ANEXO DO PROCESSO 437//2000

Universidade I
Faculdade de Filosofia e Ciências
Programa de Pós-graduação em Filosofia
Área de Concentração Ciência Cognitiva e Filosofia da Mente

REFLEXÕES SOBRE O RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS NA CIÊNCIA COGNITIVA

André Luiz Gonçalves de Oliveira

153.4
O482r
Tese 1.416

Marília -SP

ANDRÉ LUIZ GONÇALVES DE OLIVEIRA

REFLEXÕES SOBRE O RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS NA CIÊNCIA COGNITIVA

T/3416

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós-Graduação em Filosofia, na Área de Concentração em Ciência Cognitiva e Filosofia da Mente, da Universidade Estadual de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Filosofia.

Orientadora: Dra. Maria Cândida Del-Masso

1410001416



Marília-SP
Maio - 2002





BM001138909 70702039

Nº cham 153.4
O 482 r

Nº Tombo 1416
Aquisição D
Preço 5,00
Data 10/03/03
Proced. Autor

- Ciência cognitiva
- Filosofia e ciência cognitiva
- Reconhecimento de padrões - Som
- Percepção auditiva

112 p. il.

BIBLIOTECA

BANCA EXAMINADORA

Titulares:

Prof. Dra. Maria Cândida Del-Masso (orientadora) UNESP/Marília.

Prof. Dra. Maria Eunice Q. Gonzalez – UNESP/Marília.

Prof. Dr. Pim Haselager – NICI – University of Nijmegen – The Netherlands.

Prof. Dr. João Queiroz – PUC – SP.

Suplente

Prof. Dr Sérgio Tosi Rodrigues – Unesp – Bauru.

Oliveira, André Luiz Gonçalves de

M196e Reflexões sobre o reconhecimento de padrões sonoros na Ciência Cognitiva / André Luiz Gonçalves de Oliveira – Marília, 2002.

107 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado em filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, 2001.
Bibliografia: 05 f.

1. Ciência Cognitiva. 2. Percepção Sonora. I. Autor. II. Título.

CDD 153.4

Para meu filho ***Luiz Phillip*** *e minha esposa* ***Patrícia Lakchmi****, pelo companheirismo e por todo esforço em acreditar.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar a toda a minha família por todo o suporte dado com muito esforço para que eu pudesse desenvolver a presente pesquisa. Agradeço também aos colegas de curso que foram igualmente imprescindíveis. Especialmente aos que ficaram mais próximos durante toda a caminhada, como: José Carlos Pires Júnior, Marina Cáprio, Luís Felipe Oliveira, Ruben Carlo Bennante, Luís Guilherme, João Luís e Kátia Mafort. Nossas reuniões no conexão foram essenciais e serão lembradas sempre com muita estima.

Agradeço de forma muito especial à minha orientadora, professora Dra. Maria Cândida Del-Masso, por sua incrível e admirável capacidade de acreditar nas possibilidades das pessoas, e por me ensinar constantemente com sua coragem e disposição em levar adiante os desafios por maiores que eles pareçam.

*Agradeço também a todos os professores que tive contato durante minha estada no programa de pós-graduação em Filosofia aqui da UNESP - Marília, especialmente às professoras: Dra. Maria Eunice Gonzalez, Dra. Mariana Cláudia Broens e Dra. Carmem Beatriz Milidoni; por todo a dedicação em fazer o programa funcionar. Agradeço ainda aos professores Dr. Sérgio R. Tosi (UNESP – Bauru), Dr Jônatas Manzoli (UNICAMP), Dr. Edson Zampronha (UNESP – SP), e Dr. Pim Haselager (*NICI – University of Nijmegen – *Holanda); por todo o apoio sempre pronto e disponível sempre que se fez necessário.*

SUMARIO

Introdução.....10

1 O estudo da percepção na tradição representacionista da ciência cognitiva

1.1 Apresentação.....13

1.2 A representação simbólica proposta pela inteligência artificial.....14

1.3 A representação distribuída proposta pela arquitetura conexionista.....17

1.4 Alguns problemas advindos do uso da noção de representação mental no estudo da percepção...22

2 A ciência cognitiva dinâmica e a versão não representacionista da percepção

2.1 Apresentação.....28

2.2 Conceitos introdutórios da abordagem ecológica para o estudo da percepção.....29

2.3 Conceitos introdutórios da teoria dos sistemas dinâmicos para o estudo da percepção.....32

2.4 Conceitos introdutórios da teoria do conhecimento corporificado e situado para o estudo da percepção.....38

3 Noções preliminares sobre o reconhecimento de padrões sonoros

3.1 Apresentação.....42

3.2 Aspectos da fisiologia auditiva humana.....43

3.3 As noções de memória e aprendizagem utilizadas para explicar o reconhecimento de padrões sonoros.....54

4 A abordagens representacionistas do reconhecimento de padrões sonoros

4.1 Apresentação.....64

4.2 Introdução à teoria da análise da cena auditiva.....65

4.3 O reconhecimento de fontes e eventos sonoros segundo McAdams.....72

5 A abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros

5.1 Apresentação.....81

5.2 A acústica ecológica e a noção de sistema perceptivo.....82

5.3 A teoria da aquisição de informação na tarefa do reconhecimento de padrões sonoros.....86

6 Considerações sobre possíveis implicações e relações entre a abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros e o desenvolvimento de procedimentos de composição musical

6.1 Apresentação....93

6.2 Descrição de modelo composicional ecológico....94

6.3 Limites e alcances do modelo composicional ecológico....99

Considerações finais....102

Referências Bibliográficas....104

Resumo e Palavras-Chave....109

Abstract and Key-words....110

Lista de figuras

Figura 1.1.....19
Figura 3.1.....24
Figura 03.....53
Figura 04.....55
Figura 05.....58

INTRODUÇÃO

Atualmente, diferentes áreas do conhecimento humano dedicam-se ao estudo dos fenômenos ligados à execução de tarefas consideradas inteligentes. Cada uma dessas áreas tem um campo de atuação e uma metodologia bastante específicos. Em outras, palavras poderíamos dizer que diferentes interesses geraram diferentes perspectivas de investigação científica sobre as tais atividades consideradas inteligentes. Dentro dos últimos cinqüenta anos observamos o nascimento e desenvolvimento da ciência cognitiva, que como área essencialmente interdisciplinar tem desenvolvido estudos conceituais e empíricos sobre diferentes atividades e habilidades humanas, entre tantas outras as atividades perceptivas.

Além da ciência cognitiva, diversas áreas que lhe são afins desenvolvem também, e há mais tempo, investigações no sentido de elucidar aspectos ligados às tarefas perceptivas. Entre essas áreas podemos ressaltar algumas que tiveram papéis centrais no desenvolvimento da ciência cognitiva, tais como: a filosofia, a psicologia, a neurociência e a ciência da computação. Cada uma dessas áreas atua de acordo com metodologias e perspectivas próprias, uma vez que se ocupam em responder questões específicas sobre aspectos específicos.

O objetivo geral do presente estudo é realizar a descrição e análise de algumas teorias sobre o reconhecimento de padrões sonoros à luz de abordagens mais amplas encontradas no contexto da ciência cognitiva. Daremos certa ênfase à vertente denominada ciência cognitiva dinâmica, que parece se configurar num novo paradigma para a ciência cognitiva. Buscaremos também apontar a possibilidade de estudos que visem relacionar a estrutura conceitual de tais teorias sobre reconhecimento de padrões sonoros com o desenvolvimento de procedimentos técnicos e estratégias em composição musical.

Para alcançar esses objetivos estruturaremos a dissertação em seis capítulos. Os capítulos 1 e 2 tratarão respectivamente de apresentar um panorama sobre as vertentes representacionista e não representacionista na ciência cognitiva. A

unesp

utilização do conceito de representação mental para explicar atividades consideradas inteligentes, como o reconhecimento de padrões sonoros, tem sido um desses pontos em comum entre uma parcela de teorias. Ao agrupamento de teorias que utilizam tal noção tem-se denominado representacionismo. No capitulo 1 portanto abordamos as duas vertentes que podem ser consideradas representacionistas na ciência cognitiva, denominadas : *1) cognitivismo clássico*, que segundo Varela, Thompson e Rosch (1991/2001, p. 73) tem na inteligência artificial (IA) a maior e mais literal manifestação. E *2) conexionismo*, que segundo os referidos autores, parte de uma crítica ao tipo de processamento proposto pelo cognitivismo clássico, e acaba constituindo-se em uma vertente que difere em alguns aspectos da proposta implementada pela IA.

O capítulo 2 apresentará três teorias consideradas como alinhadas ao paradigma da ciência cognitiva dinâmica (paradigma não representacionista para o estudo de atividades inteligentes na ciência cognitiva). Tais teorias são referentes aos trabalhos de três autores em especial: Gibson (1996 e 1979), van Gelder (1998) e Haselager (em preparação). Buscamos apresentar uma visão geral dos aspectos introdutórios às suas teorias, que consideramos poder trazer alguma luz para os objetivos desse estudo.

O capítulo 3 cuidará especificamente da descrição de algumas noções que consideramos preliminares e fundamentais à apresentação das teorias sobre reconhecimento de padrões sonoros. Em uma primeira etapa serão descritas noções relativas a aspectos de fisiologia da audição humana. E para encerrar o capítulo apresentaremos como cada uma das vertentes apresentadas nos capítulos 1 e 2 compreendem e abordam as noções de memória e aprendizagem para a descrição do reconhecimento de padrões.

No capítulo 4 descreveremos duas teorias fundamentais para a concepção do reconhecimento de padrões sonoros segundo a abordagem representacionista. Tais teorias relacionam-se à abordagem psicológica denominada *processamento de informação* para o estudo de atividades inteligentes, entre as quais

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

as atividades perceptivas. Primeiramente apresentamos o que Bregman (1993) denomina análise da cena auditiva, e na seqüência apresentamos a descrição de McAdams (1993 e 1996) para o reconhecimento de fontes e eventos sonoros.

Seguiremos então com o capítulo 5 trazendo a versão da abordagem ecológica de Gibson (1966 e 1979) para descrição da atividade de reconhecimento de padrões. Nas três seções que constituem o capítulo trataremos de noções como *sistema perceptual* e da estrutura conceitual advinda de uma acústica ecológica. Buscaremos focar principalmente aspectos da teoria da aquisição de informação, (Gibson, 1966 e 1979), relevantes para uma descrição do reconhecimento de padrões sonoros.

Por fim o capítulo 6 irá propor uma reflexão sobre as possibilidades de relacionamento entre a estrutura conceitual que advém do paradigma não representacionista, especialmente da abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros, e o desenvolvimento de estratégias e procedimentos técnicos em composição de música eletroacústica. Nesse sentido realizaremos a descrição e análise de um modelo composicional de Keller (1999) baseado em abordagem ecológica para o reconhecimento de padrões sonoros. Buscaremos também apontar futuras possibilidades de pesquisas que pudessem concertar o foco de análise especialmente no que diz respeito à aplicação de procedimentos específicos nas diversas etapas como as de gravação, edição e estruturação de ambientes sonoros.

unesp

1. O ESTUDO DA PERCEPÇÃO NA TRADIÇÃO REPRESENTACIONISTA DA CIÊNCIA COGNITIVA

1.1 Apresentação

Dentro da abordagem representacionista a ciência cognitiva desenvolveu basicamente duas vertentes que para os fins do presente estudo as denominaremos: 1) inteligência artificial clássica (IA) e 2) conexionismo. As duas vertentes utilizam (embora com algumas diferenças) a noção de representação mental ao propor teorias com o objetivo de explicar atividades cognitivas em geral e atividades perceptivas. Não é nosso objetivo discutir se a percepção deve ou não ser considerada como ato cognitivo. De maneira geral iremos apresentar nesse capítulo como cada uma dessas vertentes concebe a natureza da representação mental e como descrevem seu papel nas atividades perceptivas.

É importante realçar que se por um lado o conexionismo e a IA buscam investigar como ocorrem as atividades perceptivas, quais são os elementos, mecanismos e sistemas envolvidos; por outro elas têm enfoques diferentes e se preocupam com aspectos diferentes na investigação de atividades e habilidades humanas consideradas inteligentes. Daí decorre certa dificuldade em compará-las ou em pensar em uma como conseqüência da outra. Ambas as vertentes mais parecem ter linhas paralelas de atuação. Também cabe lembrar que não temos o objetivo de traçar uma descrição detalhada, ou de cunho histórico, sobre a ciência cognitiva e suas vertentes. Nossa intenção é principalmente introduzir as noções mais amplas, e descrever, ainda que resumidamente, como tem sido o debate sobre a descrição das atividades perceptuais pela ciência cognitiva.

unesp

1.2 A representação simbólica e a proposta da inteligência artificial

A versão da ciência cognitiva denominada inteligência artificial clássica, ou cognitivismo clássico, tem suas raízes a partir do desenvolvimento de áreas como a lógica, a matemática e a lingüística na primeira metade do século XX. Tais áreas voltaram seu interesse para aspectos ligados ao denominado comportamento inteligente e propuseram modelos para descrevê-lo. Entre tais modelos temos os denominados sistemas de símbolos físicos[1], propostos por Newell e Simon (1976) que iremos abordar na presente seção. Para subsidiar tal descrição, iremos apresentar anteriormente uma breve caracterização de alguns de seus conceitos centrais, tais como: sistemas formais, símbolos e estruturas simbólicas.

Para a IA um dos principais objetivos dos estudos têm sido elaborar modelos para descrever como ocorrem determinadas atividades e habilidades de sistemas considerados inteligentes, que resolvam problemas a partir de situações específicas. Nessa vertente a inteligência tem sido considerada como a capacidade de resolver problemas, segundo Newell e Simon, (1976) os sistemas formais resolvem problemas manipulando símbolos. Para os autores, a inteligência é demonstrada, entre outros aspectos, pela capacidade de armazenar e manipular símbolos (Newell e Simon, p 83). Assim é necessário que se denominem símbolos àquilo que o sistema irá manipular no ato inteligente. Assim a IA propõe a representação mental como representação simbólica. A representação é o próprio símbolo ou uma estrutura simbólica que o sistema opera.

Se considerarmos que reconhecer um determinado padrão sonoro pode ser um exemplo de atividade inteligente[2], então segundo a IA, precisamos entender tal atividade como um tipo de processamento de informação que por sua vez está estruturada simbolicamente. No caso específico do reconhecimento de

---

[1] Physical symbol systems

unesp

padrões, como será abordado no capítulo 4, a IA propõe basicamente que há uma comparação entre um símbolo, ou estrutura simbólica, que foi elaborado pelo sistema como uma representação do objeto externo percebido, e um outro símbolo, ou estrutura simbólica, que está armazenado na memória. As teorias que trabalham com a hipótese do processamento de informação, fornecem muitos modelos com diferentes etapas de processamento que constroem a representação e que realizam a comparação citada acima.

Os modelos propostos pela IA são baseados em sistemas formais, que basicamente podem ser descritos como sistemas com capacidade de manipulação e armazenamento de símbolos. Tais sistemas são caracterizados por Haugeland (1996, p. 8) como: "*a game in which tokens are manipulated according to definite rules, in order to see what configurations can be obtained*"[3]. Segundo Haugeland (1996, p.8) esses sistemas têm essencialmente três características: 1) são sistemas de manipulação de sinais; 2) são digitais e 3) são independentes do meio.

De acordo com o autor, afirmar que os sistemas formais são sistemas de manipulação de símbolos é entender que os sistemas formais são constituídos por um conjunto de sinais que serão manipulados, por um conjunto de regras que determinam os limites da estruturação e por um ou mais estados iniciais de estruturação do sistema. Afirmar que eles são digitais é afirmar, nas palavras do autor, que tais sistemas formais: "(...) ***making***[4] *things, and them (later)* ***identifying***[5] *what was made*".[6] (Haugeland, 1996, p. 9). E por último, afirmar que eles são independentes do meio é reconhecer que, satisfeitos os pré-requisitos para a

---

[2] Cada uma das vertentes da ciência cognitive que serão aqui apresentadas possui um conjunto de conceitos específicos para definir atividade inteligente. Tais conceitos serão apresentados oportunamente.

[3] um jogo em que sinais são manipulados de acordo com regras definidas com o objetivo de verificar quais configurações podem ser obtidas.

[4] Grifo do autor

[5] Grifo do autor

[6] (...) fazem coisas e então (depois) identificam o que foi feito.

unesp

implementação do sistema, o meio físico externo ao sistema formal não pode interferir em sua atividade.

Um dos principais modelos apresentados pela IA são os sistemas de símbolos físicos, eles podem ser denominados sistemas formais automáticos e interdependentes. Tais sistemas são caracterizados como máquinas que produzem, em um dado período de tempo, uma certa quantidade de estruturas simbólicas (Newell e Simon, 1976/1997, p. 86). Para os autores o símbolo se encontra na raiz da atividade inteligente (Newell e Simon, 1976/1997, p. 83). Haugeland (1997, p. 16) caracteriza símbolo como sinais que significam alguma coisa[7].

Newell e Simon (1976/1997) apresentam dois conceitos centrais para as estruturas simbólicas produzidas pelos sistemas de símbolos físicos: 1) designação e 2) interpretação. Por designação o autor entende a capacidade de uma dada expressão designar um dado objeto (p. 86). E por interpretação, a capacidade do sistema interpretar uma dada expressão a partir de que esta designe de um processo que seja possível ser conduzido pelo sistema (p. 86). Assim ainda segundo Newell e Simon (1976/1997, p. 86) os sistemas com designação e interpretação apresentam as seguintes características: i) um símbolo pode ser usado para designar uma expressão; ii) existem expressões que designam todos os processos de que a máquina é capaz; iii) existem processos para mudar ou criar cada expressão arbitrariamente; iv) expressões são estáveis; e v) o número de expressões de um sistema é essencialmente ilimitado.

Dessa maneira Newell e Simon (1976) introduzem a hipótese dos sistemas de símbolos físicos como capazes de modelar a atividade inteligente humana. Eles situam seu modelo dentro de uma perspectiva representacionista e de processamento interno de informação. Todo o processamento de informação por ocasião do reconhecimento de padrões, segundo a referida perspectiva, visa construir uma representação (símbolo ou estrutura simbólica) adequada para a comparação.

[7] *Token that meaning something in this way are often called symbols.*

unesp

Também a comparação constitui-se em um conjunto de processos utilizando as representações construídas e as representações armazenadas, além de um sistema de busca e associação. É importante relatar também que embora os símbolos propostos sejam fisicamente realizáveis, essa vertente (IA) não entende tal símbolo como reduzido ao nível físico, assim um mesmo tipo de operação simbólica pode ser implementada em diferentes tipos de estruturas físicas.

Para concluir essa breve descrição da vertente cognitivista clássica (IA) apresentamos um resumo de seu programa de acordo com Varela, Thompson e Rosch (1991/2001). Segundo tais autores para a IA a cognição é "*um processamento de informações como computação simbólica*". (Varela, *et al*, 1991/2001 p. 72). O funcionamento de tal procedimento cognitivo se dá *por meio de qualquer instrumento que possa suportar e manipular elementos funcionais discretos – os símbolos*. (Varela, et al, 1991/2001 p. 72). Os referidos autores afirmam também que as críticas direcionadas ao cognitivismo clássico (IA) podem ser observadas como seguindo por dois caminhos: 1) uma crítica do tipo de processamento, e 2) uma crítica da adequação do uso da noção de representação interna (Varela, et al, 1991/2001 p. 72). E a partir desses dois direcionamentos críticos à primeira vertente da ciência cognitiva desenvolvem-se respectivamente a vertente conexionista (apresentada na próxima seção), e a vertente que aqui denominaremos ciência cognitiva dinâmica.

1.3 A representação distribuída proposta pela arquitetura conexionista

O conexionismo é a segunda vertente da ciência cognitiva que continua trabalhando com a noção de representação mental. Porém algumas diferenças podem ser observadas no que diz respeito à natureza das representações utilizadas pelo conexionismo. Essa segunda vertente da ciência cognitiva também continua propondo o modelo da mente como um processador de informação, porém

unesp

apresenta alternativas quanto ao tipo de arquitetura computacional empregada, e quanto ao tipo de noção de representação. Tais alternativas geram diferenças nítidas em relação à proposta do cognitivismo clássico como estruturada nos modelos da inteligência artificial (IA). Uma das diferenças propostas pelos conexionistas é a maneira do sistema trabalhar. Enquanto a IA apresenta um sistema trabalhando serialmente sob um processador central, o conexionismo apresenta uma nova proposta de arquitetura computacional, baseada nas redes neuronais do sistema nervoso humano. O processador não é mais central, mas distribuído, e processa informação em paralelo. Apresenta-se o modelo das redes neurais artificiais como alternativa ao tipo de processamento demonstrado por modelos seriais de processamento simbólico e central.

Se o modelo conexionista possui tais características, como as citadas a cima, a noção de representação mental utilizada por ele é também diferente da concebida pela IA. Hinton, McClelland e Rumelhart, (1986) argumentam que com o modelo do processamento distribuído paralelo a noção de representação interna/mental será entendida como representação distribuída, como observa-se na citação que segue:

> Existe, então, uma ampla variedade de instrumentações mais complexas, nas quais não há uma correspondência um a um entre os conceitos e as unidades de hardware, (...) Cada entidade se representa mediante um padrão de ativação distribuído sobre os muitos elementos dos dados computados, e cada um desses elementos intervém na representação de muitas: maneiras distinta.s[8] (Hinton, McClelland e Rumelhart, 1986).

A noção de representação mental simbólica, como concebida pela IA, parece sofrer aqui uma modificação quanto ao entendimento de sua natureza.

[8] Tradução nossa.

Segundo os conexionistas a representação é entendida como sub-simbólica, uma vez que se encontra *distribuída sobre diversos elementos do sistema.*

Para que possamos entender melhor a noção de representação distribuída apresentamos a seguir, o que Rumelhart, *et al* (1986, p. 46-54) indicam como oito princípios que orientam a proposta conexionista as quais estão relacionadas com as características advindas do modelo de processamento distribuído e paralelo (PDP); são eles: 1) há um conjunto de unidades processantes, essas unidades são denominadas *neuron-like units*[9], 2) essas unidades possuem um estado de ativação, 3) há também uma função *output* para cada unidade, 4) há um padrão de conectividade entre essas unidades, 5) há uma regra de propagação para padrões de conectividade das redes, há uma regra de ativação para combinar *inputs* de um estado na unidade produzindo novos estados de ativação na unidade, e há ainda 7) uma última regra de aprendizagem segundo a qual a percepção pode alterar padrões de conectividade. Por último considera-se: 8) o meio para o sistema operar em conjunto.

Esses oito princípios ilustram bem as características do tipo de arquitetura de processamento que o conexionismo propõe como modelo para as atividades perceptivas. Esse tipo de arquitetura, segundo os autores que a apóiam, produz um conceito de representação interna/mental diferente da representação simbólica apresentado pela IA, como ilustram Rumelhart *et al*:

> *When we speak of a distributed representation, we mean one in which the units represent small, feature-like entities. In this case it is the pattern as a whole that is the meaningful level of analysis. This should be contrasted to a* ***one-unit-one concept***[10] *representational system in which single units represent entire concepts*

[9] Unidades de neurônios artificiais. (tradução nossa)
[10] Grifo do autor.

unesp

or other large meaningful entities[11]. (Rumelhart *et al* 1986, p 47)

A utilização desse tipo de noção de representação distribuída torna os modelos conexionistas especificamente muito eficientes para a atividade de reconhecimento de padrões. Isso pode ficar mais claro à medida que levarmos em conta algumas propriedades interessantes derivados dos modelos conexionistas como apontam Hinton, McClelland e Rumelhart (1986) como sendo a capacidade de memória para realização de inferência, os bons resultados na busca de semelhanças e a capacidade de criar novos conceitos sem necessidade de criar novas conexões físicas.

Nos modelos conexionistas a busca na memória distribuída parece tornar-se mais eficiente do que na memória localizada (associada ao processamento serial dos modelos da IA clássica). É possível identificar um dado padrão a partir de descrições parciais do mesmo. Pode-se, por exemplo, identificar determinado padrão tímbrico sonoro a partir de apenas um grupo de características, mesmo que não seja exatamente o mesmo timbre sonoro. Assim como se pode identificar uma estrutura sem que ela seja dada, no *input,* de maneira completa. Uma parte do padrão causa determinadas interações entre as unidades permitindo assim a inferência do padrão completo, não havendo uma localidade específica onde esse padrão fica armazenado.

