (1993) *Auditory Scene Analysis: hearing in complex environments*, MIT Press: Oxford University Press, pp. 10-36. Disponível em <http://www.phon.ucl.ac.uk/courses/spsci/audper/Bregman%201993.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

- Bull, M. (2000) *Sounding out the city – Personal stereos and the management of everyday life*, Berg publishers, Oxford, Inglaterra.
- Canévet, G. (1995), *La Localization auditive des sons dans l'espace*, Informatique et Musique – Le Son & l'Espace, Ed. GRAME, Lyon, França. Disponível em <http://www.lesonbinaural.fr/EDIT/DOCS/canavet.PDF> (consultado a 30 Julho 2016)
- Carlile, S. (1996) *Virtual Auditory Space: Generation and Applications*, R.G. Landes Company, Texas, EUA, p.28. Disponível em http://cns.bu.edu/~shinn/Carlile%20book/chapter_2.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Chemero, A. (2009) *Radical Embodied Cognitive Science*, The MIT Press, Cambridge, Inglaterra. Disponível em <http://uberty.org/wp-content/uploads/2015/03/Anthony-Chemero-Radical-Embodied-Cognitive-Science-Bradford-Books-2009.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Chowning, J. M. (1977) *The simulation of moving sound sources*. *Computer Music Journal*,1(3), 48-52. Stanford University, Stanford, Inglaterra. Disponível em <http://create.ucsb.edu/~matt/240/chowning-simulation-moving-sound-sources.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Cisek, K. (2010) *Neural Mechanisms with a World Full of Action Choices*, Groupe de Recherche sur le système Nerveux Central (FRSQ), University de Montréal, Montréal, Québec, Canadá. Disponível em <http://www.cisek.org/pavel/Pubs/CisekKalaska2010.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Classen, C. (1997) *Foundations for an anthropology of the senses*, Unesco – *International Social Science Journal*, p. 404
- Clozier, C. (1998) *Presentation of the Gmebaphone Concept and the Cybernephone Instrument*, F. Barriere and G. Bennett [Eds.], *Composition / Diffusion in Electroacoustic Music*, Bourges: Editions Mnemosyne, pp. 266–281. Disponível em <http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/01489260152815305> (consultado a 30 Julho 2016)

- de Boer, K. (1949) *Device for stereophonic sound transmission in two channels*, United States Patent Office (2,481,576), Eindhoven, Holanda. Disponível em <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US2481576.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Debord, G. (1995) *The society of the spectacle* (trad. Inglesa de *Société du Spectacle*), Zone Books, Nova Iorque, EUA. Disponível em http://www.antiworld.se/project/references/texts/The_Society%20Of%20The%20Spectacle.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Desantos, S., Roads, C., Bayle, F. (1997) *Acousmatic Morphology: An interview with François Bayle*, MIT Press, *Computer Music Journal*, Vol. 21 No.2, pp. 11 – 19 Disponível em <http://www.jstor.org/stable/3681010> (consultado a 30 Julho 2016)
- Elen, R. (2001) *Ambisonics: The Surround Alternative – Proceedings of the 3rd Annual Surround Conference and Technology Showcase*. 1-4. Disponível em <http://www.ambisonic.net/pdf/ambidvd2001.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Fellgett, P. (1975) *Ambisonics. Part one: General system description.*, *Studio Sound*, Vol. 17, pp 20-22, 40, IPC Media Ltd, Disponível em <http://www.michaelgerzonphotos.org.uk/articles/Ambisonics%201.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Fitzgerald, T. (2009) *New Music Composition for Live Performance and Interactive Multimedia*, Lap Lambert Academic Publishing, Alemanha, p.10
- Fletcher, S. H. (1992) *Harvey Fletcher 1884-1981, A Biographical Memoir*, National Academy of Sciences, Washington D.C., EUA, p.183
- Foucault, M. (1975) *The Birth of a Clinic: An Archaeology of Medical Perception*, Routledge, Nova Iorque, EUA. Disponível em https://monoskop.org/images/9/92/Foucault_Michel_The_Birth_of_the_Clinic_1976.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)

- Gerzon, M. (1973) *Periphony: With-Height Sound Reproduction*, Mathematical Institute, University of Oxford, Oxford, Inglaterra. Disponível em http://decoy.iki.fi/dsound/ambisonic/motherlode/source/Periphony_With-height_sound_reproduction_Michael%20Gerzon_JAES_Jan_Feb_1973.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Granger, G. G. (1994) *Formes, Opérations, Objects*, Librairie Philosophique J. Vrin, Mathesis, Paris, França
- Huopaniemi, J. (1999) *Virtual Acoustics and 3-D sound in multimedia signal processing*, Helsinki University of Technology - Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, Helsinquia, Finlândia. Disponível em http://research.spa.aalto.fi/publications/theses/huopaniemi_dt.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Kant, I. (1922) *Critique of Pure Reason, In Commemoration of the Centenary of its First Publication*. Tradução Inglesa por F. Max Mueller (2nd revised ed.), Nova York. EUA. Disponível em <http://oll.libertyfund.org/titles/ller-critique-of-pure-reason> (consultado a 23 de Janeiro 2017)
- Kostadinov, D., Reiss, J. D., Mladenov, V. (2009) *Evaluation of Distance based Amplitude panning for spatial audio*, Dept of Theoretical Electrical Engineering, Techn ical University of Sofia, Centre for Digital Music, Queen Mary University of Londres, Reino Unido. Disponível em <http://jamoma.org/publications/attachments/icmc2009-dbap-rev1.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Krauss, R. (1977) *Passages in Modern Sculpture*, The Viking Press, Nova Iorque, EUA. Disponível em https://monoskop.org/File:Krauss_Rosalind_E_Passages_in_Modern_Sculpture.pdf (consultado em 23 Janeiro 2017)
- Lossius, T., Baltazar, P. (2009) *DBAP – Distance – Based Amplitude Panning, Proceedings of the international Computer Music Conference (ICMC 2009)*, Montreal, Canada. Disponível em <http://quod.lib.umich.edu/i/icmc/bbp2372.2009.1111/1/--dbap-distance-based-amplitude-panning?page=root;size=150;view=text> (consultado a 30 Julho 2016)

- Manuila, L., Manuila, A., Leawalle, P. & Nicoullin, M. (2000) tradução do livro *Dictionnaire Médical*, CLIMEPSI Editores, Lisboa
- Markman, A. B. & Dietrich, E (2000) *Extending the classical view of representation*, *Trends in Cognitive Sciences – Vol. 4, No. 12*, Elsevier Science Ltd.. Disponível em <http://www.l.u-tokyo.ac.jp/~yokosawa/restricted/Markman2000.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- McAdams, S. (2009) *Psychological constraints on formbearing dimensions in music*, *Contemporary Music Review*, IRCAM, Paris, França. Disponível em https://www.mcgill.ca/mpcl/files/mpcl/mcadams_1989a_contmusrev_0.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- McAdams, S. (1993) *Thinking in Sound: The cognitive psychology of Human Audition*, Oxford Science Publications, p. 147. Disponível em https://www.mcgill.ca/mpcl/files/mpcl/mcadams_thinkingsound_1993.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Merleau-Ponty, M., Reibel, G. (1996) *Fenomenologia da Percepção* (trad. Brasileira *Phénoménologie de la perception*) Livraria Martins Fontes Editora Ltda., São Paulo, Brasil, Disponível em https://monoskop.org/images/0/07/Merleau_Ponty_Maurice_Fenomenologia_da_percepção_1999.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Michaels, C. F. & Carello, C. (1981) *Direct Perception*, PRENTICE-HALL INC, Englewood Cliffs, Nova Jérnia, EUA. Disponível em <http://ione.psy.uconn.edu/~cespaweb/docs/MC.pdf> (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Mukarovský, J. (1988) *Escritos sobre estética e semiótica da arte* (trad. Portuguesa apartir da versão espanhola), Editorial Estampa, Lda., Lisboa, Portugal
- Normak, P., Pata, K., & Kaipainen, M. (2012). *An Ecological Approach to Learning Dynamics*, *Eduactional & Society*, 15 (3), 262-274, Tallin University, Tallin, Estónia e Soderstom University, Huddinge, Suécia. Disponível em http://www.ifets.info/journals/15_3/20.pdf (consultado a 30 Julho 2016)