De acordo com Rumelhart *et al* (1986, p. 80) "os padrões que não estão ativos não existem em nenhuma parte", eles são acionados (podendo então ser recriados) por pesos de conexão, sendo que cada peso intervém no armazenamento de muitos padrões conforme ressaltam os autores. Abordaremos mais diretamente características referentes à memória e aprendizagem segundo o conexionismo na seção 3.3 quando estaremos considerando os conceitos de memória e aprendizagem

[11] "Quando falamos de representação distribuída, estamos nos referindo àquela em que unidades representam pequenas entidades de características. Nesse caso é o padrão como um todo que é o principal nível de análise. Isso pode ser contrastado com um sistema representacional tipo *uma-*

unesp

utilizados para explicar a tarefa de reconhecimento padrões sonoros segundo cada uma das três vertentes aqui apontadas.

Dessa forma podemos entender que as duas vertentes da ciência cognitiva que trabalham com representação mantêm em comum a metáfora da mente humana como um processador de informações. Enquanto a IA propõe a representação como simbólica, o conexionismo aponta para a noção de representação distribuída. Esse conceito de representação está associado a um tipo específico de processamento de informação, a arquitetura conexionista.

No que diz respeito à natureza e realização da representação mental o conexionismo de fato parece trazer diferenças com relação à proposta da IA que opera com representação simbólica. No entanto, no que diz respeito ao papel desempenhado pela representação na atividade de reconhecimento de padrões, parece não haver diferenças entre as duas vertentes se levarmos em conta que o mecanismo proposto para explicar o reconhecimento de um determinado padrão ainda é um mecanismo de comparação. Em outras palavras, o reconhecimento de padrões no conexionismo, tal como para a IA clássica, ocorre por comparação de uma representação construída a partir do input, com uma segunda representação já existente no sistema.

Como dissemos anteriormente, pode-se observar na ciência cognitiva a existência de uma terceira vertente resultante do segundo dos dois encaminhamentos propostos por Varela *et al* (1991/2001) para as críticas ao cognitivismo clássico (IA), enquanto vertente inicial da ciência cognitiva. Essa terceira vertente, que estamos denominando ciência cognitiva dinâmica, tem se fundamentado em teorias para explicar atividades inteligentes, como o caso do reconhecimento de padrões, sem a necessidade de utilizar a noção de representação interna/mental. No capítulo seguinte buscaremos descrever três teorias que fazem parte desse novo paradigma (não representacionista) na ciência cognitiva. No

---

unidade--um-conceito em que entidades representam conceitos inteiros ou outras entidades principais

unesp

momento, observemos um exemplo de crítica à maneira que tem sido utilizada a noção de representação interna/mental na ciência cognitiva.

1.4 Alguns problemas com a noção de representação mental

Para Haselager (em preparação) o uso pouco crítico e deliberado da noção de representação mental na ciência cognitiva é uma espécie de vício. A ciência cognitiva teria, segundo o autor, uma espécie de dependência da noção de representação mental. Esse uso em excesso, pode causar certas "dores de cabeça", segundo a concepção do autor. Haselager (em preparação) aponta seis problemas como sendo tais dores de cabeça representacionistas. Mas embora critique o uso deliberado da noção em questão, ele deixa claro que não propõe a extinção do uso de tal noção, mas uma utilização mais crítica e específica.

Como primeiro problema Haselager (em preparação, p.4 e 5) apresenta uma questão a modelagem da atividade normal do dia-a-dia de um ser humano. O autor afirma que modelar tais atividades tem sido muito complicado para os representacionistas. O denominado *o conhecimento relevante*[12], segundo Haselager está relacionado com a realização de tarefas corriqueiras do dia-a-dia. De acordo com o autor, conforme aumenta o número de representações envolvidas diminui a velocidade computacional. Segundo Haselager (em preparação, p.5) os seres humanos possuem uma quantidade enorme de conhecimento, mas para executar uma tarefa corriqueira não precisam pensar em tudo o que conhecem sobre aquilo, mesmo quando a tarefa requer tomada de decisão.

---

mais amplas." Tradução livre

[12] *Frame problem.*

unesp

Há exemplos clássicos de situações cotidianas como estar correndo e saltar sobre um obstáculo, ou mesmo acompanhar a leitura de um trecho musical; onde mesmo havendo muito conhecimento envolvido, o corredor ou o leitor/ouvinte não realiza equações matemáticas e muito menos considera tudo o que sabe para tomar as decisões necessárias para boa execução do ato. O realizador de tais tarefas considera uma porção muito estrita de seu conhecimento, poderíamos dizer que considera apenas o essencial para cumprir bem aquela tarefa naquele contexto. Parece haver de fato certos critérios de relevância direcionando a ação e a própria percepção. Mas como um computador digital poderá saber o que é ou não é relevante *estar lembrando* em um momento específico?

Haselager também afirma que esse problema da estrutura tem contribuído para que o representacionistas busquem novas maneiras de pensar a estrutura das representações, e uma dessas conseqüências seria a representação distribuída. No entanto o conexionismo não resolve o problema, mas segundo o autor, o modifica. Haselager por fim afirma que mesmo que não houvesse o problema anterior sobraria uma questão também fundamental: "*should everyday knowledge be represented at all?*"[13]

O segundo problema apresentado é denominado *problema do formato representacional* e seu argumento baseia-se no fato de que as duas correntes tradicionais da ciência cognitiva (IA e conexionismo) têm problemas pela necessidade utilizar a noção de representação mental. Haselager (em preparação, p. 6) afirma que na época da *boa e velha* IA, todos entendiam representação como "*well structured symbol strings with a well-regulated syntax and semantics*".[14]. Essa perspectiva sofreu muitas críticas, e com isso a proposta conexionista de representação distribuída foi ganhando força. Porém, segundo Haselager o conexionismo também teve suas limitações e problemas relativos ao formato

[13] Pode o conhecimento do dia-a-dia ser representado totalmente?
[14] fluxo de símbolos bem estruturados com sintaxe e semântica bem reguladas

unesp

representacional. Entre tais dificuldades o autor aponta uma importante característica no contexto da necessidade do uso da noção de representação mental: "*Representing structure (...) was only possible in limited domains by mean of a lot work*"[15] (Haselager, em preparação, p. 6). Com isso Haselager conclui que a segunda "dor de cabeça" é um problema com os diferentes formatos para a representação mental. Os dois formatos apresentados, o simbólico da IA e o distribuído, do conexionismo, apresentam problemas, e têm dificuldades em responder uma série de críticas graves.

Como terceira "dor de cabeça" temos o problema do observador, Haselager, (em preparação, p. 6) afirma que o observador humano geralmente tem a tendência de colocar seus desejos e vontades sobre os outros e as outras coisas. Se o comportamento de um computador parece inteligente, segundo o autor, temos certa propensão em entender que nós (humanos inteligentes) trabalhamos como um computador digital, com representações internas/mentais). Parece claro que não se pode deduzir que o humano trabalha com representações mentais apenas porque uma máquina, que trabalha com representação interna, tenha comportamento (e apenas em alguns casos) semelhante ao seu. Os cientistas cognitivos tradicionais, segundo o autor, tendem a observar a complexidade externa e introduzi-la de tal forma no ser humano. A complexidade do comportamento não obriga que a estrutura interna seja representacionista.

A quarta "dor de cabeça" apresentada por Haselager (em preparação, p. 8) intitula-se "o problema da operacionalização" e seu argumento baseia-se na dificuldade em indicar onde estão as representações mentais, e como elas são geradas e utilizadas. O autor afirma que na computação tradicional as representações e suas operações já estão descritas de antemão pelo conjunto de algoritmos. Isso torna difícil o uso de exemplos baseados em computação tradicional que utilizam representações internas, como modelo da execução humana de atividades

[15] Estruturas representacionais somente são possíveis em domínios limitados e à custa de muito

unesp

inteligentes. Segundo Haselager (em preparação, p. 8), "*It is problematic for any science, I would think, if there are uncertainties about the proper operationalization of one of its core notions*"[16].

Ainda sobre o problema da operacionalização, o autor relaciona como não sendo coincidência que os casos mais claros de representações internas que a neurociência nos provê são relativos à atividades consideradas variavelmente de percepção e ação de nível simples (nível inferior). As tarefas que exigem um tipo de cognição de nível superior, ainda segundo Haselager, como a atividade de planejamento e decisão, utilizariam supostamente um tipo de representação extremamente difícil de identificar (Haselager, em preparação, p. 8). Ele afirma ainda:

> *Moreover, the clearest cases of neurophysiological identifications of representations (e.g. the famous work of Hubel & Weisel (1968) on simple cells in the primary visual cortex that represent edges with a specific orientation, properly considered, do* ***not*** *constitute clear cases of representation at all.* (Haselager, em preparação, p. 8)

Dando continuidade, o autor apresenta o argumento de Grush (1997) que distingue representação de apresentação. Segundo tal argumento a estimulação de um aparato interno causada por um objeto externo, como no caso das células simples de Hubel e Weisel, não há propriamente uma representação[17], mas sim uma apresentação de aspectos de um objeto externo (Haselager, em preparação, p. 9). Isso porque não há o que *re-presentar* quando o objeto percebido está presente ao percebedor. Há sim, segundo a diferença ressaltada por Grush (1997) algo que está sendo *apresentado*, porque está *presente*.

---

trabalho. Tradução livre.

[16] É problemático para qualquer ciência, eu penso, se existem incertezas quanto a própria operacionalização de umas de suas noções essenciais. Tradução livre.

[17] Aqui estamos entendendo "Representação"como aquilo que representa algo externo a si, para alguém.

O quinto e o sexto problema estão relacionados ao denominado problema da dependência, que Haselager (em preparação) relata em duas partes. Na primeira parte o autor utiliza o exemplo apresentado por van Gelder (1995) da máquina construída por Watt, denominada *Watt Governor* (ver figura 1.1), como exemplo de um sistema que controla uma atividade de regulação do fluxo de vapor através de uma válvula sem utilizar nenhuma estrutura representacional. Segundo van Gelder, pode haver uma solução que utilize representações internas para resolver o problema de regular uma válvula que atua no controle do fluxo de saída de vapor. No entanto, há uma boa solução encontrada sem a necessidade do uso da noção de representação, como é o caso da máquina construída por Watt.

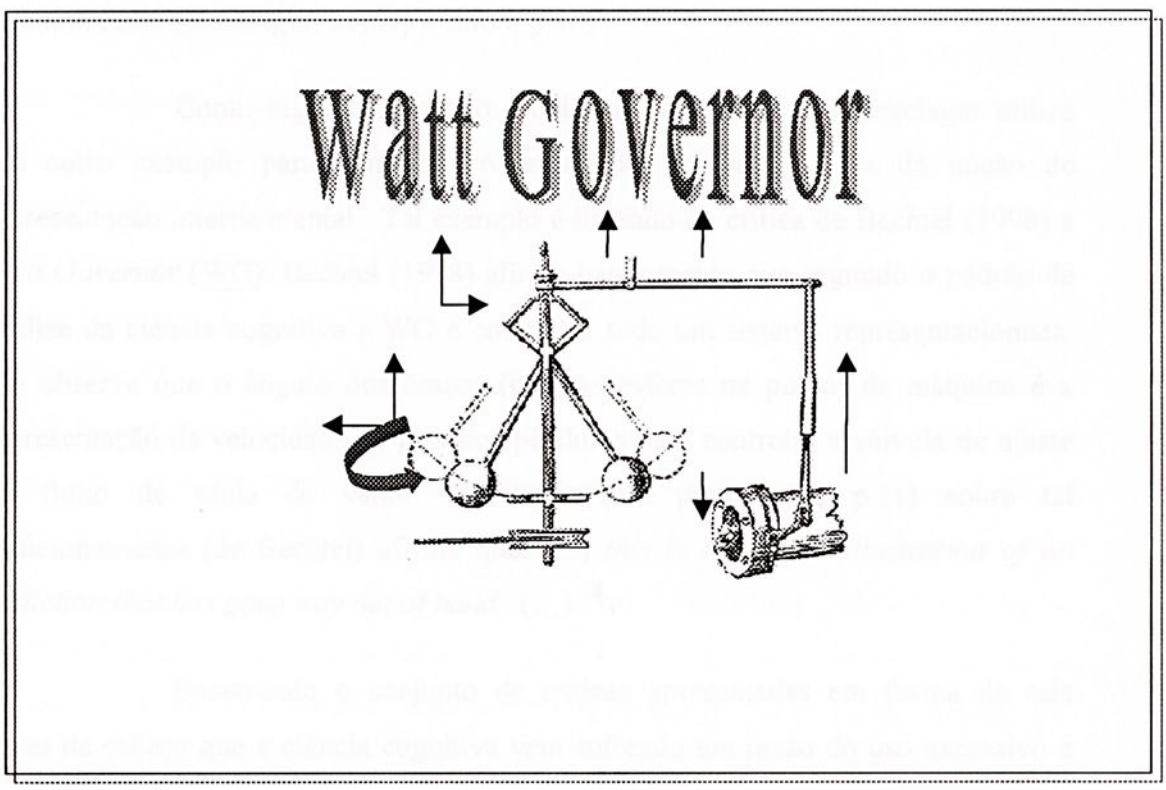


Figura 1.1: Máquina *Watt Governor* (Watt 1788) com setas indicando a direção do movimento. A figura é um esquema da máquina. Observa-se na máquina um eixo central que gira e movimenta dois *braços* com duas esferas de ferro, uma em cada ponta. Esses braços movimentam-se com velocidade relativa ao fluxo de vapor controlado por uma válvula. Se o vapor sai em grande quantidade (válvula aberta), o eixo gira mais rápido fazendo com que os braços também girem com mais velocidade. Assim, a força centrífuga impulsiona as esferas para fora e para cima (ver setas). Esse movimento das esferas faz com que o mecanismo se movimente no sentido de fechar a válvula (ver setas) e diminuir a passagem do vapor, o que causa por fim a diminuição da velocidade.

unesp

Segundo os autores que trabalham alinhados ao paradigma da ciência cognitiva dinâmica, como Haselager e van Gelder, a *Watt Governor* não utiliza representação e consegue cumprir a tarefa de ajustar o fluxo de vapor mantendo-o constante. Van Gelder (1995) afirma que a noção de representação é desnecessária porque ao invés dela, existe um acoplamento físico entre os elementos do sistema que consegue executar o ajuste. Haselager (em preparação) corrobora essa hipótese e reafirma a proposição do problema da dependência. Para ele, os estudantes de ciência cognitiva muitas vezes têm tomado as soluções representacionistas automaticamente, (como o alcoólatra toma sua bebida) sem considerar outras possibilidades (Haselager, *in preparation*, p.10).

Como segunda parte do problema da dependência Haselager utiliza um outro exemplo para confirmar o argumento da dependência da noção de representação interna/mental. Tal exemplo é baseado na crítica de Bechtel (1998) à *Watt Governor* (WG). Bechtel (1998) afirma basicamente que segundo o padrão de análise da ciência cognitiva a WG é como um todo um sistema representacionista. Ele observa que o ângulo dos braços (com as esferas na ponta) da máquina é a representação da velocidade de giro dos pêndulos para controlar a válvula de ajuste do fluxo de saída de vapor. Haselager (em preparação, p.11) sobre tal posicionamento (de Bechtel) afirma que: (...) *this is rather an illustration of an addiction that has gone way out of hand,* (...).[18]

Encerrando o conjunto de críticas apresentadas em forma de seis dores de cabeça que a ciência cognitiva vem sofrendo em razão do uso excessivo e dependente da noção de representação mental, Haselager (em preparação, p.12) deixa claro que sua intenção é propor um uso mais crítico e específico de tal noção. Afirma que não se trata de dispensar a noção de representação interna/mental, mas

unesp

de utilizá-la apenas quando for *absolutamente necessário*. No próximo capítulo abordaremos três teorias relativas à abordagem não representacionista para a explicação de atividades consideradas inteligentes.

2. A CIÊNCIA COGNITIVA DINÂMICA E A VERSÃO NÃO REPRESENTACIONISTA PARA O ESTUDO DA PERCEPÇÃO

2.1 Apresentação:

Das diferentes teorias que vêm corroborando a tese não representacionista da ciência cognitiva dinâmica (CCD) nos propomos a destacar três: 1) teoria da percepção direta de Gibson (1966, 1979), 2) a teoria da cognição corporificada e situada como apresentada por Haselager (em preparação), e 3) a teoria dos sistemas dinâmicos proposta por van Gelder (1998). Argumentamos que a ciência cognitiva dinâmica (CCD), se diferencia das duas outras vertentes (IA e conexionismo) principalmente por evitar a utilização da noção de representação mental para descrever atividades inteligentes. Retomemos a abordagem de Varela, Thompson e Rosch (1991/2001) sobre os dois encaminhamentos para as críticas sobre o modelo cognitivista da IA já apresentados no primeiro capítulo.[19] Tais autores propõem que há basicamente dois encaminhamentos para as críticas à vertente considerada inicial na ciência cognitiva, o cognitivismo clássico (IA). O primeiro caminho da origem à vertente conexionista parte da crítica ao modelo de processamento simbólico. E o segundo parte da crítica à adequação do uso da noção de representação mental (Varela *et al* 1991/2001) e está intimamente relacionada com o que denominamos aqui ciência cognitiva dinâmica.

---

[18] isso é antes uma ilustração de uma dependência que tem ficado fora de mão, (...)
[19] Ver p. **XX** no capítulo 1.

unesp

Há profundas diferenças entre uma abordagem que utiliza a noção de representação interna/mental para explicar tarefas inteligentes e outra abordagem que dispense tal noção na explicação das referidas atividades. De início podemos ressaltar a importância dada pela CCD ao meio ambiente que cerca o percebedor, e também a maneira de entender tal percebedor como agente dinâmico e não como um sistema formal. As teorias citadas acima dão grande importância para o meio onde está inserido percebedor além de apresentar uma abordagem não-representacionista para explicar o reconhecimento de padrões e diversos outras atividades perceptivas. O fato de existir essa grande valorização do meio ambiente e da interação, de certa forma faz com que se modifique o enfoque da pergunta que vinha sendo feita até então sobre as atividades consideradas inteligentes, como a atividade perceptiva em geral. É importante, nesse novo enfoque, levar em consideração o meio ambiente, o contexto. Perceber o que? De onde? Para que? No decorrer desta seção analisaremos mais objetivamente, como isso pode acontecer.

Observamos que de fato está havendo uma certa convergência nas teorias no que tange à explicação não representacionista de tarefas perceptivas, sendo que a ciência cognitiva dinâmica tem agrupado várias dessas teorias com o intuito de constituir um argumento sólido e que explique mais detalhadamente as questões sobre atividades inteligentes sem recorrer à utilização da noção de representação mental. Mantendo a natureza interdisciplinar da ciência cognitiva, a CCD tem recebido importantes contribuições de teorias advindas de diferentes áreas como mostrado nos parágrafos anteriores. Para dar conta da análise de algumas teorias não representacionistas para explicar atividades inteligentes, escolhemos três autores Gibson, van Gelder e Haselager, os quais apresentam exemplos de descrições de atividades inteligentes sem a necessidade de utilizar a noção de representação mental.

unesp

2.2 Conceitos introdutórios da abordagem ecológica para o estudo de atividades perceptivas

Para melhor compreendermos a teoria da percepção direta, como formulada por Gibson (1979/1986) é necessário entender que, conforme ele propõe não há mediação entre o objeto percebido e o organismo percebedor. O organismo percebe porque detecta as informações do meio, pois o organismo sabe o que deve detectar e está apto a fazê-lo. Outra noção importante a ser ressaltada inicialmente é que segundo a abordagem ecológica, a informação a ser detectada está disponível no meio ambiente específico do animal que necessita dela. No trecho que segue o autor deixa clara a relação existente entre animal (organismo percebedor) e meio.

> *(...) animal and environment make an inseparable pair. Each term implies the other. No animal could exist without an environment surrounding it. (...) an environment implies an animal (or at last an organism to be surrounded). This means the face of the earth millions of year ago before life developed on it, was not environment, properly speaking.* (Gibson, 1979/1986, p. 08)[20]

Fora de um meio ambiente específico esse organismo reduz, ou até extingue, suas chances de sobrevivência, uma vez que não está preparado para um outro meio. A noção de "*médium*"[21] aponta, entre outros aspectos, para o "*mutualismo*" entre o organismo e o meio ambiente. Para Gibson o organismo tem mesmo relação de interdependência com o meio. É uma interdependência vital. O organismo percebe o meio porque assim, e só assim, consegue manter-se vivo. Podemos tomar como exemplo a situação de qualquer espécie de animal que é levada à extinção pela extinção anterior de seu meio ambiente.

---

[20](...) animal e meio ambiente formam um par inseparável. Cada termo de um implica no outro. Nenhum animal pode existir sem um meio que o circunde (...) um meio implica em um animal (ou em último caso em um organismo a ser circundado. Isto significa que a face da terra, há milhões de anos antes da vida se desenvolver sobre ela, não era um meio (environment) propriamente dito). Tradução nossa

[21] Meio.

unesp

As funções vitais estão intimamente ligadas aos sistemas perceptivos e toda a ação de um organismo inteligente em um dado meio-ambiente é orientada pela percepção. Gibson nos lembra que não vivemos no espaço, mas na terra, nesse "*médium*", portanto cercado por uma espécie de fluxo informacional formado por tudo o que nos cerca e é captado por nossos sistemas perceptuais. Assim, como já argumentamos, um determinado organismo está preparado para captar determinada informação e essa informação, por sua vez, está disponível no ambiente para tal organismo. De acordo com Gibson informação é a estrutura que especifica um ambiente para um animal, uma seta bidirecional com uma ponta para o meio ambiente e outra para o organismo que percebe. Assim, informação é detectada no ambiente e não precisa ser reconstituída pelo organismo.

Para o autor a noção de informação é estruturada a partir das noções de "informação-sobre" e "informação-para"; sendo a primeira, (informação-sobre), uma descrição da relação entre ambiente e a sua estrutura, e a segunda, (informação-para), a especificação da informação que diz respeito diretamente ao animal. Essas duas noções serão tratadas novamente no decorrer do capítulo 5, quando abordaremos a versão da teoria da aquisição de informação para o reconhecimento de padrões sonoros.

Como poderemos observar especificamente no capítulo 5, a teoria da percepção direta nos liberta do uso da noção de representação mental enquanto mediação para explicar as atividades inteligentes, como o reconhecimento de padrões sonoros, por exemplo. Há também uma mudança de conceitos e uma nova terminologia empregada. Aquilo que era entendido como recepção do estímulo precisa ser concebido por detecção do estímulo, uma vez que o agente executa a ação de detectar, captar a informação de acordo com as condições dadas pela relação entre seu sistema perceptual e o meio-ambiente em que vive.

O papel atribuído ao meio-ambiente, por Gibson, tem semelhanças e parece ser bem vindo à abordagem da teoria dos sistemas dinâmicos (TSD). Um dos elos que é possível notar entre as duas teorias é a semelhança na noção de *sistema* e a

unesp

importância dada ao meio-ambiente. Gibson entende percepção não como um fenômeno isolado de um meio, ou como a elaboração de um processamento de informação, ao contrário, ele a compreende como fruto de uma íntima e dinâmica relação entre o organismo e seu meio-ambiente. O autor ressalta que:

> *Perceiving is an achievement of the individual, not an appearance in the theater of his consciousness. It is a keeping-in-touch with the world, an experiencing of things rather than a having of experiences. It involves awareness-of instead of just awareness. It may be awareness of something in the environment or something in the observer or both at once, but there is no content of awareness independent of that of which one is aware*[22]. (Gibson, 1979/1986, p. 239)

Argumentamos então, que a teoria da percepção direta gibsoniana traz para o contexto da ciência cognitiva uma corroboração da proposta não representacionista. Essa proposta está presente na chamada abordagem ecológica, a qual apresenta-se como valiosa alternativa para o entendimento e descrição de atividades inteligentes nos modelos decorrentes de abordagens representacionistas. No capítulo 5 trataremos especificamente de descrever a teoria da aquisição de informações de Gibson (1966, 1979), como um exemplo de abordagem ecológica para descrever atividades inteligentes. Estaremos interessados em observar a atividade de reconhecimento de padrões sonoros enquanto uma tarefa considerada inteligente. A seguir apresentamos uma breve introdução à alguns conceitos da teoria dos sistemas dinâmicos conforme van Gelder (1998) os descreve.

---

[22] Perceber é uma conquista do indivíduo, não uma aparição no teatro de sua consciência. É um manter-em-contato com o mundo, um experimentar de coisas preferivelmente a ter experiências. Envolve consciência-de em vez de apenas consciência. Pode ser consciência de alguma coisa no ambiente ou alguma coisa no observador ou ambas simultaneamente, mas não há realização de consciência independente daquilo de que alguém está consciente. (tradução nossa)

unesp

2.3 Conceitos introdutórios da teoria dos sistemas dinâmicos para o estudo de atividades perceptivas

Corroborando a tese de Gibson em muitos aspectos, van Gelder (1998) apresenta uma hipótese dinâmica (HD) com alternativa à hipótese computacional tradicionalmente utilizada pela ciência cognitiva (IA e conexionismo) para a elaboração de modelos que busquem investigar e descrever atividades humanas consideradas inteligentes, entre elas, o reconhecimento de padrões sonoros. Apoiado na teoria dos sistemas dinâmicos, o autor investiga questões relativas à tarefas inteligentes sem utilizar a noção de representação mental. Assim entendemos que a teoria dos sistemas dinâmicos se encontra dentro da perspectiva da ciência cognitiva dinâmica.

Van Gelder (1998) parte da idéia central de que as atividades realizadas por seres humanos não podem ser comparadas ou modeladas por computadores porque ambos são tipos diferentes de sistemas. Os computadores digitais são sistemas computacionais, baseados em uma hipótese computacional, segundo o autor. E os seres humanos, conforme ainda argumenta van Gelder, tem características de sistemas dinâmicos. Fica clara a colocação da hipótese dinâmica (HD) como alternativa à hipótese computacional (HC), e dos sistemas dinâmicos como diferentes dos sistemas computacionais. Assim apresentamos a definição de sistema de van Gelder, com o objetivo de posteriormente descrever as características de sistemas dinâmicos e computacionais e atentar para suas diferenças e similaridades.

Para van Gelder (1998) a noção de sistema pode ser compreendida como:

> *(...) to be set of interdependent* ***variables****. A* ***variable*** *is simply some entity that can change, that is, be in different states at different times. Variables are* ***interdependent*** *when the way any one of them changes depends on the others, and change in*

unesp

> *others depends it. The* ***state*** *of the system is simply the state or value of all its variable at a time; the behavior of a system consists of transitions between states* (Van Gelder, 1998, p. 616)[23]

Nessa perspectiva o autor caracteriza dois diferentes tipos de sistemas. Os computadores digitais são sistemas cujo comportamento é algoritmicamente especificado e que trabalham com manipulação simbólica (van Gelder, 1998, p 617). Há uma caracterização, em quatro pontos, daquilo que o autor considera fundamental para um sistema ser classificado como digital, e esses pontos são: 1) para cada variável deve haver algum conjunto de valores discretos, 2) o tempo deve ter ordem discreta, pois o sistema digital irá ocupar estes espaços (pedaços) de tempo, 3) computação efetiva requer operações básicas que são determinadas por um algoritmo, e 4) há necessidade de uma semântica específica para a interpretação correta das variáveis. E aqui podemos ainda resgatar as características dos sistemas formais e sistemas de símbolos físicos (Newell and Simon, 1976) relatados no primeiro capítulo do presente estudo.

Um modelo de sistema dinâmico é proposto como alternativa ao modelo computacional digital, e embora ainda haja discussões sobre os limites entre os dois modelos, já fica claro que se pode distinguir alguns aspectos nessa análise. Uma dessas diferenças é apontada como o fato de que os sistemas dinâmicos têm variáveis numéricas e propriedades quantitativas de tempo e estado[24]. "(...) *there can be distances between any two overall states of the system such that the behavior of*

---

[23] *Sistemas são tidos como um conjunto de variáveis independentes. Uma variável é simplesmente uma entidade que pode mudar, ou seja, estar em diferentes estados em diferentes momentos. Variáveis são interdependentes quando a mudança de uma depende da mudança de outros e vice-versa. O estado de um sistema é simplesmente o estado ou valor de todas as suas variáveis com o tempo. O comportamento de um sistema consiste de transições entre estados.* (tradução nossa)

[24] Van Gelder (1998, p. 616) define estado de um sistema como *simplesmente o estado ou valor de todas as suas variáveis em um tempo; o comportamento de um sistema consiste de transições entre estados.* (tradução nossa).

unesp

the systems depends on these distances." (Van Gelder, 1998, p. 618)[25]. Van Gelder considera sistemas dinâmicos como sistemas quantitativos, e afirma que os sistemas quantitativos suportam uma perspectiva geométrica e possibilitam uma melhor defesa da hipótese dinâmica. Não iremos nos aprofundar em aspectos técnicos específicos, nossa intenção nesse momento é apresentar a teoria dos sistemas dinâmicos como uma das integrantes da CCD e também de observar como tal teoria apresenta sua proposta para descrever atividades inteligentes sem utilizar a noção de representação mental.

Como foi dito no início da seção 2.3, a hipótese dinâmica (HD) é apresentada como alternativa à hipótese computacional, adotada pelo cognitivismo clássico e pelo conexionismo. Assim o autor propõe também a HD como tendo duas grandes componentes, (van Gelder, p.619, 1998), (1) a hipótese natural (hn) e (2) a hipótese do conhecimento (hc). A hn trata da natureza cognitiva dos agentes e a hc afirma que a ciência cognitiva pode e deve ter uma forma dinâmica, quer dizer, contar com modelos e ferramentas dinâmicas que gerem uma perspectiva dinâmica. Assim o autor aponta alguns contrastes entre a abordagem dinâmica e a abordagem computacional. Na seqüência iremos discutir os tópicos que van Gelder desenvolve nas p.621 e 622 em seu artigo na revista *Behavior and Brain Sciences* n. 21, 1998 para considerar as diferenças entre as duas abordagens (dinâmica e computacional).

O primeiro tópico trata da relação mudança *versus* estado (*changes versus state*). O autor considera que estado e mudança são dois lados de uma mesma moeda, no entanto, há discordâncias sobre a prioridade e o foco dado aos estados ou às mudanças. Enquanto os dinamicistas estão inicialmente interessados em como as coisas mudam, os computacionistas focam primariamente o interesse nos estados. Para os dinamicistas os estados são o meio da mudança, enquanto que para os computacionistas a mudança é apenas o que produz um novo estado.

---

[25] *Deve haver distâncias entre quaisquer dois estados de um sistema, tal que o comportamento do sistema dependa dessas distâncias.* (tradução nossa)

unesp

O segundo tópico trata das diferenças entre concepção estrutural versus concepção geométrica (*geometry versus structure*). Os computacionistas conceituam os estados do sistema por suas estruturas internas (estrutura sintática interna). Os dinamicistas preferem entender os estados de forma geométrica, por suas posições, (o foco está na posição do estado).

O terceiro tópico diz respeito às estruturas no tempo (*structures in* time). Os computacionistas também trabalham com uma disposição de tempo estável, e com a cognição sendo transformações de estruturas estáticas. Em contraste, os dinamicistas usam o conceito de variáveis numéricas para pensar a cognição disposta temporalmente o que possibilita um tipo de descrição completamente diferente.

O quarto tópico van Gelder denomina *timing versus order*. O autor afirma que a teoria dos sistemas dinâmicos (TSD) está mais interessada em como os comportamentos acontecem, e não em o que é um determinado comportamento, como insistem os computacionistas. O quinto ponto diz respeito ao tipo de processamento, paralelo ou serial (*parallel versus serial*): (há também a diferença de opção entre processamento paralelo e serial). Os computacionistas adotam o modelo com processamento serial e localizado, enquanto os dinamicistas preferem pensar no processamento paralelo e distribuído. Aqui, no entanto há certa argumentação no sentido de afirmar que não há um paralelismo sem nenhum tipo de serialização, e que a diferença entre os dois tipos de processamento não é uma diferença que tenha grande importância.

Com o sexto tópico van Gelder propõe resolver questões de fluxo temporal e fluxo dos eventos percebidos no tempo, (*ongoing versus input/ output*). Segundo o autor, os computacionistas pensam em um sistema com *inputs* e *outputs*, onde depois de dada entrada (*input*), há o processamento que gera uma saída apropriada (*output*). Para os dinamicistas o processo é contínuo, não começa em lugar algum e termina lugar nenhum, de modo que não pode se ter de forma clara

unesp

definida e unitária o que é e até onde vai a entrada (*input*), processamento e saída (*output*).

O sétimo tópico trata da concepção da noção de interação entre percebedor (agente dinâmico) e seu meio ambiente. Os computacionistas entendem interação como posicionamento de estados, o sistema interage modificando seus estados internos. De acordo com a hipótese computacionistas ocorre interação quando há modificação de um determinado estado interno por um estímulo externo ou mesmo interno, não se afeta a maneira do sistema funcionar. A TSD oferece a alternativa de uma interação propriamente dita. Um sistema afeta o outro: "*interaction can be a matter of parameters influencing the shape of change.*" (Van Gelder, 1998, p. 622). Em função da continuidade entre *inputs* e *outputs* os dois sistemas se modificam simultaneamente.

Em seu último tópico: "*Representationalism and antirepresentationism*"[26], van Gelder deixa claro que os computacionistas tratam a representação de maneira simbólica e isso acarreta muitos problemas, como mostramos, por exemplo, no primeiro capítulo com a descrição das *dores de cabeça representacionistas* de Haselager (em preparação). Os teóricos que optam pela teoria dos sistemas dinâmicos podem abrir mão de trabalhar com representações em suas modelagens, não herdando assim os problemas da concepção representacionista.

Pode-se ainda observar diferenças entre o que van Gelder (1998) define como sistema dinâmico e o que Newell e Simon (1976) e Haugeland (1996). Retomemos a descrição deste último autor já apresentada no capítulo 1[27]. Segundo Haugeland (1996) os sistemas formais que manifestam algum tipo de comportamento inteligente possuem três características essenciais: 1) são sistemas de manipulação de sinais; 2) são digitais e 3) são independentes do meio. Especialmente os dois últimos aspectos se apresentam como muito contrastantes com aspectos dos sistemas dinâmicos como descritos nos parágrafos anteriores.

---

[26] Representacionismo e não-representacionismo (tradução nossa)

unesp

Aí está um panorama do que é a hipótese dinâmica da maneira que van Gelder a propõe (1998), nos próximos parágrafos vamos abordar alguns conceito fundamentais da teoria da cognição corporificada e situada [28], como proposta por Haselager (em preparação), e vamos buscar estabelecer relações entre tais noções e noções fundamentais para o estudo da percepção humana.

2.4 Conceitos introdutórios da teoria da cognição corporificada e situada para o estudo da percepção

Partindo do pressuposto de que todos os sistemas cognitivos são corporificados, e de que o corpo é essencial para a manifestação da mente, Haselager (em preparação) apresenta a idéia do conhecimento como embutido no corpo, assim como o comportamento está situado no mundo. Isso enfatiza a noção de interação com o meio, uma vez que uma determinada situação aumenta a possibilidade de uma ação e restringe a possibilidade de outras[29]. Essa importância dada ao meio aproxima a teoria do conhecimento situada e incorporada (ou corporificada) da teoria da percepção direta de Gibson (1966) e a teoria dos sistemas dinâmicos (van Gelder, 1998). A idéia básica centra-se em que o conhecimento não se encontra sendo processado no cérebro, mas que está na relação do agente com o meio, está situado no mundo e corporificado no organismo. Essa relação tem características de mutualismo, onde um influi na percepção e ação do outro.

---

[27] Ver p. **XX** no capítulo 1.
[28] *Embodied embedded cognition*. No original.
[29] Haselager aponta aqui a semelhança com a noção de *affordance* da teoria da percepção direta de Gibson (1986).

unesp

As noções de *embodiment* e *embeddedness*[30] segundo Haselager (em preparação), implicam em uma diferenciação na natureza das tarefas consideradas como cognitivas. A primeira tarefa cognitiva, nessa concepção, não está focada na resolução de problemas por processamento interno de informação, mas antes está focada na interação do agente com o meio.

> *The concepts of ECC! indicates ways of finding out how this search for external information and for externalizing information processing takes place. (...).Specifically Dynamical Systems Theory (TSD) provides the means to apply these concepts to empirical research (...).* (Haselager, 2000, p 18).[31]

Como observamos até agora, a noção de percepção advinda da teoria da cognição corporificada e situada parece ser essencialmente semelhante à teoria gibsoniana quanto à da teoria dos sistemas dinâmicos. Pode dispensar o conceito de representação mental uma vez que se dá a devida importância para o meio ambiente e que se possa focar a explicação dos processos perceptivos na relação entre agente e meio-ambiente. Haselager também deixa claro que nossas ações são orientadas por nossa percepção, e vice versa. Nossos atos são sempre atos *no* mundo, e estamos *no* mundo porque nos percebemos estando no mundo.

Até aqui tratamos basicamente de descrever as teorias dos três autores mencionados na introdução dessa seção. Pode-se observar, por certo, muito em comum entre as teorias de Gibson, a hipótese dinâmica apresentada por van Gelder, e a teoria da cognição incorporada e situada como apresentada por Haselager. Nossa intenção nessa seção é descrever alguns paralelos entre essas três teorias que como afirmamos no início, têm contribuído para fortalecer o paradigma não-representacionista da CCD. Este paradigma traz consigo uma nova forma para entendimento da atividade perceptiva. Nessa nova visão sobre a percepção o

---

[30] Corporificado e situado. (tradução nossa).

[31] Os conceitos da *EEC!* indicam caminhos para descobrirmos como esta busca por informação externa e por "externalizar informação processada" tem lugar. (...) Especificamente a teoria dos

unesp

organismo encontra-se preparado para detectar um tipo específico de informação devido à constante e dinâmica interação com o meio ambiente.

A noção de interação ganha outra perspectiva com o advento da CCD. O agente cognitivo não é proposto como absoluto e/ou independente do meio, ao contrário, ele está submetido à influência e a uma dependência vital do meio no o qual vive e age. Se o percebedor não é o controlador absoluto do processo perceptivo, e se o meio ambiente também não é, então parece que encontramos aqui um processo com indícios de auto-organização[32], onde esses dois elementos distintos de um mesmo sistema, (agentes cognitivos e meio-ambiente), interagem sem que haja a presença de um controle ou controlador central. De maneira geral as três concepções parecem se aproximar da teoria da auto-organização para descrever mecanismos envolvidos nas atividades perceptivas, mais especificamente na tarefa de reconhecimento de padrões. Gibson fala especificamente de *self-tuning*[33].

A abordagem ecológica de Gibson (1966 e 1979) nos provém com a teoria da aquisição de informação[34]. Ela permite eliminar a intermediação da representação mental para a atividade perceptiva, ao mesmo tempo em que dá grande importância ao meio como parte, e também agente, de um sistema (percebedor/meio) que se desenvolve mutualisticamente. Tal teoria permite também entender o percebedor como ativo, detectando informações disponíveis no meio. Corroborando, observamos a teoria dos sistemas dinâmicos, como apresentada por van Gelder (1998), enfatizando a noção do agente cognitivo como dinâmico tratado com modelos ferramentais dinâmicos. Van Gelder propõe entender o percebedor como agente cognitivo dinâmico que não necessita construir representações mentais para mediar a percepção, o que guarda muita proximidade com a noção de percebedor presente na teoria da aquisição de informação (*information pickup*) de Gibson (1966

---

sistemas dinâmicos (TSD) provém recursos para aplicar esses conceitos em pesquisas empíricas. (tradução nossa)

[32] Concebemos auto-organizaçào segundo Debrun (1994)

[33] auto-sintonia, auto-afinação (tradução nossa)

[34] A teoria do *information pickup* (aquisição de informação) será detalhada na seção 4.1

unesp

e 1979). Também Haselager (em preparação), com a noção de conhecimento incorporado e situado e com o grande valor à relação meio-ambiente e agente cognitivo consegue tornar desnecessária a utilização da noção de representação interna/mental para a descrição de diversas atividades inteligentes.

Em resumo, entre as muitas semelhanças que podem ser encontradas entre as três propostas, podemos especificar as seguintes: 1) o abandono da noção de representação mental quando não é estritamente necessária, 2) a conseqüente opção por uma noção de percepção direta, 3) a importância essencial dada ao meio ambiente onde o agente está localizado, e 4) a valorização da noção de interação entre meio e percebedor.

Podemos observar nos capítulos 1 e 2, de forma abrangente, como a ciência cognitiva (através de suas três grandes vertentes) vem desenvolvendo diferentes explicações e descrições de atividades consideradas inteligentes. Em princípio a IA tinha como proposta entender a mente como um processador central e serial de informação operando com um tipo de representação simbólica. Posteriormente as críticas à versão cognitivista clássica aplicada pela IA tomaram dois caminhos (segundo Varela, Thompson e Rosch, 1991/2001) um propondo um tipo de processamento não simbólico, e outro propondo a adequação da noção de representação interna/mental. Assim tivemos respectivamente uma vertente conexionista, que apresentamos no capítulo 1, e uma vertente que estamos denominando de ciência cognitiva dinâmica apresentada no presente capítulo. No que diz respeito ao conexionismo, notamos que para o estudo das atividades perceptivas (principalmente para a descrição do reconhecimento de padrões) é muito valiosa a propriedade de memória por distribuída, também denominada memória por inferência. Tal propriedade só tem condições de existir porque a arquitetura conexionista apresenta a noção de representação distribuída. Porém, ainda com todas as suas vantagens, o conexionismo não consegue abandonar o conceito de

unesp

representação mental. Nesse sentido, Haselager propõe que a ciência cognitiva está como que dependente da noção de representação mental e que tal dependência traz certas "dores de cabeça" que podem ser evitadas se trabalharmos com hipóteses não-representacionistas.

Se um dos objetivos da ciência cognitiva for modelar e descrever as atividades inteligentes como o reconhecimento de padrões, por exemplo, a utilização da noção de representação mental/interna compromete tal descrição. E tal comprometimento deve continuar enquanto não se resolverem os problemas apontados principalmente na seção 1.4, do capítulo anterior. Como alternativa ao paradigma representacionista expresso tanto pelo cognitivismo clássico como pelo conexionismo, a ciência cognitiva dinâmica vem ultimamente trazendo sua contribuição no sentido de dar maior importância para o meio-ambiente e para a relação entre agente e meio, do que para o processamento interno. Essa tendência tem conquistado um crescente número de cientistas cognitivos, segundo Haselager, e tem tido contribuições relevantes a fazer ao estudo das atividades inteligentes.

Ao analisarmos a questão da percepção humana, nosso foco central será a percepção auditiva. Dessa forma, no capítulo seguinte apresentamos aspectos que consideramos fundamentais e preliminares para a posterior apresentação e análise de teorias sobre reconhecimento de padrões sonoros.

unesp

3. NOÇÕES PRELIMINARES SOBRE O RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS

3.1 Apresentação

Uma vez que já foram apresentadas teorias relativas às três vertentes da ciência cognitiva para o estudo e descrição de atividades inteligentes, cabe agora iniciar uma segunda etapa do presente estudo. Essa etapa compreende os capítulos 3 4 e 5, e trata especificamente de descrever algumas noções que consideramos fundamentais e preliminares para a posterior apresentação e entendimento das teorias sobre o reconhecimento de padrões sonoros, enquanto exemplo de atividade inteligente.

Iniciamos esse capítulo descrevendo na seção 3.2 a estrutura fisiológica básica do ouvido humano. Iremos apresentar uma descrição geral e de certa forma detalhada do funcionamento do ouvido externo, médio e interno. E na seção posterior abordaremos as noções de memória e aprendizagem de acordo com as diferentes vertentes da ciência cognitiva para a explicação do reconhecimento de padrões.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

3.2 Aspectos da fisiologia auditiva humana

O ouvido humano pode ser descrito como um órgão preparado para detectar um tipo bem específico de informação em um ambiente igualmente específico. Ele percebe sons apenas na faixa de freqüência aproximadamente entre 20 e 20.000 Hertz, e precisa que ondas de pressão atmosférica acima de um certo limiar de intensidade estejam presentes. Tradicionalmente a fisiologia[35] vem descrevendo o ouvido humano como sendo constituído por mecanismos muito engenhosos, possuindo três diferentes unidades (etapas) interligadas de transmissão, transdução e classificação de informação.

Iniciamos com uma classificação anatômico-funcional tradicional do ouvido em 3 partes: 1) o ouvido externo, formado pelo pavilhão auditivo, canal auditivo e pela membrana timpânica (MT); 2) o ouvido médio formado pelo sistema ossicular, onde as unidades são chamadas de martelo, bigorna e estribo; e 3) o ouvido interno que é formado pela cóclea e nervo auditivo. Na cóclea ocorre a transdução do sinal - de mecânico para elétrico - e os impulsos nervosos seguem pelo feixe de nervos até o córtex auditivo.

A fisiologia tradicional denomina de mecanismos auditivos centrais todo o trecho que o estímulo transduzido percorre no sistema nervoso. Na perspectiva da fisiologia tradicional há uma distinção feita entre sistema periférico e sistema central da audição. O sistema periférico é formado pelo ouvido (externo, médio e interno), enquanto o sistema central é formado pelas vias auditivas centrais e cérebro. Essas vias têm regiões descritas quanto à sua anatomia (topográfica) e sua função, porém muito das funções de áreas específicas da porção pós-coclear do sistema auditivo é ainda bem desconhecido.

unesp

Na seqüência relatamos o funcionamento básico do sistema auditivo humano. Primeiramente abordaremos o ouvido até o nível de descrição das células ciliadas e seu papel no mecanismo de transdução e, posteriormente trataremos das funções atribuídas aos denominados mecanismos centrais da audição.

Cada uma das três vertentes da ciência cognitiva, já descritas no capítulo anterior, dá importância diferente e considera aspectos com relação ao estudo da fisiologia auditiva humana. As vertentes que desenvolvem abordagens representacionistas e computacionistas tendem a descrever o ouvido como um órgão de sentido, com todas as características advindas dessa descrição.

Para as teorias da percepção que trabalham com a hipótese do processamento de informação[36] (como as apresentadas no capítulo 4), as quais são representacionistas e computacionistas, o ouvido é passivo. Recebe o estímulo e o codifica para então enviar sinais que serão processados pelo sistema nervoso central. Para teorias não-representacionistas e não computacionistas, como as que serão apresentadas no capítulo 5, o ouvido não é visto como um órgão do sentido, mas como parte de um sistema perceptual conforme aponta Gibson (1966), e nesse sentido não é descrito como passivo, mas é concebido como um sistema que considera os dois ouvidos localizados em lados opostos da cabeça e o pescoço que, movimentando a cabeça, direciona os ouvidos. É importante considerar o sistema ouvidos/cabeça e o corpo em movimento, para que entendamos a mobilidade do sistema auditivo, para conseqüentemente, classificá-lo como ativo.

---

[35] Estamos referindo aos dados encontrados com base em: Guynton & Hall (1996); Mountcastele (1974); Selkurt (1976) e Ganong (1995).

[36] A inteligência artificial (IA) e o conexionismo trabalham com a hipótese de que o processamento de informações é o responsável pela atividade perceptiva. A ciência cognitiva dinâmica vem buscando novos paradigmas que são não-representacionista e não-computacional, e portanto dão menos importância ao processamento interno, e mais importância para a relação entre percebedor e meio ambiente.

unesp

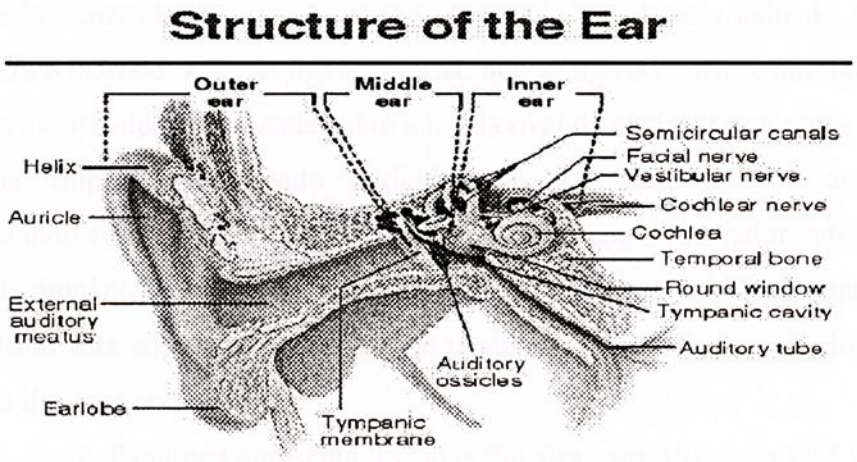


Figura 3.1. – A estrutura do ouvido

O ouvido externo é formado pelo pavilhão auditivo que está estrategicamente colocado de tal forma a encontrar ondas de pressão atmosférica com freqüência e amplitudes específicas e encaminhá-las ao canal auditivo onde poderão gerar a vibrações específicas na membrana timpânica (MT). O pavilhão auditivo tem basicamente a função de encaminhar bem o estímulo para que ative, da melhor maneira possível, a membrana timpânica.