- Nudds, M. & O'Callaghan, (2009) *Sounds & Perception – New Philosophical Essays*, Oxford University Press, Nova Iorque, EUA. Disponível em <http://marmarainsaatmetal.com/sounds-and-perception-new-philosophical-essays-pdf> (consultado a 23 Janeiro 2017)
- O'Callaghan, C. (2007) *Sounds – A philosophical theory*, Oxford University Press Inc., Nova Iorque, EUA
- Ong, W. J. (1969) *American Anthropologist*, Dept. of English St. Louis University, EUA. Disponível em www.jstor.org/stable/670327 (consultado a 30 Julho 2016)
- Peters, N., Matthews, T., Braasch, J. & McAdams, S. (2008) *VIMIC – A novel toolbox for Spatial sound processing in Max/MSP, CIRMMT* -Centre for Interdisciplinary Research in Music Media and Technology, Montreal, Canadá. Disponível em <http://quod.lib.umich.edu/cgi/p/pod/dod-idx/vimic-a-novel-toolbox-for-spatial-sound-processing-in-maxmsp.pdf?c=icmc;idno=bbp2372.2008.021> (consultado a 30 Julho 2016)
- Pine II, B. J. & Gilmore, J. H., (1998) *Welcome to the experience economy*, Harvard Business Review, Harvard, EUA. Disponível em <http://economia.unipr.it/DOCENTI/MANCINI/docs/files/experience%20economy.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Pires, I. (2007) *La notion d'Espace dans la création musicale : idées, concepts et attributions. Une réflexion à propos d'espaces intentionnellement perçus ou composés de l'entité sonore*, Université Paris 8 Saint-Denis, Paris, França, p. 104, 148. Disponível em https://run.unl.pt/bitstream/10362/7349/1/THESE-REV2**.doc.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Polotti, P. & Rocchesso, D (2009) *Sound to Sense, sense to Sound. A State of the Art in Sound and Music Computing*, Pietro Polotti and Davide Rocchesso (Eds) Dipartimento delle Arti e del Disegno Industriale, Università IUAV di Venezia, Veneza, Itália. Disponível em <http://www.speech.kth.se/prod/publications/files/3214.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

- Pulkki, V. (2001) *Spatial Sound Generation and Perception by Amplitude Panning Techniques*, Helsinki University of Technology Laboratory of Acoustics and Audio Signal Processing, Report 62, Espoo, Finlândia. Disponível em <http://lib.tkk.fi/Diss/2001/isbn9512255324/isbn9512255324.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Reznikoff, I (2008) *Sound resonance in prehistoric times: A study of Paleolithic painted caves and rocks*, University de Paris X, Département de Philosophie, Nanterre, França. Disponível em <http://webistem.com/acoustics2008/acoustics2008/cd1/data/articles/000892.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Rumsey, F. (2001) *Spatial Audio*, Focal Press, Oxford, Inglaterra. Disponível em http://samples.sainsburysebooks.co.uk/9781136119903_sample_894948.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Russolo, L. (2004). *The Art of Noise* (Trad. Inglesa de *L'Arte dei Rumori*), UBU Classics. Disponível em http://www.artype.de/Sammlung/pdf/russolo_noise.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Schacher, J. C. (2009) *Action and Perception in Interactive Sound Installations: An Ecological Approach*, Zurich University of Arts, Institute for Computer Music and Sound Technology, Zuriq, Alemanha. Disponível em http://www.nime.org/proceedings/2009/nime2009_286.pdf (consultado a 30 Julho 2016);
- Schaeffer, Jean-Marie (2016) *Adieu à l'esthétique*, Éditions Mimésis, Paris, França
- Schaeffer, Jean-Marie (1922) *L'art de L'age Moderne- L'esthetique et la philosophie de l'art du XVIII siècle à nos jours*, Editions Gallimard, Saint Armand, França;
- Schaeffer, P. (2007) Solfejo do objecto sonoro (trad. Portuguesa de *Solfège de l'Object Sonore*), INA – GRM - *Groupe de recherches musicales*, Paris, França. Disponível em http://ears.pierrecouprie.fr/IMG/pdf/SchaefferSOS_ASD.pdf (consultado 23 Janeiro 2017);