Esta por sua vez, encontra-se no final do canal auditivo, e é composta por um tecido elástico e poroso e vibra analogicamente com o estímulo. Ou seja, se recebemos um estímulo com freqüência igual a 400 Hz, nossa membrana timpânica vibrará também a 400 Hz. Sob a ação do músculo tensor do tímpano ela se mantém tensa para melhor detecção de determinado estímulo. O sistema, desde o pavilhão auditivo, já está de certa forma preparado para privilegiar determinada informação em detrimento de outras. O desenho do pavilhão propicia um melhor encaminhamento de determinada faixa de freqüência, assim como diferentes outras funções relativas à etapa de detecção do estímulo no meio. O trabalho da membrana timpânica é vibrar de acordo com a freqüência e amplitude da vibração encaminhada pelo canal auditivo.

O ouvido médio – OM – (figura 3.2), é formado pelo sistema ossicular (SO) e esse é composto por três ossículos articulados entre si e

denominados: martelo, bigorna e estribo. Acoplado à MT pelo lado de dentro do ouvido está o martelo, a ele se liga a bigorna, que se liga ao estribo, que por sua vez tem a outra extremidade colocada sobre a janela oval da cóclea. O músculo tensor da membrana timpânica, mantendo a rigidez da MT, puxa o cabo do martelo movimentando então o SO. O ouvido médio colocado como mediador entre cóclea e membrana timpânica vibra através do contato do martelo com a MT movimenta-se e, como estribo está sobre a janela oval, ele também a movimenta, gerando então as ondas nos líquidos cocleares.

A fisiologia apresenta algumas funções específicas do OM tais como encaminhar o estímulo ao ouvido interno vibrando analogamente a membrana timpânica. Ao passar pelo OM, o sinal vindo da MT, passa por uma espécie de filtro passa-alta[37] (*hi-pass*), assim há uma equalização na impedância do sinal[38].

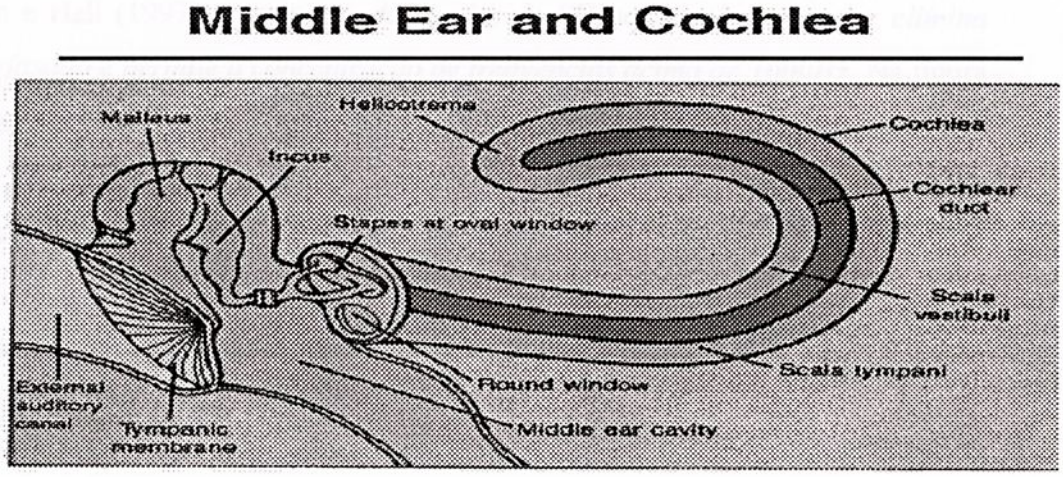


Figura 3.2 – Ouvido médio e cóclea desenrolada

A fisiologia tradicional, bem como a psicologia e psicofísica tradicionais não dão ao OM nenhum destaque à sua atividade de seleção e adequação

[37] Filtro passa alta é o nome dado à um tipo específico de filtro que permite apenas a passagem de freqüências altas, ou melhor dizendo, mais altas que. No caso do ouvido médio são privilegiadas as freqüências acima de 1.000 Hz.

[38] Equalização de impedância do sinal é a atividade de tornar igual (equalizar), dentro de certos parâmetros a impedância (parâmetro que mede a intensidade de sinais eletromagnéticos) de determinado sinal de elétrico ou eletromagnético.

do sinal. Argumentamos que a função do ouvido médio pode ser vista como ativa e não passiva. Em outras palavras, há no ouvido médio uma espécie de função filtro passa-alta (*hi-pass*).

Podemos observar também uma função de equalização da impedância do sinal[39] de entrada exercida pelo SO. O músculo tensor do tímpano traciona o cabo do martelo para dentro enquanto o músculo estapédico traciona o estribo para fora. Isso causa aumento (momentâneo) da rigidez do sistema ossicular (SO), reduzindo em cerca de trinta a quarenta decibéis a intensidade do sinal; reduz também a qualidade da transmissão de sons de baixa freqüência (abaixo de 1000 Hz). Essa atividade de aumento da rigidez do SO por tração muscular, além da função de resguardar a cóclea de lesões que poderiam ser causados por excesso de intensidade, mascara freqüências muito graves em ambientes de muito ruído. Como afirmam Guynton e Hall (1997): *o aumento da rigidez do SO por tração muscular elimina ruído defasado e permite a concentração de freqüências acima de 1000Hz*. Na figura 3.2 podemos observar o ouvido médio e a cóclea como se fosse desenrolada.

Essa propriedade de aumento de rigidez do sistema ossicular é um dado bastante interessante e parece se contrapor à psicologia e psicofísica tradicionais por se observar que o ouvido já inicia seu processo de seleção de informação desde suas partes mais externas (ouvido externo e médio). Em outras palavras o sistema se auto-ajusta para ressoar de acordo com um tipo específico de padrão de vibração que deve ser encontrado no meio ambiente. A classificação da informação sonora pode então ser vista como uma operação de todo o órgão, e não característica apenas da operação realizada por essa espécie de filtros passa-alta do OM. Desde o pavilhão auditivo já há preparação e intenção de buscar um tipo específico de informação num tipo específico de meio. O sistema ossicular parece então realizar uma espécie de filtragem de freqüências abaixo de 1.000 Hz, para que

[39] Ajuste das intensidades das freqüências do espectro harmônico envolvido.

unesp

esse grande espectro de harmônicos[40] não atrapalhe a chegada de uma faixa considerada mais importante.

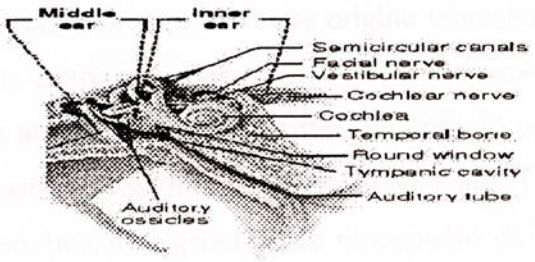


Figura – 3.3 – Detalhe do ouvido médio e ouvido interno

A cóclea é o ouvido interno e na atividade de perceber sons ela é responsável pela transdução da vibração que se originou com a MT vibrando com a onda sonora no meio. Fica localizada em uma parte inacessível do crânio, totalmente revestida por osso. Ela é basicamente um conjunto de três tubos sendo que cada tubo contém um tipo de líquido com composição iônica diferente. Esses tubos estão dispostos em forma de espiral com cerca de três voltas, e são denominados: *escala vestibular* que contém perilinfa, rica em potássio e pobre em sódio; *escala média* que contém endolinfa, rica em sódio e pobre em potássio; e *escala timpânica* que contém perilinfa. A escala vestibular está separada apenas por uma fina membrana (membrana de Reissner) da escala média, o que permite considerá-las como única para fins hidromecânicos, no entanto, essa membrana é suficiente para manter a diferença de potencial iônico entre os dois líquidos. Pode se pensar então, para os fins hidromecânicos, em apenas duas escalas, sendo uma a vestibular/média e a outra a timpânica (Perdigão 2000). Separando as escalas vestibular/média e timpânica está uma estrutura chamada de partição coclear, onde estão localizados a membrana basilar e o órgão de Corti (onde estão localizadas as células ciliadas). Essas duas

[40] Entendemos por harmônicos – parciais harmônicos da série harmônica. Todo som com uma altura definida tem uma freqüência resultante, que é a freqüência principal. Um som com freqüência de 440 Hz pode ser descrito como sendo composto por parciais harmônicos, pois possui um espectro

escalas encontram-se no ponto extremo da cóclea, por uma abertura chamada helicotrema, as quais podem ser observadas na figura três.

A cóclea, como dissemos acima, é o local onde é realizada a transdução da energia mecânica (variação de pressão que origina vibração mecânica nas moléculas do ar), em energia elétrica (pulsos elétricos) que por sua vez serão encaminhados às vias centrais da audição indo até o córtex auditivo. O processo de transdução pode ser descrito a partir do movimento (tipo puxa-empurra) do estribo na janela oval da cóclea. Esse movimento é gerado pelo movimento da membrana timpânica que ativa o sistema de ossículos, cujo último é o estribo. Quando a janela oval é acionada pelo estribo ela produz variações de pressão no fluído coclear que, através da escala vestibular, atravessa o helicotrema e causa uma vibração simétrica na janela redonda. A existência da onda de pressão gera um gradiente de pressões que coloca a partição coclear em movimento, esse movimento propaga-se ao longo da cóclea, porém com velocidade mais lenta do que o primeiro movimento. O movimento da partição coclear faz com que os cílios das células ciliadas sejam defletidos produzindo então uma variação de tensão através da membrana dessas células. Essa variação de tensão produz, por sua vez, os disparos nas fibras dos nervos cocleares, que seguem pelo nervo auditivo. São as características físicas da partição coclear que ditam as propriedades da onda de gradiente de pressão que se propaga ao longo da cóclea. A ação das ondas provocadas pelo movimento dos fluídos movimenta partes diferentes da membrana basilar (MB) de acordo com a freqüência Na figura 3.4 mostramos a MB esticada e as localizações das respostas a freqüências em sua extensão.

---

harmônico, um corpo de parciais harmônicos que em sua totalidade geram aquela freqüência que se denomina 440 Hz.

unesp

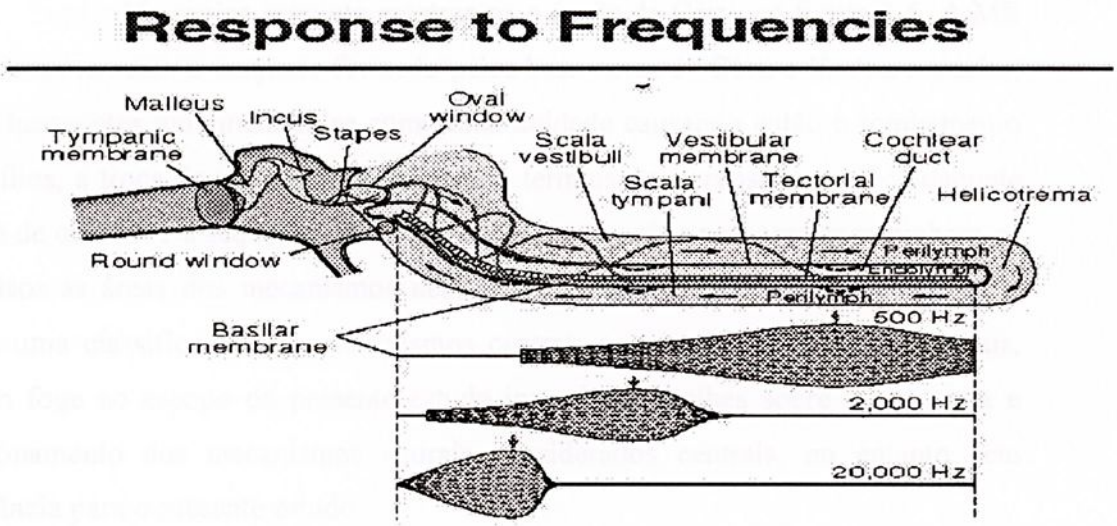


Figura – 3.4 – Cóclea esticada. Diferentes tamanhos de ondas sobre a membrana basilar (MB).

Na membrana basilar encontram-se as chamadas fibras basilares, formando um mapa de localização do tipo posição-freqüência que se denomina tonotopia. As freqüências mais altas movimentam fibras basilares do começo da membrana, pois essas ondas se extinguem mais perto da base onde estão as fibras mais rígidas e menores. As freqüências mais baixas geram ondas que ativam fibras basilares mais afrouxadas e mais longas, posicionadas no final da MB. (ver figura 3.4). Sobre o conjunto das fibras basilares está localizado o órgão de Córti, que abriga as células ciliadas (internas e externas). O movimento gerado no interior do órgão de Córti é conhecido por vibração micromecânica, assim como a vibração das partes da partição coclear, MB e órgão de Córti, é conhecida por macromecânica. Na medida em que uma fibra basilar vibra, os cílios de determinadas células se deitam e propiciam a geração de um pulso elétrico com cerca de 80 mV, em função da troca de íons dada pela diferença de potencial entre sódio e potássio, entre a perilinfa e endolinfa (líquidos intra-cocleares). Essas células ciliadas realizam sinapses com as terminações do nervo coclear. Cerca de noventa a noventa e cinco por cento das terminações nervosas estão sobre as células ciliadas, de acordo com observações apresentadas por Perdigão (2000) e Guynton e Hall (1997)

unesp

Na página seguinte mostramos o órgão de Córti, na figura 3.5. A MB vibra e movimenta o conjunto formado pelos bastonetes de Córti e lâmina reticular, esses bastonetes movimentam-se como uma unidade causando então o tombamento dos cílios, a troca de íons e o disparo para a terminação nervosa específica daquele grupo de células. Na seqüência esses feixes de terminações nervosas encaminham os impulsos às áreas dos mecanismos neurais chamados de centrais da audição. Há ainda uma classificação dos mecanismos centrais por áreas anatômico-funcionais, porém foge ao escopo do presente estudo investigar detalhes sobre a anatomia e funcionamento dos mecanismos neurais considerados centrais, no entanto sem relevância para o presente estudo.

É importante observar que quando ouvimos, estamos ouvindo continuamente, não ouvimos em bloco, ou discretamente, mas ouvimos um fluxo sonoro contínuo com eventos sonoros constante e initerrupto gerando variações. Então parece que podemos pensar que nunca estamos em uma situação em que ouvimos unicamente uma freqüência absoluta com uma única altura definida[41]. Se ouvimos constantemente, não podemos considerar as respostas das fibras basilares às freqüências detectadas pelo ouvido como individuais, ou correspondendo a estados unitários. Como se quando se ouvisse um piano tocando uma única nota lá (440 Hz[42]), vibrasse a fibra basilar correspondente à freqüência com 440 Hz. De fato, parece que há constantemente um grande número de fibras basilares vibrando de acordo (em sintonia) com as vibrações mecânicas do meio-ambiente. Poderíamos pensar então na existência de padrões de vibração no conjunto das fibras basilares que se alteram continuamente (de acordo com as alterações detectadas no meio pelo percebedor).

---

[41] No terceiro capítulo apresentaremos com mais propriedade esse argumento, o qual especifica que não ouvimos nunca sons com uma única altura, ouvimos sempre uma mistura altamente complexa, descritas pela abordagem ecológica como padrões de *alta ordem*, na perspectiva apresentada por Gibson (1979/1986).

[42] Hz é a unidade para medir freqüência de onda. Cada nota de uma escala de tons possui uma freqüência específica. E essa freqüência pode ser medida em Hertz (Hz) que mede quantos ciclos ocorrem por segundo.

unesp

Desta forma podemos entender que as fibras basilares não vibram uma a uma de acordo com as alturas absolutas (fixas) que estão recebendo, mas vibram em grupos e em constante variação. Essa constante variação pode ser observada como uma espécie de ressonância à constante variação existente no meio. Aqui também é o momento onde se forma, segundo McAdams (1993) e Bregman (1993)[43], o primeiro esboço da representação que será construída no decorrer do feixe do nervo auditivo e no córtex cerebral. Consideramos, no entanto difícil pensar em uma representação como unidade. O que parece ocorrer é que os disparos ocorridos nas células abaixo das fibras basilares, são resultados do padrão de mudança entre vários momentos, e não amostras de estados em vários momentos.

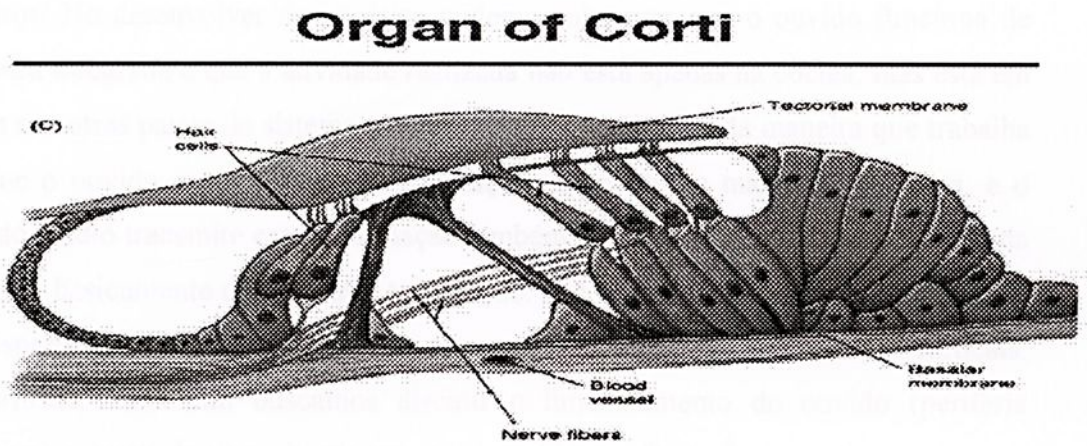


Figura – 3.5 – órgão de Córti

Como dissemos no início desta seção, muitas das funções específicas dos mecanismos ditos centrais para a audição permanecem desconhecidos. A fisiologia apresenta uma descrição, até certo ponto detalhada, do caminho que percorre um conjunto de descargas elétricas proveniente da transdução ocorrida na cóclea, mais especificamente nas células ciliadas. Goldstein (1978) considera como periferia auditiva todo o trajeto que segue do ouvido, passa através do ramo coclear

[43] No capítulo seguinte apresentaremos as teorias de Bregman sobre análise da cena auditiva, e de McAdams sobre o reconhecimento de fontes e eventos sonoros.

do oitavo par de nervos, onde se acredita haver codificação por padrões espaço-temporais de descargas, até o chamado sistema eferente olivococlear. Esse oitavo par de nervos serviria como uma passagem entre a periferia auditiva e as áreas auditivas do córtex cerebral. Sua função ainda não é claramente conhecida. A fisiologia tradicional relaciona o oitavo par com funções de codificação do estímulo, mas de maneira geral não consegue detalhar como ocorre essa suposta atividade de codificação e posterior decodificação e associação.

Em resumo, apresentamos nessa seção alguns aspectos da fisiologia da audição com ênfase na descrição da periferia auditiva. Consideramos que tal conteúdo é fundamental para entendermos a atividade perceptiva auditiva como um todo, bem como para subsidiar a discussão sobre reconhecimento de padrões sonoros. No desenvolver da temática pudemos observar que o ouvido funciona de maneira integrada e que a atividade realizada não está apenas na cóclea, mas está em todas as outras partes do sistema. A cóclea só pode trabalhar da maneira que trabalha porque o ouvido externo capta a informação que capta da maneira que capta; e o ouvido médio transmite essa informação também de maneira específica. A função da cóclea é basicamente de realizar a transdução. Daí para frente seguem-se os padrões de disparos nas diferentes populações neuronais nos diferentes estágios pré-corticais, e corticais.[44] Por fim buscamos discutir o funcionamento do ouvido (periferia auditiva) a partir de uma abordagem que considere o fluxo dos eventos sonoros no mundo. Na próxima seção apresentaremos algumas considerações a respeito das noções de memória e aprendizagem presentes na explicação dada pelas três vertentes da ciência cognitiva para o reconhecimento de padrões.

3.3 As noções de memória e aprendizagem utilizadas na explicação do reconhecimento de padrões sonoros

unesp

Podemos observar com o decorrer do estudo que na ciência cognitiva cada uma das vertentes, (IA, conexionismo e CCD) possui compreensão diferente acerca do reconhecimento de padrões sonoros, o que de certa forma acarreta diferenças também no emprego de conceitos que explicam outras atividades envolvidas com o reconhecimento de padrões, como as noções de memória e aprendizagem. Nossa intenção nessa seção é mostrar como cada uma das vertentes da ciência cognitiva utiliza tais noções para descrever a tarefa de reconhecimento de padrões sonoros.

A utilização de uma noção específica de memória pode acarretar várias conseqüências à construção total das teorias que se propõem a explicar a atividade de reconhecimento de padrões sonoros. Algumas dessas conseqüências de utilizar determinadas noções de memória e aprendizagem serão descritas a seguir nas três vertentes (IA, conexionismo e CCD).

Na perspectiva do cognitivismo clássico proposto pela IA, e de acordo com os princípios dos sistemas de símbolos físicos[45] descritos no capítulo 1, reconhecer padrões requer um tipo de processamento de informação realizado pela mente: ela recebe um *input*, o codifica em uma representação simbólica adequada e depois o compara com padrões simbólicos já existentes em seu banco de dados. Observamos que reconhecer um padrão implica em uma atividade de comparação de algo que foi recebido com algo que se encontra armazenado na memória. Assim, os modelos da IA propõem que uma máquina devidamente programada e preparada com uma memória de armazenagem suficientemente suprida pode realizar a tarefa de reconhecer padrões sonoros.

A atividade de reconhecimento de padrões dessa maneira requer que se entenda memória como uma espécie de arquivo, onde ficam armazenados os

[44] Não abordamos aqui os aspectos referentes às atividades da porção central do sistema auditivo, uma vez que se faz necessário um espaço mais adequado para a questão.
[45] Physical symbol systems

unesp

padrões (símbolos ou estruturas simbólicas) que serão comparados com os dados advindos das sensações. O estímulo recebido das sensações, dentro do paradigma lógico computacional da IA é aquilo que entra pelos órgãos do sentido. Os padrões simbólicos aos quais as sensações serão comparadas são descritos como representações internas/mentais e encontram-se instalados na memória sendo resgatados sempre que necessário.

O entendimento do reconhecimento como comparação requer o uso de memória como local de estocagem de informação disposta na forma de representações internas/mentais. Embora grande parte da neurociência ainda trabalhe com perspectivas localizacionistas[46], pouco se tem conseguido no sentido de localizar e determinar conclusivamente e exatamente onde estão armazenadas, de que são constituídas, ou mesmo como são operacionalizadas tais representações mentais. Mesmo assim a memória como armazenadora é imprescindível para que a IA construa seus modelos para descrever o reconhecimento de padrões.

A partir do entendimento de reconhecimento de padrões como comparação entre o *input* sensorial e a representação armazenada na memória, a proposta da IA é que se entenda aprendizagem como construção de uma representação interna adequada e eficiente para a próxima comparação (reconhecimento), e também como as próprias atividades de comparação e associação realizadas adequadamente (envolvendo codificação e endereçamento), e ainda em tempo suficiente (envolvendo melhor caminho para transmitir informação).

Nesse sentido há vários modelos de reconhecedores de padrões sonoros baseados em processo de detecção, codificação, classificação e comparação. Porém, de qualquer forma, parece que não tem se encontrado no paradigma cognitivista clássico uma argumentação forte o suficiente para que não se questione mais a noção de representação mental para descrever e explicar o reconhecimento de padrões sonoros por seres humanos.

unesp

Se a IA descreve a tarefa de reconhecimento de padrões como uma atividade de comparação entre o *input* sensorial, e uma representação mental armazenada na memória, a vertente conexionista não apresenta novidades nesse sentido. Ou seja, para os conexionistas a atividade de reconhecimento de padrões continua sendo uma atividade de comparação. Porém o conceito de representação sofre modificações relevantes na vertente conexionista, como já apresentamos no capítulo 2 do presente estudo.

Para Hinton, McClelland e Rumelhart (1986/1994) as noções de memória como inferência e de aprendizagem, relacionadas a conceitos como generalização, e criação de novos conceitos, são propriedades que advém dos modelos conexionistas com processamento paralelo e distribuído. As representações internas, que não são representações simbólicas como na IA, são propostas como distribuídas em padrões de ativação, como podemos observar na citação abaixo:

> *Cada entidad se representa mediante un patrón de actividad distribuido sobre muchos elementos de cómputo, y cada uno de estos elementos interviene en la representación de muchas entidades distintas.* (Hinton, McClelland e Rumelhart, 1986/1994, p 278)[47]

Conforme argumentamos na seção 2.3 a noção conexionista de memória por inferência parece ser mesmo muito mais eficiente do que noção da IA de memória localizada, onde um padrão de entrada (*input* sensorial) deve buscar o endereço de uma representação armazenada. No caso da representação distribuída o fato de que as modificações dos padrões dependem de ajustes nos pesos das conexões, ou mesmo nas próprias conexões, gera grande eficácia em tais modelos para o reconhecimento de padrões, mesmo quando o padrão não está completo.

---

[46] Em neurofisiologia localizacionistas se referem a aqueles que entendem que um comportamento específico ativa regiões específicas em localizações específicas no cérebro.

[47] Cada entidade se representa mediante um padrão de ativação distribuído sobre os muitos elementos dos dados computados, e cada um desses elementos intervém na representação de muitas maneiras distintas. Tradução nossa.

unesp

Ainda que o reconhecimento seja tido como uma comparação, essa comparação não é explicada como na IA, onde um *input* tem correspondente simbólico armazenado na memória. Segundo o conexionismo, não há necessidade de se ter uma representação armazenada em lugar algum, conforme já citados no capítulo 1 ao referirmo-nos à noção apresentada por Hinton *et al* (1986/1994, p. 281): (...) *los padrones que no están activos no existen en ninguna parte*[48]. No entanto deve-se observar que o modelo conexionista prevê a existência de *regras de aprendizagem* e essas regras devem estar armazenadas em algum lugar. Nessa perspectiva, a representação de memória não é algo como armazenado em algum lugar, com uma localização específica, mas como padrões de ativação de toda a rede neural.

Prosseguindo na análise das hipóteses dos autores citados acima, a utilização da noção de representação interna distribuída também acarreta uma diferença na concepção da noção de aprendizagem, em relação ao que é proposto pela IA. De acordo com a proposta conexionista apreender um novo conceito pode significar apenas a realização de algumas poucas modificações nos pesos das sinapses, ou mesmo, a ativação de novos padrões envolvendo populações de neurônios completamente distintos daqueles envolvidos no padrão anterior. Assim, não há necessidade de construir um novo símbolo, ou nova estrutura simbólica, como proposta por modelos da IA.

Podemos observar, até o presente momento deste estudo, que as noções de memória e aprendizagem em teorias da percepção, são bastante influenciadas pelo uso da noção de representação mental. Assim, parece de fato que a corrente denominada ciência cognitiva dinâmica apresenta um novo paradigma para o estudo da percepção dentro da ciência cognitiva, uma vez que ela não recorre à noção de representação mental para explicar o reconhecimento de padrões sonoros. Na seqüência passaremos a apontar como a CCD apresenta e utiliza as noções de memória e aprendizagem para explicar a atividade de reconhecimento de padrões

---

[48] (...) os padrões que não estão ativos não e encontram em nenhuma parte.

unesp

sonoros. Vamos abordar as noções de memória e aprendizagem em teorias relativas aos três autores que temos abordado desde o capítulo 1 do presente estudo: Gibson (1966), e a teoria da aquisição de informação[49]; Haselager (em preparação) e a teoria da cognição corporificada e situada[50]; e van Gelder (1998) e a teoria dos sistemas dinâmicos. Lembramos que escolhemos essas três teorias uma vez que entendemos que as mesmas são parte da vertente denominada ciência cognitiva dinâmica, como já argumentamos no capítulo 2.

Segundo a teoria da aquisição de informação proposta por Gibson (1966 e 1979) reconhecer não é comparar como propõem as teorias baseadas em processamento de informação. Reconhecer é identificar um mesmo elemento em um contexto diferente de onde ele foi conhecido. Gibson (1966) deixa claro que: *to recognize is not the same as to recall*[51] (1966, p. 277). O reconhecimento de padrões, segundo a abordagem ecológica, ocorre por uma espécie de sintonização do animal com o meio-ambiente que o circunda. Essa sintonização é ainda caracterizada como auto-sintonização (*self-tuning*) e advém da relação entre o sistema perceptual do animal e seu meio-ambiente. Não há necessidade de construir o conhecimento a partir de dados sensórios pouco precisos, como propõem teorias ligadas ao paradigma representacionista. Dessa forma, a noção de aprendizagem da escola ecológica é essencialmente diferente das escolas associacionistas e construtivistas em geral. O organismo aprende por enriquecimento de seu sistema perceptivo. A aprendizagem melhora a sintonia, a utilização do sistema faz com que ele vá se auto-ajustando, se auto-sintonizando cada vez melhor com o tipo de informação específica a ser detectada. Nas palavras do autor:

> *However, this is not the kind of learning that the theory of association, or of conditioning, or of memorization, has been concerned with. It is not an accrual of associations, an attaching of responses, or an accumulation of memories.*

---

[49] *Theory of information pickup*
[50] *embodied embedded cognition*
[51] Reconhecer não é o mesmo que relembrar.

unesp

> *Perceptual learning has been conceived as a process of "enrichment", whereas as might better be conceived as one of "differentiation" (Gibson and Gibson, 1955)* Gibson, 1966, p 269).

Nessa perspectiva, Gibson propõe que a partir do fluxo energético o sistema perceptual extrai informação através da detecção de invariantes. Assim, o ato de auto-ajustar envolve a detecção por parte do sistema perceptual de estruturas denominadas invariantes[52].

Dessa forma, a abordagem ecológica apresenta o percebedor com capacidade de se auto-ajustar. E tal percebedor reconhece padrões não por comparação, mas por detecção de invariantes através da auto-sintonização que ocorre pela interação do animal com o meio. Com a utilização da noção de auto-ajuste e de aquisição de informação, Gibson propõe que se dispense a utilização da noção de memória de armazenagem. Aprendizagem não precisa de memória, não precisa armazenar um conteúdo quantitativo de dados ou de padrões de conexão. A aprendizagem se dá pelo enriquecimento da sintonia, com uma melhor afinação com determinado padrão informacional do meio ambiente, conforme observa a citação acima.

Gibson (1966) apresenta também um "provável mecanismo da aprendizagem perceptual" que pode servir para explicar a atividade de "auto-sintonia". Conforme já descrito anteriormente o sistema perceptual busca detectar invariantes no meio e com isso adquirir informação. O foco para a abordagem ecológica é exatamente essa interação entre o sistema perceptual de um dado animal, e o seu meio-ambiente. E esse mecanismo de aprendizagem perceptual é então descrito como tendo duas etapas, uma de aquisição da informação, e outra de registro dessa informação através da ressonância, da sintonização entre o padrão de atividade do tipo de informação detectada e o sistema perceptual em todos os seus diferentes níveis.

---

[52] Descreveremos adequadamente a noção de invariante no capítulo 5.

unesp

No caso da audição humana desde a membrana timpânica o sistema perceptual parece já estar em processo de auto-sintonização com a informação sonora disponível no meio. Toda a vibração dos ossículos do ouvido médio, assim como os padrões de vibração das fibras na membrana basilar, e conseqüentemente os múltiplos padrões de disparo das células ciliadas para o nervo auditivo, bem como os padrões de ativação do córtex são considerados por Gibson (1966, p. 271) como atividade de ressonância auto-sintonizada entre o sistema perceptual e o meio-ambiente. A atividade de músculos como o estapédico e o tensor do tímpano[53] nos seres humanos dão mostra de que há um controle que não depende unicamente do percebedor, mas das condições que o meio-ambiente lhe possibilita. Tal evidência pode servir para reforçar a noção auto-ajuste e também de auto-organização, como já referido no capítulo 1 do presente estudo. Essa é uma abordagem inovadora no contexto da ciência cognitiva, primeiro por propor-se a explicar o reconhecimento de padrões sem representação mental e sem processamento interno.

Complementando a abordagem proposta na teoria da percepção direta de Gibson, a teoria da cognição corporificada e situada, como proposta por Haselager, também dá grande importância ao meio-ambiente, e à interação percebedor – meio. Haselager argumenta que:

> *As far as we know, all cognitive systems are embodied (leaving aside holographic projections in Star trek, or ghosts in the X-files). If one wants to understand how cognition is related to behavior it is necessary to know the characteristics of the body that is perform that behavior.*[54] (Haselager, *in preparation*)

Assim, o autor entende o conhecimento como corporificado e situado no mundo, e aqui podemos resgatar o argumento de Gibson (1979) afirmando que nós não

---

[53] Descrito na seção 3.2.

[54] Até onde sabemos, todos os sistemas cognitivos são corporificados (deixando de fora as projeções em holográficas do 'guerra nas estrelas', ou fantasmas do 'arquivo X'). Se alguém deseja saber como a cognição é descrita pelo comportamento é necessário saber quais características do corpo que realiza o comportamento. (tradução nossa)

unesp

vivemos no espaço, mas estamos imersos num fluxo energético, de onde extraímos a informação necessária para nossa sobreviência.

Outro ponto de proximidade entre a teoria da cognição incorporada e situada e teoria da aquisição de informação, é proposto por Haselager ao referir-se que:

> *(...) the notion of embeddedness emphasizes the possibilities for interaction with the environment. It is not so much where you are, but what you can do in a situation. Every situation provides certain possibilities for action, and makes others more difficult. Obviously, there is a close connection here to Gibson's notion of 'affordances'.*[55] (Haselager, 2000, p.14).

No capítulo 5 descreveremos melhor a noção Gibsoniana de *affordance*. Além de compartilhar essas noções com a teoria gibsoniana, Haselager também fala de percepção e das tarefas de um sistema cognitivo sem foco no processamento interno de informação. Essas teorias propõem direcionar o foco à interação direta entre percebedor e meio. Assim, a teoria da cognição incorporada e situada considera que o mundo, o meio-ambiente e seus elementos possibilitam determinados comportamentos aos seres que nele habitam (Haselager, em preparação).

Haselager entende que é necessário restringir o uso do conceito representação mental, uma vez que há possibilidade de explicar muitas atividades cognitivas sem recorrer a ele. Nesse sentido parece que estamos diante de uma postura mais equilibrada e que não pretende eliminar a noção de representação mental, mas apenas restringir seu uso quando for estritamente necessário. De qualquer maneira, conforme argumenta Haselager, a teoria da cognição corporificada e situada é uma abordagem que se apresenta como alternativa às teorias da percepção

---

[55] A noção de situação enfatiza a possibilidade de interação com o meio. Não diz muito respeito à onde você está, mas o que você pode fazer em tal situação. Toda situação possibilita certos tipos de ação, e torna outras mais difíceis. Obviamente há uma estreita conexão aqui com a noção gibsoniana de *affordance*. (tradução nossa)

unesp

que utilizam noções como processamento de informação, memória de estocagem e representação mental.

Podemos observar que, para a ciência cognitiva dinâmica, a tarefa de reconhecimento de padrões sonoros tem sido apresentada sem uso da noção de representação mental. Isso possibilita uma explicação livre das armadilhas causadas por tal conceito. A teoria da percepção direta proposta por Gibson, bem como a teoria da cognição corporificada e situada e a teoria dos sistemas dinâmicos apresentam uma bem constituída crítica ao uso da noção de representação mental para explicar a tarefas inteligentes, como o reconhecimento de padrões. Apresentam igualmente bem construídas alternativas para a explicação de tais tarefas sem a utilização da noção de representação mental. Essas teorias oferecem pistas para o entendimento do reconhecimento não como comparação, mas como sintonização de um organismo percebedor com o meio que o circunda, através da interação dinâmica entre ambos.

De acordo com Gibson (1966 e 1979) o acoplamento entre percebedor e meio pode ser melhorado, enriquecido. A sintonia, entre o sistema perceptivo e os diferentes padrões informacionais encontrados no meio pode ser melhorada de acordo com o hábito que se de

Dessa maneira fica claro que não há necessidade de uma noção de memória enquanto local onde ficariam armazenadas as representações, nem de se conceber o processamento simbólico interno controlado por um centro. Isso ocorre porque está se admitindo o auto-ajuste, a auto-sintonia entre o percebedor e o meio. Esse mecanismo de auto-ajuste, conforme vai sendo utilizado permite a melhoria do sistema perceptivo na tarefa de identificar a informação necessária para o reconhecimento do padrão. E essa melhoria no ajuste pode ser entendida como aprendizagem.

Nessa seção buscamos descrever como o entendimento da tarefa de reconhecimento de padrões se relaciona com noções de memória e aprendizagem para cada uma das vertentes da ciência cognitiva que estão sendo investigadas no

unesp

presente estudo. No capítulo seguinte iremos descrever duas teorias consideradas fundamentais para o paradigma representacionista. Tais teorias propõem e descrevem o reconhecimento de padrões sonoros como processamento interno de informação.

4. A ABORDAGEM REPRESENTACIONISTA DO RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS

4.1 Apresentação

Se até aqui mostramos a ciência cognitiva dinâmica como um novo paradigma para o estudo da percepção, nos próximos dois capítulos que seguem (5 e 6) intenção será apresentar como teorias ligadas aos dois paradigmas (representacionista e não representacionista) que descrevem especificamente a atividade de reconhecimento de padrões sonoros.

No capítulo 1 buscamos contextualizar o estudo da percepção sob o ponto de vista da ciência cognitiva tradicional (IA e conexionismo). No capítulo 2 nos ocupamos de descrever características da abordagem não representacionista para a percepção na ciência cognitiva denominada ciência cognitiva dinâmica, e no capítulo 3 procuramos esclarecer conceitos preliminares e fundamentais para a compreensão de teorias sobre a tarefa de reconhecimento de padrões sonoros como uma atividade perceptiva.

No presente capítulo nossa intenção será basicamente descrever dois bons exemplos de teorias que podem ser utilizados para mostrar como a vertente representacionista, da abordagem psicológica denominada *processamento de informação*, explica o reconhecimento de padrões sonoros. O que estamos denominando abordagem de processamento interno de informações, segundo McAdams (1993) e Bregman (1993), é um tipo de vertente na psicologia experimental e cognitiva, que se ocupa com o estudo de atividades perceptivas, como o reconhecimento de padrões sonoros. Iniciamos apresentando alguns aspectos que consideramos mais centrais para entender a proposta de Bregman (1993) de "análise

unesp

da cena auditiva". E na seqüência apresentamos McAdams (1993) tratando especificamente do reconhecimento de "padrões e eventos sonoros".

4.2 Introdução à teoria da análise da cena auditiva

Uma das maneiras de definir a análise da cena auditiva, de acordo com Bregman (1993), pode ser lida na citação que segue:

> *To recognize the component sounds that have been added together to from the mixture that reaches our ears, the auditory system must somehow create individual descriptions that are based on only those components of the sound that have arisen from the same environmental event. The process by which it does this has been called 'auditory scene analysis'.*[56] (Bregman, 1993, p.11)

O autor deixa explicita a relação entre reconhecimento de componentes sonoros e sua proposta de análise de cena auditiva. A citação também assinala sua opção por uma versão da abordagem do processamento interno de informação quando afirma que o sistema de alguma maneira deve criar descrições[57] individuais baseadas em aspectos específicos do som.

Observamos que a teoria da análise da cena auditiva pode ser incluída no paradigma do processamento de informação e representacionista logo que Bregman (1993) afirma que:

> *(...) we must remember that the only thing received by the ear is a pattern formed by pressure changes over time, and if we look at a graph of the waveform of a mixture of sounds, there is*

[56] Para reconhecer os componentes sonoros que vêm juntos na mistura que chega aos ouvidos, o sistema auditivo deve de alguma forma criardescrições individuais que são baseadas apenas naqueles componentes sonoros que têm destaque do mesmo evento do meio-ambiente. O processo pelo qual isso é feito tem sido chamado de 'análise da cena auditiva'. (Bregman, 1993, p. 11)

[57] Grifo nosso.

unesp

> *nothing obvious in that labels the sound as a mixture or tells you how to take it apart.*[58] (Bregman, 1993, p.11)

Na citação acima podemos notar com clareza conceitos comuns A teorias que se baseiam no processamento de informações e, portanto na utilização da noção de representação mental para explicar a execução de tarefas inteligentes. Ressaltamos principalmente: 1) a noção de estímulo (*input*) empobrecido, 2) a falta de atenção dada à interação com o meio ambiente, e 3) o caráter passivo do sistema percebedor.

A noção de estímulo empobrecido pode ser observada nas diversas teorias que se baseiam no processamento de informações. Basicamente significa entender o estímulo recebido como confuso, e pobre. Tanto que, segundo a abordagem do processamento de informação, precisa ser manipulado e reconstruído durante o caminho que faz até as regiões do córtex cerebral. Observa-se aqui o foco voltado para o que acontece dentro do sistema perceptual, e de certa forma um desprezo para com a situação de interação entre meio-ambiente e percebedor. Uma vez que o estímulo não merece ter muita atenção, sobra espaço para a investigação dos processos internos no sistema percebedor. Por último ressaltamos o caráter de passividade ressaltado com o uso do termo "recepção de estímulo". Em outras palavras tal postura da abordagem parece considerar o sistema perceptual tão simplista no momento em que se encontra com a informação, que tal encontro acaba por ser tomado como menos importante do que tudo o que acontece depois.

O processamento interno de informações é entendido geralmente por um conjunto de tarefas e manipulações realizadas com padrão informacional recebido no input pelo sistema. Tanto Bregman (1993) quanto McAdams (1993) afirmam a ocorrência de um processo multi-estágio para descrever o reconhecimento de padrões sonoros. A análise da cena auditiva propõe que a partir de decomposição sonora, realizada na cóclea (considerado o primeiro estágio da análise) o padrão

[58] (...) nós precisamos lembra que a única coisa recebida pelo ouvido é um padrão de mudanças sobre o tempo, e se nós olharmos para um gráfico de uma onda de uma mistura de sons não há nada que rotule o som como uma mistura ou como coisas separadas. Tradução livre.

unesp

informacional é decomposto basicamente por três processos: 1) ativação automática de esquemas já aprendidos, 2) ativação voluntária de esquemas aprendidos e 3) análise primitiva da cena auditiva[59]. (Bregman, 1993, p.13)

Segundo Bregman (1993, p.14) o sistema auditivo emprega certas estratégias para explorar algumas regularidades acústicas gerais existentes no estímulo. Ele se baseia no argumento de Shepard (1981) de que os sistemas perceptuais, por se desenvolverem em um mundo com regularidades, tenham desenvolvido um modo de operação que tira vantagem de tais regularidades. É imprescindível ressaltar que o argumento citado acima é pontualmente semelhante à abordagem ecológica[60], especialmente com Gibson (1966) no que diz respeito a um sistema perceptual evoluir para detectar determinados tipos de padrões informacionais presentes no seu meio-ambiente.

Bregman (1993, p. 16) também afirma que a análise da cena auditiva, através de processos organizacionais, afeta a percepção sonora de diferentes maneiras tais como a identificação de timbres e a segregação de componentes acústicos. Em suma e nas palavras do autor: "(...) *it affects very auditory experience in natural environments.*"[61] Nesse sentido Bregman (1993) propõe que se examinem 4 regularidades auditivas no meio-ambiente exploradas pelo sistema perceptual. Descreveremos a seguir um breve resumo dessas regularidades para que se entenda melhor o proposto pela análise da cena auditiva.

A primeira regularidade apresentada por Bregman (1993) é baseada no fato de que *os componentes derivados dos eventos sonoros no meio ambiente não se iniciam ou terminam todos no mesmo momento no tempo*. Segundo o argumento do autor o sistema auditivo humano explora tal regularidade através de uma estratégia denominada *old-plus-new* descrita na citação posterior:

---

[59] Não cabe no presente momento do estudo um maior detalhamento desses três processos. Para aprofundamento na questão consultar a referência.
[60] Descrita nas seções 2.2 e 4.3
[61] (...) ela [a análise da cena auditiva] afeta toda a experiência auditiva no meio-ambiente natural. Tradução livre.

unesp

> *The old sound continues to be heard for a short time along with the new one. Is the spectrum becomes simple again, so that it contains only the components of the old sound, this strengthens the perceptions of the old one as having been present all the time* (...).[62] (Bregman, 1993, p.17)

O autor complementa a apresentação dessa estratégia para essa primeira regularidade como sendo um mecanismo que atua na percepção da continuidade sonora.

A segunda regularidade apresentada por Bregman (1993, p.18) está baseada na característica de gradação da mudança apresentada ou por um som simples ou por uma seqüência de sons de uma mesma fonte. Segundo o autor um som simples muda com uma gradação suave as suas propriedades, da mesma forma como uma sucessão de sons oriundos de uma mesma fonte também o faz.

Ainda comentando a segunda regularidade, o autor aponta a existência de duas regras que de certa forma orientam o sistema auditivo na percepção de mudanças em sons e em seqüências sonoras em uma mesma fonte. A regra de número 1 é denominada *sudden change rule*[63]. Segundo o autor: "*The auditory system will treat a sudden change of properties as the onset of a new event*"[64] (Bregman, 1993, p. 19). No entanto é preciso que se defina o que está se entendendo por súbito, ou abrupto (*sudden*). E Bregman segue tratando basicamente de limiares para poder descrever a contento a idéia de abrupto.

A segunda regra apontada por Bregman (1993, p. 20) é responsável por um agrupamento por similaridade, (*'grouping by similarity' rule*). Segundo o autor, o sistema perceptual agrupa sons a partir de 3 características: 1) freqüência de tons puros; 2) localização espacial; e 3) conteúdo espectral e freqüência fundamental de tons complexos. No entanto, o próprio autor reconhece que há certa insegurança

---

[62] O som antigo continua a ser ouvido por um curto período de tempo durante o novo som, se o espectro vem simples de novo então ele contém apenas os componentes do som antigo, isso fortalece a percepção do som antigo como presente o tempo todo (Bregman, 1993, p17). Tradução livre.
[63] Regra de mudança súbita. Tradução livre.
[64] O sistema auditivo irá tratar uma mudança súbita como o início de um novo evento. (Bregman, 1993, p. 19)

unesp

para medir similaridade entre propriedades sonoras. No que diz respeito à freqüência de tons puros, não há muitos problemas de quantificação de similaridade, no entanto quando ser trata das outras características, como o timbre, por exemplo, essa quantificação ganha muita complexidade.

Bregman (1993, p.21) apresenta alguns efeitos da segunda regra descrita no parágrafo anterior. O primeiro é a existência de distintos grupos por similaridades, de forma que esses grupos estão interligados. Conseqüentemente cada grupo, ou conexão entre grupos de sons similares é considerado como tendo uma fonte diferente de outro no meio-ambiente. O autor afirma ainda que para efeito da execução do reconhecimento de padrões sonoros, o sistema tende a tratar cada grupo, ou conexão entre grupos, como um *pacote de evidência sonora*. (Bregman, 1993, p.21).

Se o sistema perceptivo apresenta uma regra de agrupamento, há conseqüentemente condições e estratégias para a execução de atividade de segregação. Bregman (1993, p.23) apresenta o que denomina como *múltiplas bases para a segregação*. O sistema pode, segundo essa característica das múltiplas bases, segregar, por exemplo, pela razão de mudança entre tons graves e agudos. De maneira geral o autor também deixa claro que a segregação pode ser mais forte ou mais fraca dependendo do parâmetro em questão. Bregman (1993, p.24) afirma que há dois tipos diferentes de mecanismo de segregação, um voluntário e outro involuntário. Para o autor o primeiro caso ocorre quando o ouvinte tem a intenção de segregar as seqüências sonoras, enquanto a segregação involuntária ocorre quando o ouvinte tem a intenção de agrupar e unificar as seqüências.