- Schaeffer, P. (1988) *Tratado de los Objetos Musicales* (trad. Espanhola de *Traité des Objets Musicaux*), Alianza Editorial, S.A., Madrid, Espanha. Disponível em https://monoskop.org/images/1/1e/Schaeffer_Pierre_Tratado_de_los_objetos_musicales.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Schafer, M. (1997) *A Afinação do Mundo* (trad. Brasileira de *The Tunning of the World*), Editora Unesp, São Paulo, Brasil. Disponível em https://monoskop.org/images/9/93/Schafer_R_Murray_A_afinacao_do_mundo.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Seo, J. H. (2015), *Aesthetics of Immersion in Interactive Immersive Installation: Phenomenological Case Study*, Texas A&M University College Station, EUA, p. 2. Disponível em http://isea2015.org/proceeding/submissions/ISEA2015_submission_237.pdf (consultado a 23 de Janeiro 2017)
- Shaw, R. & Pittenger, J. (1978) *Perceiving Change, retirado de Modes of perceiving and processing information*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, Nova Jérсия, EUA. Disponível em <http://www.trincoll.edu/depts/ecopsyc/shaw/ShawPittenger.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Shaw, R., Turvey, M.T. & Mace, W. M. (1982) *Ecological psychology. The consequence of a commitment to realism*. W. Weimer & D. Palermo (Eds.) *Cognition and the symbolic processes*. Vol.2, Hillsdale, Nova Jersey EUA. Disponível em <http://www.trincoll.edu/~wmace/publications/realism.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)
- Solomos, M. (2007) *De L'abstrait au concret. Notes sur l'univers Baylien*, Université de Cologne, França p.8. Disponível em <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00770165/document> (consultado a 30 Julho 2016)
- Truax, B. (2007) *Sound in Context : Acoustic communication and Soundscape Research*, Simon Fraser University, Burnaby, British Columbia, Canadá Disponível em : http://wfae.net/library/articles/truax_SFUniversity.pdf (consultado a 30 Julho 2016)

- Truax, B. (1984) *Acoustic Communication*, Simon Fraser Univesity, Burnaby, British Columbia, Canadá. Disponível em https://monoskop.org/images/1/13/Truax_Barry_Acoustic_Communication.pdf (consultado a 23 Janeiro 2017)
- Tardieu, J., Susini, P., Poisson, F., Kawakami, H. & McAdams, S. (2009) *The design and evaluation of an auditory way-finding system in a train station*, Applied Acoustics, Paris, França. Disponível em https://www.mcgill.ca/mpcl/files/mpcl/tardieu_2009_applacoust.pdf (consultado a 30 Julho 2016)
- Taylor, T. (2001) *Strange Sounds: Music, Technoogy and Culture*, Routledge, Nova Iorque, EUA
- van Ede, Y. (2009). *Sensuous anthropology: sense and sensibility and the rehabilitation of skill*. Amsterdão, Holanda, Anthropological Notebooks, XV(2), 61-75, 63. Disponível em <http://dare.uva.nl/document/2/75795> (consultado a 30 Julho 2016)
- Wishart, T. (1996) *On Sonic Art*. A New and Rev. Ed. (Contemporary music studies; V12), University of Edinburgh, Inglaterra.
- Young, M. et all (2000) *Agent as Detector: An Ecological Psychology Perspective on Learning by Perceiving-Acting Systems*, B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (Eds.), *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 299-300). Mahwah, NJ: Erlbaum. Disponível em <http://www.umich.edu/~icls/proceedings/pdf/Young.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

VIII.2 Websites

- Truax, B. (1984) *Acoustic Communication Models*, Simon Fraser University, Londres, Inglaterra. disponível em <https://www.sfu.ca/~truax/ama.html> (consultado a 30 Julho 2016)
- Hollerweger, F. (2016) *Periphonic Sound Spatialization in Multi-User Virtual Environments*, *Institssute of Electronic Music and Acoustics* (IEM), California, EUA, p.25. Disponível em

http://flo.mur.at/writings/di_thesis (consultado a 30 Julho 2016)

Place, T., Lossius, T. (2005) *Jamoma* (s.d.), disponível em <http://jamoma.org/> e também em <http://jamoma.org/publications/attachments/jamoma-icmc2006.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

VIII.3 Patentes

Blumlein, A. D. (1933) *British Patent Specification 394,325*, Inglaterra. Disponível em <http://decoy.iki.fi/dsound/ambisonic/motherlode/source/British%20patent%20specification%20394325%20Blumlein%201933.pdf> (consultado a 30 Julho 2016)

ITU, (1993) *Recommendation BS. 775: Multi-channel stereophonic sound system with or without accompanying picture*” *International Telecommunications Union, Tech. Rep.*. Disponível em https://www.itu.int/dms_pubrec/itu-r/rec/bs/R-REC-BS.775-3-201208-I!!PDF-E.pdf (consultado a 30 Julho 2016)