A segunda regularidade, sobre a graduação das mudanças nos parâmetros sonoros ou nos parâmetros do agrupamento sonoro, ainda pode ser relacionada com a tarefa de localização espacial da fonte ou evento sonoro. No entanto não iremos nos deter em tais características de localização espacial uma vez que o foco do presente estudo se encontra direcionado para a reflexão sobre o reconhecimento de padrões sonoros que envolvem mais diretamente o timbre.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18

A regularidade número 3 diz respeito à composição do espectral do evento sonoro. Bregman afirma que:

> *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.* (Bregman, 1993, p.27)

Segundo o autor o sistema auditivo utiliza relações entre os parciais harmônicos para derivar duas alturas fixas soando ao mesmo tempo, e tais segregações baseadas nas relações entre parciais harmônicos componentes dos espectros sonoros, podem afetar outros parâmetros sonoros além da altura. (Bregman, 1993, p.28).

Para concluir a apresentação da terceira regularidade Bregman (1993, p. 28) aponta a diferença entre dois efeitos das relações entre os parciais harmônicos. Um efeito sobre a quantidade de sons presentes e outro sobre a identificação do padrão sonoro. O autor afirma que tal diferença tem sido observada especificamente na pesquisa sobre identificação de padrões sonoros de voz.

Com o objetivo de descrever a regularidade número 4 Bregman (1993, p.28) afirma que:

> *Many changes that take place in an acoustic event will affect all the components of the resulting sound in the some way and at the same time.*[65] (Brgegman, 1993, p. 28)

Para tal regularidade, continuando a exposição de Bregman (1993), o sistema utiliza uma espécie de regra baseada na co-variância, ou *co-occurrence*[66], existente entre agrupamentos baseados em características de componentes espectrais[67] (parciais harmônicos).

---

[65] Muitas mudanças que ocorrem no evento acústico irão afetar todos os componentes do som resultante da mesma maneira e no mesmo tempo. (Bregman, 1993, p. 28).
[66] Co-ocorrência. (Bregman, 1993, p. 29)
[67] Tais agrupamentos foram descritos nos parágrafos anteriores.

unesp

A intenção do autor parece ser mostrar que a co-variância existente entre diferentes componentes espectrais pode ser útil de alguma forma ao sistema auditivo em sua tarefa de analisar a cena auditiva. Na seqüência Bregman descreve alguns exemplos com o objetivo de demonstrar que o sistema auditivo utiliza a regularidade 4 agrupando componentes que tomam parte em um mesmo padrão de flutuação[68] e segregando-os de um outro agrupamento. (Bregman 1993, p. 29). No entanto o próprio autor afirma que existem algumas perguntas que enquanto não respondidas tornam pouco clara a explicação de como acontecem os agrupamentos descritos até agora. Como já demonstrado anteriormente há também dificuldades com a quantificação e medição de determinados parâmetros sonoros. E sem a determinação de tal medição como pode ocorrer comparação?

Para concluir sua descrição da análise da cena auditiva, Bregman (1993) apresenta como uma espécie de conseqüência da regularidade 4 uma atividade denominada "mudanças de freqüências sincronizadas", que se baseia na afirmação do autor de que na mudança de freqüência de um som produzido por uma mesma fonte, todos os parciais harmônicos (componentes espectrais) mudam sincronizadamente, paralelamente. (Bregman 1993, p. 30). Com isso o autor afirma que o sistema auditivo consegue empregar algumas regras (como as descritas anteriormente) e agrupar padrões por semelhanças em variação espectral. De qualquer forma ressaltamos que a descrição plena dos mecanismos envolvidos em tal agrupamento, como nos outros também, fica comprometida uma vez que não se apresenta mais profundamente como isso tudo funciona.

Enquanto Bregman (1993) abrange aspectos ligados ao que denomina análise da cena auditiva, McAdams (1993) foca especificamente a explicação da atividade de reconhecimento de fontes e eventos sonoros. Ele se propõe a examinar aspectos da representação mental auditiva e a natureza de seus processos

[68] Padrões de flutuações se referem aos padrões de razão de mudança na medição dos diferentes parâmetros sonoros.

unesp

operacionais envolvidos com a tarefa de reconhecimento de padrões sonoros, como podemos observar na seção seguinte.

4.3 O reconhecimento de fontes e eventos sonoros segundo McAdams

O texto que aqui descrevemos e analisamos está basicamente organizado em três etapas. Na primeira ele descreve os estágios envolvidos no reconhecimento de padrões, no segundo realiza um exame de casos empíricos; e por último realiza breve discussão de modelos reconhecedores. Para os objetivos do presente estudo iremos direcionar nossa atenção à primeira parte, sobre a descrição das etapas do processo de reconhecimento de fontes e eventos sonoros.

O autor inicia afirmando que sua teoria se baseia na abordagem do processamento de informação para explicar e descrever o reconhecimento de fontes e eventos sonoros, ou genericamente padrões sonoros. E em conseqüência da comunhão com tal abordagem, sua explicação apresenta a utilização central e basilar da noção de representação mental. A tal ponto que o próprio autor afirma que seu propósito ao desenvolver tal artigo é *examinar aspectos da representação auditiva e a natureza de seus processos operacionais* (McAdams, 1993, p. 149).

Ainda antes de iniciar a descrição dos processos pelos quais supõe que o sistema perceptivo reconheça padrões sonoros, o autor realiza uma breve e pouco pontual crítica à abordagem ecológica, que propõe um outro caminho para descrever e explicar o reconhecimento de padrões sonoros, e que trataremos no capítulo 5. Tal crítica decorre de uma descrição bastante abreviada de apenas alguns aspectos da abordagem ecológica de Gibson, (1966 e 1979). McAdams (1993, p. 148) afirma que a abordagem ecológica desvia a atenção da explicação de como o sistema perceptivo realiza o reconhecimento de padrões sonoros quando dá maior ênfase à descrição da estrutura sonora no meio ambiente, do que à estrutura de processamento interno no percebedor. O autor ainda afirma que utilizará, no entanto, "aquelas possíveis

unesp

contribuições da abordagem ecológica que forem apropriadas em determinadas ocasiões".

De maneira geral, quando critica a abordagem ecológica, McAdams parece não estar levando em consideração alguns aspectos imprescindíveis dessa abordagem e de outras teorias envolvidas com a ciência cognitiva dinâmica (e.g. teoria dos sistemas dinâmicos e teoria do conhecimento corporificado e situado, descritas no capítulo 2). Entre tais aspectos podemos ressaltar que o objetivo da teoria da aquisição de informação (Gibson, 1966 e 1979; e Michaels *and* Carello, 1981) quando dá ênfase à descrição de aspectos do meio-ambiente, não o faz por focar exclusivamente o meio-ambiente, mas para ressaltar e dar maior importância para a relação existente entre o percebedor e o meio-ambiente.

Outro aspecto que consideramos relevante apontar no momento é a intenção de McAdams (1993, p. 148) utilizar algumas *possíveis contribuições* da abordagem ecológica nas situações em que julgar ser adequado. Questionamos aqui a validade de determinados conceitos utilizados fora do contexto da teoria em que foram desenvolvidos. Especialmente em se tratando da relação existente entre as teorias da abordagem do processamento de informação e da abordagem ecológica, duas teorias que têm divergências em premissas essenciais.

Na seqüência iremos nos concentrar na descrição apropriada das etapas propostas por McAdams (1993) para descrever o reconhecimento de fontes e eventos sonoros. Iniciamos ressaltando a natureza e o papel da noção de representação mental na atividade de reconhecimento.

> According to the *information processing*[69] approach to psychology (cf. Anderson 1985; Lindsay and Norman 1997), the link between the perceptual qualities of the sound source, its abstract representation in memory, its identity, and the various meaning and association it has with others objects in the listener's environment are hypothesized to result from a multi-stage process. This process progressively analyses and transforms the sensory information initially encoded in the

[69] Grifo do autor

unesp

> auditory nerve. Recognition is accomplished by matching this processed sensory information with some representation stored in a lexicon of sound forms in long-term memory.[70] (McAdams 1993, p 147 (2))

Na citação anterior ressaltamos as noções de: *qualidades perceptuais da fonte sonora*[71], *representação abstrata na memória*[72], e *processo multi-estágio*[73]. A abordagem do processamento de informação na psicologia, a que se refere o autor da citação, é uma das abordagens que se desenvolve sob o paradigma representacionista. Ela se preocupa em descrever as atividades perceptivas como atividades de processamento de informação dentro do sistema nervoso. Nesse sentido a representação mental é conseqüência de toda a manipulação (processamento e armazenamento) de informação realizada pelo sistema percebedor.

Entendendo dessa maneira a natureza da representação mental, a abordagem do processamento de informação propõe que a representação mental possui papel central na atividade do reconhecimento de padrões sonoros. McAdams (1993) apresenta reconhecimento como relembrar. Ou seja, o ser humano, no caso da percepção sonora, reconhece apenas aquilo que já ouviu (aquilo que seu sistema já recebeu, codificou e armazenou). Observa-se assim o papel central que a representação mental tem na presente abordagem. Dessa maneira o reconhecimento de padrões sonoros é compreendido como uma comparação entre duas representações. Uma decorrente de um processo multi-estágio, onde o estímulo sensorial inicial foi manipulado até a construção final de uma representação

---

[70] De acordo com a abordagem do processamento de informações para a psicologia, a ligação entre as qualidades perceptuais da fonte sonora, sua representação abstrata na memória, sua identidade e seus vários significados ou associações que ela tenha tido com outros objetos no meio-ambiente do ouvinte é sugerido como um processamento multi-estágio. Esse processamento progressivamente analisa e transforma a informação inicialmente codificada no nervo auditivo. O reconhecimento é finalizado pela cominação dessa informação sensorial processada com alguma representação armazenada em um léxico de formas sonoras na memória de longo termo. Tradução livre.

[71] *Perceptual qualities of sound source*

[72] *Abstract representation in memory*

[73] Multi-stage process

unesp

adequada, e outra (representação) que já estava de alguma forma armazenada na memória.

O processo todo é denominado multi-estágio por abranger os diversos estágios desde o recebimento do estímulo inicial, passando por diferentes manipulações para a elaboração da representação final, até os recursos de armazenagem e resgate dessa representação para caso de comparação. Diferentes abordagens dentro do paradigma representacionista propõem um diferente número e tipo de estágios. McAdams (1993) propõe o seguinte quadro:

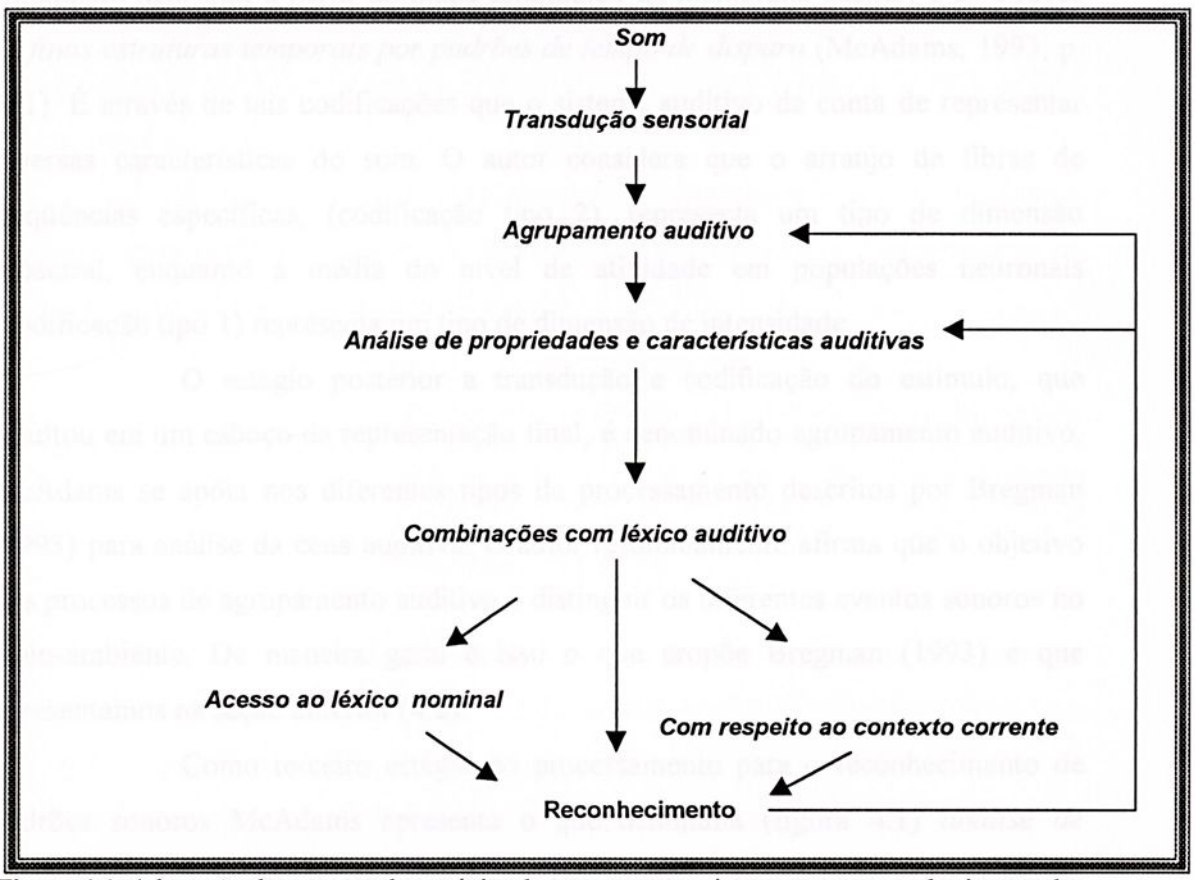


Figura 4.1: Adaptação de esquema dos estágios do processamento interno para o reconhecimento de padrões sonoros. McAdams (1993, p. 150).

De acordo com o esquema acima, o autor designa a transdução ocorrida na cóclea como a raiz, o esboço da representação a ser montada. Segundo McAdams:

> *(...) the acoustic frequency range is essentially mapped on to the basilar membrane and encoded in the array of auditory nerve fibres. This tonotopic mapping in to same extent preserved through all of the auditory processing centres up to cortex.*[74] (McAdams, 1993, p.151).

Na seqüência o autor afirma que aspectos sonoros são representados em parte por graus de atividade nas fibras do denominado nervo auditivo. Tais fibras codificariam características de duas maneiras em geral: 1) através da *média de atividade da população neuronal* a partir do mapa tonotópico da membrana basilar; e 2) através de *finas estruturas temporais por padrões de tempo de disparo* (McAdams, 1993, p. 151). É através de tais codificações que o sistema auditivo dá conta de representar diversas características do som. O autor considera que o arranjo de fibras de freqüências específicas, (codificação tipo 2), representa um tipo de dimensão espectral, enquanto a média do nível de atividade em populações neuronais (codificação tipo 1) representa um tipo de dimensão de intensidade.

O estágio posterior a transdução e codificação do estímulo, que resultou em um esboço da representação final, é denominado agrupamento auditivo. McAdams se apóia nos diferentes tipos de processamento descritos por Bregman (1993) para análise da cena auditiva. O autor resumidamente afirma que o objetivo dos processos de agrupamento auditivo é distinguir os diferentes eventos sonoros no meio-ambiente. De maneira geral é isso o que propõe Bregman (1993) e que apresentamos na seção anterior (4.2).

Como terceiro estágio no processamento para o reconhecimento de padrões sonoros McAdams apresenta o que denomina (figura 4.1) *análise de propriedades e/ou características sonoras.* (McAdams, 1993, p.152). O autor afirma que depois que as informações sensoriais foram agrupadas em representações existe essa análise das diferentes características e propriedades ocorrendo em duas

---

[74] (...) a razão de freqüência acústica é essencialmente mapeada na membrana basilar e codificada no arranjo dos feixes do nervo auditivo. Esse mapa tonotópico é preservado durante todo o processamento até os centros no córtex (cerebral). (McAdams, 1993, p.151).

unesp

perspectivas temporais, uma entre os milisegundos e centisegundos, denominada microtemporal; e outra entre os centisegundos e alguns segundos, denominada macrotemporal.

Para descrever as propriedades analisadas no modo microtemporal, McAdams recorre à utilização da noção de invariante estrutural e invariante transformacional, utilizada e criada no contexto da abordagem ecológica (Gibson, 1966, 1979; Michaels *and* Carello, 1981). No capítulo seguinte iremos abordar tal noção e seu papel na atividade de reconhecimento de padrões no contexto da abordagem ecológica para o reconhecimento de padrões. E sobre a análise macrotemporal, McAdams a relaciona a aspectos rítmicos e texturais da estrutura do evento sonoro.

É muito clara a aproximação de McAdams com a abordagem ecológica para explicar o estágio de análises das propriedades e características da audição. Observemos por exemplo tal citação:

> *The resonance properties (...) generally give us* ***information about***[75] *the physical structure of sound source itself and will later serve to allow us to identify it. This class of properties would be involved in the detection of what ecological psychologists call the invariant of a sound source.*[76] (McAdams, 1993, p.152).

Ressaltamos na citação acima que o autor não utiliza apenas a noção de invariante transformacional. Além do uso declarado da referida noção, McAdams também está utilizando outra noção da abordagem ecológica quando afirma, um pouco antes do trecho citado acima, em referência às conseqüências geradas pelo estágio de *análise de propriedades e características* sonoras, que: *This analysis process may* ***extract***

---

[75] Grifo nosso.

[76] As propriedades ressonantes (...) geralmente nos dão informação sobre a estrutura física da própria fonte sonora, e servirão ainda para sua posterior identificação. Essa classe de propriedades pode estar envolvida com o que os psicólogos ecológicos chamam de invariante estrutural da fonte sonora. (McAdams, 1993, p.152).

unesp

information[77] *over both local (...) and global (...) time spans.*[78] Tal noção de extrair informação também de uso mais observado na abordagem ecológica, especificamente na teoria da aquisição de informação. Gibson (1966) afirma que o sistema perceptual atua justamente na extração da informação disponível no meio-ambiente. Quanto às características dessa informação disponível no meio, já as descrevemos em parte no capítulo 2 e continuaremos a tratar no capítulo 5.

Dando continuidade à descrição dos estágios que compõe o reconhecimento de padrões sonoros, McAdams afirma:

> *This group of properties (which constitutes the input representation to the recognition process) is then matched to classes of similar sound sources and events in memory (labelled* ***matching with auditory lexicon*** *(...))*[79] (McAdams, 1993, p.153).

O autor afirma que há basicamente duas maneiras de descrever o presente estágio, onde é realizada uma comparação entre a representação auditiva de entrada (*input*) e a representação armazenada na memória. Uma primeira descreve tal comparação sendo realizada por algum tipo de agência executiva, como um *homunculus,* por exemplo. (McAdams, 1993, p. 154).

Uma segunda maneira onde o reconhecimento é determinado pela representação memorizada que recebe o melhor grau de ativação advinda da representação de entrada. (McAdams, 1993, p. 154). A segunda maneira de descrição utilizada por McAdams se aproxima da versão conexionista de memória distribuída (descrita nas seções 1.3 e 3.3).

---

[77] Grifo nosso.

[78] Esse processo de análise deve extrair informação sobre ambas medidas de tempo, local (micro-propriedades) e global (macro-propriedades). Tradução livre.

[79] O agrupamento de propriedades (que constitui o a representação de entrada para o processo de reconhecimento) é então combinado com classes de fontes sonoras similares e eventos na memória (denominado *agrupamento com léxico auditivo*)

unesp

Como último estágio antes de ocorrer o reconhecimento de padrões propriamente dito, McAdams (1993, p.154) propõe que a ativação de uma representação na memória pode ter como conseqüência a ativação de outros itens associados a tal representação. Tais procedimentos ainda possibilitam o acesso a um léxico verbal que permite nomear as fontes e eventos sonoros.

Assim concluímos a descrição da proposta de McAdams para a explicação do reconhecimento de fontes e eventos sonoros. Com isso concluímos também a apresentação das teorias ligadas ao paradigma representacionista do processamento de informações para o reconhecimento de padrões sonoros.

Pudemos observar que as duas teorias apresentadas privilegiam a utilização da noção de representação mental para explicar o reconhecimento de padrões sonoros. O papel atribuído à utilização de tal noção diz respeito diretamente à natureza da descrição do reconhecimento que é então concebido como comparação (entre duas representações). Para se firmar como descrição da atividade humana de reconhecimento de padrões sonoros a abordagem apresentada até aqui encontra diversas dificuldades. Podemos lembrar a crítica que Haselager (em preparação), como apresentada na seção 1.4, assim como todas as diferenciações propostas nas teorias de Gibson (1966 e 1979) e van Gelder (1998).

De maneira especial, se retomarmos a sexta *dor de cabeça*[80] apresentada por Haselager (em preparação), e o que vem sendo desenvolvido pela ciência cognitiva dinâmica, iremos considerar que há alternativas para explicar a atividade de reconhecimento de padrões sonoros que não precisam utilizar-se da noção de representação mental. Na seção posterior apresentaremos a teoria da percepção direta de Gibson (1966 e 1979), como uma dessas alternativas.

Para dar continuidade ao estudo, o capítulo 5 trata da concepção da abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros. Trabalharemos

---

[80] descrita no capítulo 1.

unesp

algumas noções que consideramos fundamentais na teoria da aquisição de informação[81] (Gibson 1966, 1979) para descrever como ocorre tal reconhecimento.

[81] *information pickup*

5. A ABORDAGEM ECOLÓGICA DO RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS

5.1 Apresentação

De acordo com o que temos apresentado no decorrer do presente estudo, parece-nos que a abordagem ecológica, como uma das teorias da CCD, tem conseguido dar conta de explicar atividades perceptivas sem recorrer ao uso do conceito de representação mental. Há, portanto, a necessidade de uma mudança conceitual e readequação terminológica, uma vez que a abordagem ecológica envolve aspectos específicos de análise, aspectos ecológicos, que não são apenas aspectos físicos.

Nosso objetivo nesse capítulo é descrever o reconhecimento de padrões sonoros a partir de conceitos da teoria da aquisição de informação de Gibson (1966 e 1979). O autor escreveu muito mais sobre percepção visual do que sobre percepção sonora, porém, ele continuamente, em suas obras, faz referência aos outros sistemas perceptivos, por isso nos propomos aqui a pensar a percepção sonora utilizando alguns conceitos advindos do estudo da percepção visual. Gibson (1966) observa a equivalência entre os sistemas perceptuais, e aponta a possibilidade de uma mesma informação ser encontrada em diferentes disposições de diferentes elementos do fluxo energético do meio.

unesp

O presente capítulo está organizado de maneira que a seção 5.2 busca apresentar noções fundamentais para o entendimento de uma acústica ecológica e da noção de sistema perceptivo. Será apresentada também a noção de informação, que se diferencia das noções utilizadas por abordagens representacionistas como o processamento de informação descrito no capítulo anterior. Dessa maneira a seção 5.3 irá apresentar a descrição da atividade de reconhecimento de padrões sonoros de acordo com conceitos da teoria da aquisição de informação.

5.2 A acústica ecológica e a noção de sistema perceptivo

Dissemos acima que a abordagem ecológica envolve um nível específico de análise, e que ele difere do físico. É o próprio Gibson (1979) que afirma haver uma diferença entre o que se entende por mundo físico e o que ele apresenta como *environment*. Há muitos conceitos que precisam ser levados em conta nesse nível de análise, e que não tem tal necessidade no físico. Há uma importante distinção que pode ser utilizada para que se entenda essa diferença entre níveis (físico e ecológico), e diz respeito à diferença entre informação e energia. Para Gibson informação é diferente de energia, e além disso, uma outra importante diferença pode ser observada especificamente entre o *environment* (meio-ambiente) e o mundo físico. Para a abordagem ecológica o nível físico sozinho não dá conta de explicar a percepção, é preciso se levar em consideração o nível ecológico.

Gibson (1966 e 1979) afirma que o homem se movimenta em um meio específico, onde pode detectar estímulos e extrair informação necessária para viver. Esse meio é um contínuo fluxo energético que possui informação arranjada de forma complexa e específica para um sistema que esteja "afinado" com ela. O autor propõe que o meio terrestre é mais bem descrito em termos de *medium, substances* e *surfaces* , do que em termos físicos, com as medidas físicas. Para o objetivo deste estudo interessa agora observar que há moléculas presentes nos gases de toda a atmosfera terrestre, e ai se encontra a informação necessária para a audição humana.

unesp

O autor afirma que o homem não vive no espaço (1979, p.32), mas cercado por um fluxo contínuo de energia, sem o qual não conseguiria sobreviver.

Embora o ser humano busque luz e som tendo como meio o ar, parece haver diferenças sobre onde e como se encontra disponível a informação para visão e para a audição. No que diz respeito à percepção visual, a informação advém do fluxo ótico, da chamada densa rede de reverberação da luz formada pela constante difusão, reflexão (e absorção) de luz por superfícies. A luz vem do sol. Cada superfície tem características próprias de acordo com as substâncias de são constituídas e refletem luz de maneira específica gerando uma complexa rede de reverberação, formada com o que é difuso (raio de luz que não foi refletido em linha reta). Gibson chama isso de arranjo ótico e mostra com isso que luz refletida e difusa (reverberando) é mais importante para o estudo da atividade perceptiva do que luz emitida ou irradiada. Gibson argumenta: *Ambient light, therefore, is quite a different thing from radiant light,* (...) (1966, p. 12).

A percepção auditiva conta com o ar como *médium.* No ar há moléculas que recebem pressão mecânica e se movimentam. Nesse fluxo constante de energia é que se encontra o fluxo constante de informação a ser adquirida pelo sistema perceptivo. Na citação que segue, o autor nos dá uma descrição de como acontecem as vibrações mecânicas das quais os sistemas perceptuais adquirem informação.

> *Mechanical vibration has a whole spectrum of frequencies mixed together, like electromagnetic vibration, and different portions of this total spectrum are sent out by different events. Moreover, different portions of the spectrum are picked up by different animals.*[82] (Gibson, 1966, p. 16)

[82] "Vibrações mecânicas têm um amplo espectro de freqüências misturadas juntas, como vibrações eletromagnéticas, e diferentes porções de seu espectro total são irradiadas (emitidas) por diferentes eventos. Mais ainda, diferentes porções do espectro são adquiridas por diferentes animais." (Gibson, 1966, p. 16)

unesp

As ondas de pressão que conduzem a informação sonora são originarias de eventos vibratórios envolvendo as mais diferentes superfícies. Se o arranjo ótico para a visão é resultado da densa rede de reverberação luminosa, que por sua vez depende da difusão de luz pelas diferentes superfícies de um *medium*, podemos entender o arranjo acústico como descrito por Keller (2001, p 1), de acordo com a citação: *Reflection produced by the surrounding space are combined with waves which come directly from the object.* Esse arranjo acústico é o resultado da complexa sobreposição dos diferentes campos de vibração mecânica advindos de eventos vibratórios sobre o fluxo de tempo.

Para uma acústica ecológica parece ser importante levar em conta as características da superfície e as conseqüências que decorrem de tais características durante a produção ou reflexão de eventos vibratórios. O arranjo acústico é formado pela vibração emitida por determinadas superfícies e refletida por outras. A informação contida neste arranjo acústico é denominada, segundo a abordagem ecológica, como de alta ordem[83], e nosso sistema perceptivo está sintonizado, afinado para acessar, o tipo de informação necessária.

Se para a óptica ecológica Gibson afirma que a luz difusa é mais importante do que a luz que se propaga em linha reta, para a investigação do reconhecimento de padrões sonoros orientados por uma acústica ecológica também parece ser mais importante o conjunto de freqüências *mixadas*[84] (a densa rede de reverberação), em vez das freqüências puras[85]. Segundo Gibson as ondas provenientes de variações de pressão na atmosfera nos informam de onde vem o som (princípio de localização) e que o tipo de distúrbio mecânico (princípio de reconhecimento da fonte sonora).Na borda frontal da onda (*wave front*) há informação sobre localização, e na continuação

[83] Que depende do fluxo temporal, e não pode ser analisado sem que se leve em conseqüência esse contínum.
[84] Misturadas.
[85] Entendo aqui por freqüência pura um som com altura definida (p. ex. uma senóide com 440 Hz).

da onda (*wave train*)[86] há informação para que se identifique a fonte sonora, ou o padrão sonoro específico.

O autor parte de parâmetros físicos do som e passa a abordá-los ecologicamente. Assim em vez de pensar sobre duração do som, Gibson prefere pensar em inícios e finais abruptos, repetições, regularidades, ritmo. Em vez de pensar em altura como freqüência pura, ele prefere propor timbre, ou combinações constantes de timbres. E em vez de pensar em intensidade, Gibson propõe pensar em direção do som no espaço.

A apresentação da noção de sistema perceptivo é de fundamental importância para o entendimento da explicação ecológica para a tarefa do reconhecimento de padrões sonoros. E é também de fundamental importância para a estruturação das teorias da abordagem ecológica em geral. Nosso objetivo nesta etapa do estudo é destacar o ouvido como sistema auditivo, sendo um dos sistemas perceptuais do ser humano.

De acordo com Gibson, o ser humano desenvolveu cinco maneiras de adquirir informações no meio. Essa detecção de informação é realizada por cinco sistemas perceptivos e são classificados como cinco modos de atenção externa: sistema de orientação básica, sistema auditivo, sistema tátil (*haptic system*), sistema gustativo e sistema visual. O sistema auditivo compreende a orelha, todo o ouvido bem como todo os chamados mecanismos e vias centrais da audição. Para a abordagem ecológica, o cérebro não está só, e para a compreensão do funcionamento da atividade perceptiva o foco não deve estar apenas nele (no cérebro), mas deve estar no chamado *loop-neural* entre todo o sistema perceptivo. Segundo Gibson (1966) o que orienta a ação dos órgãos perceptivos é o denominado *loop* ressonante entre o sistema perceptivo e o meio-ambiente.

A noção de sistema perceptivo, portanto se distingue da noção de órgão sensorial que passivamente recebe uma certa energia como estímulo e envia uma

[86] Termo utilizado por Gibson para identificar a continuação, a seqüência da onda após sua borda.

unesp

informação que após um dispendioso processamento estará apta a ser decodificada pelo cérebro, como propõe o processamento de informação. Ainda segundo o autor o sistema auditivo presumivelmente evoluiu para detectar um tipo específico de informação estruturada no meio-ambiente.

Para o caso específico deste estudo, o reconhecimento de padrões sonoros, pode-se entender que o ouvido detecta e identifica a fonte sonora e sua localização através de um mecanismo de *loop* ressonante entre o sistema perceptivo e a informação estruturada e disponível no meio-ambiente. Cabe lembrar que, de acordo com noções da fisiologia tradicional os órgãos do sentido são receptores de um certo estímulo energético que é convertido em pulsos elétricos e caminham para ser processados no cérebro. Como podemos observar a noção de sistema perceptivo explica o reconhecimento de padrão não como resultado do processamento de informação, embora haja atividade interna, mas como resultado de detecção, seleção e identificação de informação no meio. Gibson (1966) propõe, portanto que se passe a entender os denominados órgãos dos sentidos, por *sistemas perceptuais*. E isso acarreta uma modificação em conceitos que são fundamentais para a construção da explicação e descrição da atividade de reconhecimento de padrões sonoros.

5.3 A teoria da aquisição de informação na tarefa do reconhecimento de padrões sonoros

Tal teoria pode mesmo ser considerada uma descrição da atuação de um sistema perceptivo em um meio ambiente específico. A chamada teoria da detecção de informação, segundo Gibson (1966), difere em diversos aspectos conceituais das teorias baseadas em sensação.

O que há de novo na teoria da aquisição de informação?[87] De acordo com Gibson (1979) cinco itens diferenciam radicalmente a teoria da detecção de

[87] *What is new about the pickup of information?* (Gibson, 1979/1986, p. 239)

unesp

informação de outras teorias ligadas à sensação para o estudo da percepção, de acordo com a citação que segue:

> *First, it involves a new notion of perception, not just a new theory of the process. Second, it involves a new assumption about what there is to be perceived. Third, it involves a new conception of the information for perception, (...). Fourth, it requires the new assumption of perceptual systems (...). Finally, fifth, optical information pickup entails an activity of the system not theretofore imagined by any visual scientist, the concurrent registering of both persistence and change in the flow of structured stimulation.* (Gibson, 1979/1986. p.239).[88]

Podemos observar que Gibson (1966) nos apresenta três questões sobre percepção que modificam seriamente o entendimento tradicional de tal conceito. Tais questões são: *How much does perceiving depend on organs? How much does it depend on the growth? How much does it depend on experience?*[89] (Gibson, 1966, p.268).

Respondendo à primeira das questões acima, o autor nos lembra a possibilidade da redundância de informação em um mesmo estímulo energético acessado por mais de um sistema perceptivo (modos de atenção)[90]. Observamos então que um dado órgão do sentido (parte de um sistema perceptivo) pode ser substituído, ao menos em algumas situações, pela atuação de um outro sistema perceptivo.

Para responder a segunda questão Gibson (1966) trata do desenvolvimento (aprendizagem) que há em função de ajustes do sistema perceptivo,

---

[88] Primeiro, isso envolve uma nova noção de percepção, não apenas uma nova teoria do processo. Segundo, isso envolve uma nova hipótese sobre o que há para ser percebido. Terceiro, isso envolve uma nova concepção de informação para a percepção. (...) Quarto, isso requer uma nova hipótese de sistema perceptual (...). Finalmente, quinto, a coleta da informação ótica acarreta uma atividade não imaginada de forma evidente por nenhum cientista visual o registro concorrente de ambos persistência e mudança no fluxo da estimulação estruturada. (tradução nossa)

[89] Quanto o percebedor precisa de seus órgãos do sentido? O quanto ele (o percebedor) depende do desenvolvimento de seu órgão do sentido? E, o quanto o desenvolvimento do órgão do sentido depende da experiência? (tradução nossa)

unesp

causando assim melhor (de modo otimizado) acesso às informações no meio-ambiente. Segundo o autor, o sistema perceptivo se desenvolve (aprende) durante toda sua vida. Podemos pensar que o sistema evolui também enquanto espécie, e não apenas enquanto indivíduo. Por fim, parece haver uma ligação entre a terceira questão e a segunda, uma vez que o autor expressa que a experiência gera o desenvolvimento do sistema perceptivo.

Posto dessa maneira, a idéia da percepção direta é apresentada como sendo uma espécie de sintonização[91], ou ajuste entre o percebedor e seu meio. Conforme observamos, não há mediação entre objeto do mundo e percebedor. A perspectiva ecológica descreve a relação como direta, porque considera que o percebedor é ativo, se movimenta no seu meio em busca de informação, e ele busca informação diretamente do fluxo energético que o envolve. No caso da percepção visual, o sistema perceptivo visual se movimenta, os olhos (que estão em constante movimento)[92] estão na cabeça, que é móvel e por sua vez está sobre o corpo, que também é móvel.

Com o sistema auditivo ocorre o mesmo, os ouvidos também estão na cabeça do ser humano. Por isso Gibson sempre fala em sistema ouvidos/cabeça. Podemos observar as orelhas de um cão (boxer), por exemplo. Elas só param de se movimentar quando ele está concentrado em algo, ou quando ele está dormindo. Na grande maioria do tempo suas orelhas estão em movimento. São movimentos bem pequenos e muito rápidos, lembra uma antena se ajustando para captar melhor o sinal, ou para verificar os sinais que estão presentes.

A abordagem ecológica e a teoria da aquisição de informação não têm necessidade de propor um processador central, nem de afirmar que o estímulo recebido vem empobrecido e é melhorado durante o processamento. A informação presente no estímulo já está pronta, estruturada de forma complexa, e não necessita

---

[90] segundo afirmamos na sub-seção anterior.
[91] *tuning*

unesp

de processamento interno. Ocorre o que Gibson denomina auto-ajuste da percepção. Esse auto-ajuste é realizado continuamente pelo próprio loop ressonante entre o percebedor e seu meio como afirma o autor na citação que segue:

> *(...) the action of the nervous system is conceived as a resonating to the stimulus information, not a storing of images or a connecting up of nerve cells. (...) A perceiving is a* ***self-tuning*** *system*[93]. (Gibson, 1966 p.271).

Não se trata de negar a atividade do sistema nervoso como um todo (e com todas as suas particularidades) durante atividades perceptivas, mas de entendê-la como acoplada mutualisticamente à um meio-ambiente específico e em busca de um tipo também específico de informação para o qual tal sistema está ajustado, ou afinado. Essa noção de auto-ajuste (self-tuning) é bastante interessante porque divide a responsabilidade do controle de ajuste entre o percebedor e o meio. Não é de autoria exclusiva de nenhum dos dois, mas produto de sua interação.

É importante que ressaltemos que para Gibson a noção de informação é descrita como uma seta bi-direcional, com uma ponta para o percebedor e outra para o meio-ambiente. Assim a noção gibsoniana de informação é caracterizada por Michaels e Carello (1981, p. 39) como: *(...) a dual concept whose components can be described as information-about and information-for.*[94] Por informação-para, podemos entender um tipo de informação que especifica ou disponibiliza um conjunto restrito de ações no meio-ambiente; e por informação-sobre, podemos entender a informação que permite identificar e reconhecer a estrutura do objeto percebido no meio-ambiente.

---

[92] Segundo notas de aulas do professor Dr. Sérgio Tosi, no programa de pós-graduação em Filosofia na Unesp, Marília, no primeiro semestre de 2001.

[93] (...) a ação do sistema nervoso é concebida como uma ressonância à informação do estímulo, e não como um armazenamento de informação ou conexões entre celulas nervosas. (...) O percebedor é um sistema *auto-sintonizável* (grifo do autor) (tradução nossa)

[94] (...) um conceito dual cujos componentes podem ser descritos como informação-sobre e informação-para.

unesp

De acordo com Michaels e Carello (1981, p. 40), muito da noção de informação-sobre está expresso na noção de invariante, que pode ser descrita como: *patterns of stimulations over time and/or space that are left unchanged by certain transformation*[95]. E segundo as autoras temos ainda que considerar dois tipos de invariantes, uma invariante estrutural e outra transformacional. A primeira (invariante estrutural) é considerada como o conjunto de aspectos que se mantém constante (invariante) durante a modificação de outros aspectos. E a segunda (invariante transformacional) especifica um estilo de mudança comum a uma classe de transformações que ocorrem sobre certas estruturas. (Michaels e Carello, 1981, p. 40).

O segundo aspecto da noção gibsoniana de informação, denominado informação-para, pode ser descrito e compreendido a partir da noção gibsoniana de affordance[96]. Gibson (1979) apresenta a noção de affordance como sendo a percepção direta do significado. Perceber algo é perceber o que esse algo significa e conseqüentemente possibilita, permite ('affords'). Nesse sentido a noção de affordance pode ser entendida como o conjunto de possibilidades de ação gerado a partir da percepção de determinado evento. Nas palavras de Gibson: *The affordances of environment are what it offers the animal, what it provides or furnishes, either for good or ill. (Gibson, 1979, p.127).*

Passemos agora a considerar como podemos descrever a informação sonora de acordo com o que propõe tal teoria. Os exemplos de detecção de affordances que Gibson (1979) utiliza, são praticamente todos para a percepção visual. Mas analogamente ao que o autor considera como affordance detectado pelo sistema visual, podemos pensar que eventos sonoros possibilitam, permitem e sugerem determinados tipos de comportamentos de acordo com seus significados detectados pelo percebedor em um contexto específico. Como um exemplo de

---

[95] Padrões de estimulação sobre o tempo e/ou espaço que não se alteram sob certas transformações. (tradução nossa)

unesp

affordance sonoro, podemos pensar em um atleta (corredor) que espera ouvir o som do tiro para começar a corrida. Nesse caso, o estampido provocado pela explosão da pólvora sugere que o percebedor deve sair correndo o mais rápido possível se seu objetivo for vencer a prova. Por outro lado, se ouvirmos o som de um tiro em um escritório, nosso comportamento será buscar proteção. Ou seja, o mesmo padrão sonoro, em um contexto diferente vai gerar affordances diferentes.

Para o propósito de descrever o reconhecimento de padrões sonoros, ou identificação de tais padrões, como propõe Gibson (1966 e 1979), é de suma importância que se possa realizar uma descrição de como se apresentam as invariantes acústicas. Retomemos então a noção de informação de alta-ordem e baixa-ordem, cabe lembrar que para Gibson a noção de alta-ordem envolve entrada de informação levando em consideração o fluxo do tempo. E conseqüentemente, a informação de baixa-ordem leva em conta características estáticas onde o fluxo temporal não é determinante para sua percepção (Michaels e Carello, 1981, p. 25). Para pensarmos em invariantes acústicas podemos partir dos parâmetros físicos e buscar uma descrição deles enquanto parâmetros ecológicos, focando a relação que se estabelece entre sua estrutura física específica para um percebedor em um dado contexto.

A acústica física tradicional propõe quatro parâmetros físicos para o som: altura (freqüência da onda), intensidade (amplitude da onda), duração (tempo que a onda permanece em um dado campo acústico) e timbre (realce de parciais na série harmônica). Para a acústica ecológica tais parâmetros têm outra descrição. Assim, intensidade pode ser uma invariante para informar localização da fonte sonora no espaço. Duração, pode ser tida como regularidade ou não regularidade, ritmo, ou padrões de organização das durações dos sons. Quanto à altura, Gibson (1966) argumenta sobre a não necessidade de atenção para alturas definidas e

---

[96] Não iremos traduzir o termo *affordance* por que não se encontra um correspondente adequado na língua portuguesa.

unesp

absolutas, mas para padrões complexos de muitas freqüências mixadas, o que traz mais semelhança com timbre do que com altura.

Interessa pouco, para uma acústica ecologicamente orientada, bem como para o reconhecimento de padrões sonoros no dia-a-dia, as freqüências fixas resultantes e absolutas, interessam mais os padrões dinâmicos de séries harmônicas resultantes de todo o conjunto dos espectros dispostos em um determinado campo sonoro[97]. Assim a noção de timbre desempenha um papel essencial para o reconhecimento de padrões sonoros para a abordagem da teoria da aquisição de informação. Se nos guiarmos pelo modelo proposto por Gibson (1966 e 1979) para descrever as atividades perceptuais, podemos afirmar que o reconhecimento de padrões sonoros é basicamente reconhecimento timbrístico, uma vez que o timbre é o resultado da influência de todos os outros parâmetros (altura, intensidade e duração). Lembremos também o que Gibson considera como mistura de freqüências (Gibson 1966, p. 16), de uma densa rede de reverberação. Para a tarefa de reconhecimento de padrões o timbre pode ser mais bem descrito se for pensado não como o realce de harmônicos da série harmônica de uma freqüência específica. A noção de timbre que parece ser requerida aqui é completamente diferente do que a tradição da psicoacústica ou da própria acústica oferecem, ela se refere à dinâmica de um conjunto dos realces de todas as séries presentes em dado campo sonoro. Nas palavras de Gibson, um arranjo de alta-ordem, uma densa rede de reverberação.

Assim encerramos esse capítulo sobre a abordagem ecológica e reconhecimento de padrões sonoros. Tivemos como principais objetivos apresentar a proposta da teoria da aquisição de informação para o estudo da tarefa de reconhecimento de padrões sonoros. Para desenvolver o capítulo optamos por estruturá-lo em duas seções. A 5.2 onde buscamos apresentar alguns conceitos centrais para a abordagem ecológica, como *environment, medium, surface, substances, optic array* entre outros. Partimos de conceitos utilizados para a ótica

unesp

ecológica por Gibson e propusemos o entendimento de tais conceitos para uma acústica ecológica. Como segunda parte da seção 5.2 apresentamos a noção gibsoniana de sistema perceptivo, bem como de algumas de suas implicações para o entendimento da tarefa de reconhecimento de padrões sonoros. Entender o ouvido como parte de um sistema perceptual faz toda a diferença para o estudo da percepção. E por fim a seção 5.3 tratou especificamente da teoria da aquisição de informação (*theory of information pickup*) como uma descrição da atividade do sistema perceptual em um ambiente específico. No capítulo 6 buscaremos tecer algumas considerações sobre possíveis relações entre aspectos conceituais advindos da abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros e o desenvolvimento de técnicas e procedimentos em composição musical.

6. CONSIDERAÇÕES SOBRE POSSÍVEIS RELAÇÕES ENTRE A ABORDAGEM ECOLÓGICA DO RECONHECIMENTO DE PADRÕES SONOROS E O DESENVOLVIMENTO DE PROCEDIMENTOS DE COMPOSIÇÃO MUSICAL

6.1 Apresentação

O presente capítulo é o último da dissertação e consideramos importante ressaltar que seu objetivo é muito mais endereçar algumas das possíveis questões importantes como potenciais temas para pesquisa futura, do que realizar conclusões definitivas. Durante todo o curso desse estudo buscamos apresentar como

[97] Gibson utiliza o termo *campo sonoro* em diferentes ocasiões na obra de 1966. Entendemos campo

unesp

se encontra a investigação acerca do reconhecimento de padrões sonoros no contexto da ciência cognitiva. E o que pudemos observar foi que há basicamente duas vertentes se levarmos em consideração um dos conceitos que tem sido central na discussão aqui proposta: o conceito de representação interna/mental.

Com relação à utilização ou não de tal conceito a ciência cognitiva vem desenvolvendo basicamente essas duas vertentes, uma representacionista e outra não representacionista. Procuramos descrever no presente estudo um panorama geral que teve início com a apresentação de um contexto mais amplo do estudo da percepção para a ciência cognitiva. Na seqüência buscamos ajustar o foco especificamente na descrição da atividade de reconhecimento de padrões sonoros. Para tanto apresentamos no capítulo 3 algumas noções que consideramos fundamentais e preliminares para o bom entendimento das teorias descritas nos capítulos posteriores.

Assim, no capítulo 4 apresentamos duas teorias relativas à abordagem do processamento de informação, Bregman (1993) e McAdams (1993). Tais teorias encontram-se alinhadas ao paradigma representacionista. No capítulo 5 apresentamos o que denominamos uma abordagem ecológica para a descrição do reconhecimento de padrões sonoros, baseada na apresentação da teoria da aquisição de informação (Gibson, 1996).

Nosso interesse agora, uma vez apresentada a estrutura conceitual da abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros, é utilizar tal estrutura conceitual como fundamento para o desenvolvimento de técnicas e estratégias de composição musical. É importante ressaltar também que estamos nos remetendo a um tipo específico de música contemporânea, e que pode ser designada amplamente como música eletroacústica. Nesse capítulo 6 iniciaremos descrevendo e analisando um modelo que se denomina baseado em dados advindos da abordagem ecológica para o estudo do reconhecimento de padrões sonoros (Keller, 2001). Posteriormente

---

sonoro como campo de audição possível para um ouvinte.

unesp

apresentaremos uma discussão sobre tal modelo, pensando em termos de seus alcances e limitações.

6.2 Descrição de modelo composicional ecológico

Baseando-se em estudos ecológicos da percepção sonora, Truax, (1996) afirma que: *Based in work of R. M. Schafer (1977), two new areas of music research opened: acoustic ecology and soundscape composition*[98]. Keller (2001), também apoiado nos mesmos estudos desenvolve o que ele denomina como abordagem ecológica para a composição musical. Sua intenção é utilizar os resultados de pesquisas na área de percepção sonora, especificamente percepção de ambientes sonoros, como referenciais para novas perspectivas em técnicas composicionais. Ele então coloca o reconhecimento de sons como o axioma central que liga mecanismos de produção sonora a processos de percepção sonora, e a contextos naturais e culturais. (Keller, 2001, p.1 – *EcoComposition*). Na citação que segue, o autor sumariza o que, na sua opinião, sugere um modelo ecológico:

> *The ecological approach suggests that time be parsed into informationally relevant events. The perceptual system is constantly searching for new patterns of information. Thus attention-processes are triggered by organized transformation, not by redundancy or randomness. As we have discussed, this transformation can be tracked by co-dependent variables, at several levels, changing at strictly constrained rates. Thus, to define ecologically meaningful sound events the grain distributions and sample based process have to be controlled from parameters defined by a higher level transformations*[99] (Keller, 2001, p. 4 *EcoModels*).

[98] Baseado no trabalho de R. M. Schafer (1977), duas diferentes áreas de pesquisa musical abrem-se: ecologia acústica e composição de paisagens sonoras (Truax, 1996)

[99] A abordagem ecológica sugere que o tempo seja analisado em eventos informacionalmente importantes. O sistema perceptual está constantemente buscando novos padrões de informação. Então, processos atencionais são alavancados para organizar transformações, não por redundância ou

unesp

Essa é uma citação muito rica, porque apresenta muitas noções importantes para a fundamentação do modelo ecológico, dentre as quais podemos destacar, *eventos informacionalmente relevantes*, ou a própria noção gibsoniana de *sistema perceptual* (Gibson, 1966), ou ainda a noção de *eventos sonoros ecologicamente significativos*.

Dando continuidade à descrição das características da abordagem ecológica para composição, Keller (2001) retoma a noção gibsoniana de *evento*. Focando as divergências entre as teorias da percepção tradicionais e a teoria da percepção direta de Gibson, Michaels e Carello apresentam como uma das diferenças estar no fato de que as primeiras consideram o estímulo, enquanto a abordagem ecológica propõe a consideração do evento. Podemos ler:

> *If events are the significant unit of the world, the world must be described in a way that preserves their integrity. The world must be described in terms of both time and space. And if, as we argued earlier, the dimensions of stimuli must reflect the dimensions of that which they specify, stimuli (information) too, must be described in terms of both space and time. Thus information, like the events it specifies, lasts over time. This is in bold contrast to the position described earlier, that the "stimuli" for vision are in a narrow interval called "now".*[100]
> (Michaels e Carello, 1983, p. 10)

A partir dessa noção de evento, como alternativa ao que a tradição da acústica, fisiologia, ou psicoacústica, entendiam como estímulo, Keller propõe: *Instead of*

---

aleatoriedade. Como nós temos discutido, essas transformações podem ser localizadas, rastreadas (*tracked*) por variáveis co-dependentes, em diversos níveis, mudando com razões estritamente constritas. Então para definir ecologicamente eventos sonoros com significado, a distribuição granular e o processo de *sample* (extração do *sample*) têm que ser controlados por parâmetros definidos por transformações de nível superior. (Tradução livre)

[100] Se eventos são unidades significantes do mundo, o mundo deve ser descrito de um modo que preserve sua integridade. O mundo deve ser descrito em termos de ambos espaço e tempo. E se, como temos argüido anteriormente, as dimensões do estímulo devem refletir as dimensões com as quais se especifique, estímulo (informação), também, devem ser descritos em termos de ambos espaço e tempo. Então informação, como o evento a especifica, está sobre o tempo. Isso fica em nítido

unesp

working from the assumption of an absolute time which is detached from actual occurring events, we propose a model where time is parsed in event-dependent chunks.[101] (2001, p 4 – *Eco-Models*). Assim, o autor afirma que o evento sonoro pode ser descrito pela interação de dois sistemas: (...) *excitation and resonance. The excitation establishes a temporal pattern of energy input. The resonance produces a pattern of energy dissipation*[102] (Keller, 2001, p 5 *EcoModels*). A abordagem ecológica pressupõe esses padrões, ou arranjos de energia, como padrões de alta-ordem, ou seja, ocorrendo sob o fluxo temporal. Assim, torna-se possível descrever os processos de formação de padrões timbrísticos, por exemplo, como padrões de alta-ordem, levando-se em conta, portanto, o tempo e espaço em que ocorre tal evento. E, como propõe o autor, tal descrição pode ser realizada com a utilização de algoritmos específicos.

Segundo Keller, a maior vantagem do modelo ecológico é a habilidade de se trabalhar em vários níveis temporais independentemente. O autor parte das escalas de tempo de McAdams (1993), que considera: micropropriedades como entre dez e mil milesegundos, e macropropriedades como muitos segundos. Keller introduz um *meso-level*, e readequa a classificação das escalas de tempo em: nível *micro-temporal*, abaixo de dez milesegundos; nível *meso-temporal*, entre dez milesegundos e muitos segundos; nível *macro-temporal*, entre muitos segundos e horas; e também um nível específico para contextos naturais e culturais, onde se deve considerar as convenções sonoras do ambiente, incluindo o homem e os sons por ele gerados no seu dia-a-dia.

Podemos resumir que Keller (2001) entende que o objetivo de um modelo de composição com base ecológica é: gerar ambientes sonoros naturais e

---

contraste com a posição descrita anteriormente onde o estímulo para visão é um pequeno, apertado, intervalo denominado "agora". Tradução nossa.

[101] Ao invés de trabalharmos com a hipótese do tempo absoluto, destacado da ocorrência atual do evento, nós propomos um modelo onde o tempo é analisado em trechos (*chunks*) de eventos dependentes. Tradução nossa.

[102] (...) excitação e ressonância. A excitação estabelece um padrão temporal de input energético. A ressonância produz um modelo de dissipação energética. Tradução nossa.

unesp

culturais, através de processamento simultâneo em três níveis de tempo (*micro, meso e macro-temporal*), tendo em conta a interação entre processos de excitação de fontes sonoras e de estruturas ressonantes. Para alcançar seus objetivos, o autor explicita seu método:

> *Our compositional method relies on using recognizable sound sources, keeping a consistent spatial placement of the sound material and applying ecologically-feasible transformations on the sources. These transformations provide the basic compositional strategies of our method. Thus the minimal compositional element is the sound event, an ecologically meaningful unit. The macro-organization of the materials is a result of the interactions of events at a meso and micro level. Finally, meso and micro level transformations consist of a single ecologically-based process: model interaction.*[103] (Keller, 2001, p 1 *EcoModels*).

Continuando, o autor afirma ainda que:

> *Within a constrained parameter space, excitation patterns interact with resonant systems. This process provides material, which is consistent with real-world sound production. The temporal organization of the events is defined by time-patterns that occur, or at least, might occur, in real-world situations, such as scraping, pouring, etc. The spectral transformations are done by means of resonant structures that fall within common broad cases: woods, metals, glasses, strings.*[104] (Keller, 2001, p 1 *EcoModels*).

---

[103] Nosso método composicional reside em utilizar fontes sonoras reconhecíveis, considerando uma alocação espacial consistente do material sonoro e aplicando transformações ecologicamente possíveis nessas fontes. Essas transformações provêm as estratégias composicionais básicas de nosso método. Assim, o elemento composicional mínimo é o evento sonoro, uma unidade ecologicamente significativa.. A macro-organização dos materiais é um resultado das interações de eventos no meso e micro-níveis. Finalmente, transformações de meso e micro-níveis consistem em um simples processo ecologicamente baseado: interação de modelo. Tradução nossa.

[104] Em um constrito espaço de parâmetros padrões de excitação interagem com sistemas ressonantes. Esse processo provém material que é consistente com a produção sonora no mundo-real. As organizações temporais dos eventos são definidas por padrões temporais que ocorrem, ou ao menos,

unesp

Assim, postula-se a necessidade de uma classificação das fontes sonoras e dos meios ambientes sonoros. Essa classificação é dada com base nos diferentes tipos de relações entre fontes excitatórias e corpos ressonantes. De certa maneira as duas citações acima resumem muito bem qual é o objetivo e o método do modelo composicional apresentado por Keller (2001). Ele se propõe a criar ambientes sonoros utilizando um método de síntese granular ecologicamente baseado[105]. Esse método de síntese granular caracteriza-se principalmente por utilizar funções não lineares para controlar a distribuição do fluxo granular; e por se apresentar como uma: "*technique that produces environmental-like sound using sampled sound grains and meso-time control functions.*"[106] (Keller e Truax, 1998).

Dessa maneira encerramos a apresentação do modelo ecológico de síntese granular, para criar ambientes sonoros e manipular eventos ecologicamente significativos. Passemos a observar seus limites e alcances, como propõe a próxima seção.

6.3 Limites e alcances do modelo descrito

Consideramos o modelo de composição ecológica de Keller (1999) um exemplo de técnica composicional, que leva em conta subsídios da abordagem ecológica para a percepção sonora, com isso tal modelo coloca como eixo central o

---

podem ocorrer em uma situação no mundo-real, tal como algo se espedaçar, ou chover torrencialmente. As transformações espectrais são completas por significados de estruturas ressonantes que caem em casos amplamente comuns: madeiras, metais, vidros e cordas. Tradução nossa.

[105] Não é objetivo do presente estudo um maior detalhamento da implementação da síntese granular ecologicamente baseada.

[106] Técnica que produz sons do meio-ambiente utilizando sons de grãos sampleados e funções de controle em meso-nível.

unesp

reconhecimento sonoro, e propõe que a esse eixo encontram-se ligados mecanismos de produção sonora e percepção sonora. Keller e Truax (1998) propõem que se atue através de síntese granular, com funções não-lineares controlando o fluxo de grãos, e utilização de controle de organização no nível *meso-temporal*. Assim o modelo ecológico produz ambientes sonoros específicos a partir de algoritmos que levam em conta a formação de padrões de alta-ordem.

Como afirmamos na abertura do último capítulo, nossa intenção na presente seção é apontar possibilidades de relações entre o conteúdo desenvolvido por estudos em reconhecimentos de padrões sonoros na ciência cognitiva dinâmica, especificamente na abordagem ecológica e o desenvolvimento de estratégias e técnicas em composição musical. Pudemos observar na descrição do modelo composicional de Keller (1999) que sua intenção era exatamente implementar um modelo de tal relacionamento.

De acordo com abordagem ecológica (Gibson, 1966 e Keller,1999) a descrição do reconhecimento de padrões sonoros tem íntimo envolvimento com a descrição de parâmetros sonoros. Conforme apresentamos no capítulo 2 e 5, tais parâmetros, se considerados a partir do paradigma tradicional na acústica física e psicoacústica não são adequados para a descrição ecológica. Retomando o que foi afirmado nos referidos capítulos, Gibson (1966 e 1979) propõe um outro nível de análise, diferente do nível físico, o que ele denomina nível ecológico.

Nesse sentido o primeiro tópico que apontamos como relevante para ser desenvolvido em direção ao relacionamento entre abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros e aspectos da composição musical é o desenvolvimento de uma descrição dos parâmetros do som no nível ecológico. Pensamos que isso é de fundamental importância para que se estabeleça um conjunto específico de conceitos que fundamentem e orientem as propostas. Um exemplo que

unesp

pode ser tomado é o parâmetro timbre, as duas abordagens (do processamento de informação e ecológica) diferem nitidamente na sua descrição[107].

Podemos pensar também que se o desenvolvimento de novas teorias da percepção sonora vai ter papel fundamental para gerar novas técnicas de composição, conseqüentemente o aparecimento dessas novas técnicas tende a ser a base para novas estéticas e novos sistemas musicais. Dessa forma notamos que o aparecimento de procedimentos técnicos específicos pode ser enriquecido se levarmos em consideração a mudança de paradigma (representacionismo – não representacionismo) que a presente dissertação buscou apresentar e analisar. O relacionamento entre conceitos advindos do estudo do reconhecimento de padrões segundo a abordagem ecológica fornece uma nova maneira de se observar e descrever o relacionamento entre o ouvinte e o som.

Os aspectos de tal descrição são utilizados por Keller como recurso para desenvolver uma técnica de controle do fluxo granular. E assim como o autor toma um desses aspectos e o disponibiliza em forma de procedimento de manipulação para estruturação sonora, outras características ecológicas do reconhecimento de padrões podem ser levadas em conta e aplicadas em diversos outros níveis de estruturação e mesmo de outras etapas do processo composicional, como a gravação do som, por exemplo.

Dessa forma pensamos que pode ser desenvolvida toda uma metodologia para orientar procedimentos técnicos para a produção de música levando em conta as características ecológicas do reconhecimento de padrões sonoros. Assim poderiam ser aplicados procedimentos ecologicamente orientados nas diferentes maneiras de fazer música. Se tomarmos o exemplo da composição de paisagens sonoras, podemos propor que desde a etapa da gravação dos ambientes originais (iniciais), até as etapas de edição e estruturação dos planos sonoros, sejam

[107] Ver capítulo 5 e 'Uma abordagem ecológica do timbre' (Oliveira e Oliveira, em preparação)

unesp

adotados procedimentos técnicos que levem em conta a descrição ecológica do reconhecimento de padrões sonoros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esperamos ter contribuído com uma descrição adequada do panorama do estudo da percepção, e especificamente do reconhecimento de padrões sonoros na ciência cognitiva. E também esperamos ter apontado, sobretudo no capítulo 6,

unesp

algumas perspectivas sobre as possibilidades de relação entre a abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros e o desenvolvimento de tecnologia em composição musical.

Em resumo nosso estudo teve a seguinte estruturação: no primeiro e segundo capítulos tratamos basicamente das duas vertentes (representacionista e não representacionista) na ciência cognitiva. Apresentamos uma introdução às propostas do programa cognitivista clássico, aplicado na inteligência artificial, e também aspectos da estrutura conceitual da proposta conexionista.

No capítulo 3 buscamos apresentar conceitos ligados à fisiologia da audição, memória e aprendizagem, enquanto conceitos preliminares e fundamentais para a apresentação de teorias sobre o reconhecimento de padrões sonoros, que seriam descritas nos capítulos seguintes. Pudemos observar que a utilização ou não da noção de representação mental para explicar e descrever atividades inteligentes, como o reconhecimento de padrões sonoros, acaba por estar intimamente relacionada com a adoção de conceitos específicos de memória e aprendizagem.

O capítulo 4 tratou basicamente das teorias de Bregman (1993), referente à descrição da análise da cena auditiva, e de McAdams (1993) especificamente sobre reconhecimento de fontes e eventos sonoros. As duas teorias são envolvidas com o paradigma do processamento de informação, e conseqüentemente trabalham com a noção de representação mental. O capítulo 5 por sua vez, apresenta a versão da abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros. Tratamos basicamente da descrição de conceitos fundamentais da teoria da aquisição de informação (Gibson, 1966). Essa teoria não utiliza a noção de representação mental para descrever o reconhecimento de padrões. Para a abordagem ecológica a percepção é direta, não é necessária a postulação da noção de representação mental para descrever o reconhecimento de padrões, e por isso ele não é mais considerado como comparação (entre uma representação oriunda do sinal de entrada com uma outra já armazenada na memória), mas como identificação por

unesp

ressonância de um *loop* entre o percebedor e a informação estruturada e disponível no meio-ambiente.

Especificamente o capítulo 6 pretendeu ser um ensaio para reflexão sobre possibilidades das relações entre abordagem ecológica do reconhecimento de padrões sonoros e desenvolvimento de tecnologias em composição musical. Buscamos na seção 6.2 descrever brevemente um modelo denominado ecológico para a composição de ambientes sonoros. E na seção 6.3 nossa intenção foi especificamente analisar o alcance, e endereçar alguns aspectos possíveis do relacionamento citado acima.

Com isso concluímos esta investigação sobre o reconhecimento de padrões sonoros na ciência cognitiva, com ênfase na abordagem ecológica. Também pudemos observar perspectivas de aplicação dos dados obtidos com o presente estudo na elaboração de estratégias para composição musical. Esperamos que o presente estudo possa contribuir no sentido de encaminhar questões e possibilidades para um maior relacionamento entre o os conceitos advindos de pesquisas como a abordagem ecológica para o reconhecimento de padrões sonoros, e a elaboração e desenvolvimento de procedimentos técnicos em composição musical.

REFERÊNCIAS

ATLAN, H. *Entre o cristal e a fumaça*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1992.

unesp

BATESON, G. *Steps in ecology of mind.* Chicago: The University of Chicago Press, 1972.

BREGMAN, A. *Auditory scene analysis: hearing in complex environments.* In: McADAMS, S. e BIGAND, E. (Edits.) *Thinking in sound.* New York: Oxford University Press, 1993/2001.

CLARCK, A. *The presence of symbol.* [1992]. In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

CROWDER, R *Auditory memory.* In: McADAMS, S. e BIGAND, E. (Edts.) *Thinking in sound.* New York: Oxford University Press, 1993/2001.

DEBRUN, M *A idéia de auto-organização.* In: DEBRUN; GONZALES e PESSOA JR. (Org.) *Auto-organização: Estudos interdisciplinares.* Campinas: Centro de Lógica, Epistemologia e História da Ciência, 1996.

DENNET, D. *Lãs Ruedas de cococimento: el problema estructural de la IA.* In: BODEN, M. (Org.) *Filosofia de la Inteligencia artificial.* México: Fondo de Cultura Económica, 1994.

DENNETT, D. *Quining Qualia.* In: A. Marcel and E. Bisiach, eds, *Consciousness in Modern Science*, Oxford University Press 1988. Reprinted in W. Lycan, ed., *Mind and Cognition: A Reader*, MIT Press, 1990, A. Goldman, ed. *Readings in Philosophy and Cognitive Science*, MIT Press, 1993. [online] Disponível em http://ase.tufts.edu/cogstud/papers/quinqual.htm, em dezembro de 2001.

DRETSKE, F. *Knowledge and flow of information.* Oxford: Basil Blackwell Publisher, 1981.

EYSENC, M. *principles of cognitive psychology.* East Sussex: Psychology Press, 2001.

FODOR, J. e PYLYSHYN, Z. *Connectionism and cognitive architecture: a critical analysis.* [1988]. In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

GANONG, W. *Fisiologia médica.* Rio de Janeiro: Ed. Pretince-Hall do Brasil, 1998.

GARDNER, H. *A nova ciência da Mente.* São Paulo: Edusp, 1996.

unesp

GIBSON, J. J. *The senses considered as perception systems.* Boston: Houghton Mifflin Company, 1966.

GIBSON, J. J. *Ecological approach to visual perception.* Hillsdate: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, (1979) 1986.

GONZALES, M. E. Q. *A cognitive approach to visual perception.* Londres, 182 f. Tese (Doutorado em Filosofia. University of Essex), 1989.

GONZALEZ, M. E. Q.; DEL-MASSO, M. C. S.; BROENS, M. C. *Memory and self-organization.* Em preparação.

GONZALES, M. E. Q.; DEL-MASSO, M. C. S.; MANZOLLI, Jonatas. *Creativity and self-organization: Any contribution from cognitive science*? Marilia: 2000.

GREGORY, R.L. Visual illusion. In: PERCEPTION: mechanisms and models. San Francisco: W.H. Freeman and Company, 1972. p.241-51.

GUYNTON, A. e HALL, J. *Tratado de fisiologia médica.* Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1997.

HARTSHORNE, C; WEISS, P e BURKS, A (Eds.) *Collected Papers of Charles Sanders Peirce.* Cambridge: Harvard University Press, 1931-35 e 1958. vs. 1, 2, 5 e 7.

HASELAGER, W. *Embodied embedded cognition.* Manuscrito em preparação

HAUGELAND, J. *What is mind design?* [1996]. In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

IBRI, I. A. *Kósmos Noétós.* São Paulo: Ed. Perspectiva, 1992.

_____ *Notas de aula: Lógica da Descoberta.* Curso ministrado para o programa de pós-graduação em filosofia na Unesp – campus de Marília, primeiro semestre de 2001.

KANDEL, E.; SCHWARTZ, J. e JESSEL, T. *Fundamentos da neurociência e do comportamento.* Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 2000.

KELLER, D.; TRUAX, B. *Ecologically-based granular synthesis.* [online], 1998. Disponível em: http://www.sfu.ca/~dkeller/EcoGranSynth/EGSpaper.html Acesso em agosto de 2001.

KELLER, D. *Touch'n go: Ecological models in composition.* [online], 1999. Disponível em: http://www.sfu.ca/sonic-studio/EcoModelsComposition.html Acesso em agosto de 2001.

KELSO, J. A. S. Dynamic Patterns: The self-organization of brain and behavior. Cambridge: MIT Press, 1995.

LUND, N. *Attention and pattern recognition.* East Sussex, Routledge: 2001.

MARR, D. *Vision*: a computation investigation into the human representation and processing of visual information. New York: W.H. Freeman and Company, 1982.

McADAMS, S. *Recognition of sound sources and events.* In: McADAMS, S. e BIGAND, E. (Edits.) *Thinking in sound.* New York: Oxford University Press, 1993/2001.

McADAMS, S. *Audition: cognitive psychology of music.* Cambridge: MIT Press, 1996. [online]

McADAMS, S. *Perspectives on the contribution of timbre to musical structure.* Computer Music Journal, 23: 3, pp. 85-102. Cambridge: MIT Press, 1999.

McADAMS, S. e BIGAND, E. *Introduction to auditory cognition.* In: McADAMS, S. e BIGAND, E. (Edits.) *Thinking in sound.* New York: Oxford University Press, 1993/2001.

McGINN, C. *The character of mind.* New York, Oxford University Press, (1982) 1996.

MORAIS, S. R. *A questão das representações mentais na percepção visual.* Marília, 140f. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de Filosofia e Ciências, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

MICHAELS, C. F. e CARELLO, C. *Direct Perception.* Englewood Cliffs: Prentice-Hall, Inc., 1981.

NEWELL, A. e SIMON, H.S. *Computer science as empirical inquiry: Simbols and search.* [1976] In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

PEIRCE, C. *Semiótica.* São Paulo: Ed. Perspectiva, 1990.

PERDIGÃO, F. *Modelos do sistema auditivo periférico no reconhecimento automático da fala.* Coimbra, 255 f. Tese (Doutorado em Engenharia Eletrotécnica) – Universidade de Coimbra, 1997.

PRANTE, H. *Modelling judgements of environmental sounds by means of artificial neural networks.* Berlin, 165 f. Tese (Doktor der Naturwissenschaften) Technischen Universität Berlin.

RUMELHART, D. *The architecture of mind: a connectionist approach.* [1989]. In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

RUMELHART, D.; McCLELLAND, J. L.; HINTON, G. E. *Parallel distributed processing: Explorations in the microstructure of cognition.* Cambridge: MIT Press, 1986, v.1.

SANTAELLA, L. *A percepção: uma teoria semiótica.* São Paulo:Editora Experimento, 1993.

_____, L. *The development of Peirce's three types of reasoning: abduction, deduction, and induction.* [online] Disponível em http://www.pucsp.br/~lbraga/ em 27/09/2001.

SCHAEFFER, P. *Tratado dos objetos musicais.* Editora Universidade de Brasília, Brasília: 1993.

SELKURT, E. *Fisiologia.* Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan, 1979.

Van GELDER, T. *Dynamics and cognition.* [1996]. In: HAUGELAND, J. (Ed.) *Mind design II.* Massachusetts: Massachusetts Institute of Technology, 1997. 2ª Ed.

_____ *The dynamical hipotesis in cognitive science.* Behavior and Brain Sciences 21, p. 615-630, Cambridge University Press, 1998.

VARELA, F.; THOMPSON, E. e ROSCH, E. *A mente corpórea.* Lisboa, Instituto Piaget: 2001.

WINDSOR, W. L. *A perceptual approach to description and analysis of acusmatic music.* Sheffield, 228 f. Tese (Doutorado em Filosofia) - Universidade de Sheffield, 1995. [online]. Disponível em http://www.shef.ac.uk/uni/academic/I-M/mus/staff/wlw/lwhomepage.html, em 20/01/2002.

ZAMPRONHA, E. *Notas de aulas do curso "Música computacional e ciência cognitiva"*, ministrado no segundo semestre de 2001, no programa de pós-graduação em filosofia – área de concentração em ciência cognitiva e filosofia da mente, na Unesp – Marília – SP.

OLIVEIRA, A. *Reflexões sobre o reconhecimento de padrões sonoros na ciência cognitiva.* Marília, 2002. 115 p. Dissertação (Mestrado em Filosofia) – Faculdade de

Filosofia, Campus de Marília , Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

RESUMO

Esta dissertação realiza uma reflexão a respeito das diferentes abordagens da explicação da atividade de reconhecimento de padrões sonoros no contexto da ciência cognitiva. Não está no escopo desta pesquisa a discussão sobre a percepção ser ou não considerada cognição. Parte-se antes do pressuposto de que diferentes atividades perceptivas, entre elas o reconhecimento de padrões sonoros, podem ser observadas como atividades inteligentes e, como tais, podem ser consideradas como objeto de estudo para a ciência cognitiva. A dissertação está estruturada basicamente em três etapas. Na primeira etapa apresentamos no primeiro capítulo uma estrutura conceitual do estudo da percepção pela tradição representacionista, predominante desde os primeiros momentos na ciência cognitiva. Apresentamos conceitos referentes ao cognitivismo clássico e conexionismo, bem como algumas de suas semelhanças e diferenças. Ainda como primeira etapa, o segundo capítulo apresenta conceitos de teorias que consideramos alinhadas ao paradigma não representacionista da ciência cognitiva dinâmica para a descrição de atividades inteligentes. Na seqüência, como segunda parte, busca-se ajustar o foco descrevendo teorias sobre uma tarefa perceptiva específica, o reconhecimento de padrões sonoros. Abordamos alguns conceitos que consideramos fundamentais e preliminares para o entendimento de teorias sobre o reconhecimento de padrões sonoros. Apresentamos no terceiro capítulo uma revisão de alguns dos principais conceitos de fisiologia do ouvido humano e, em seguida, são apresentados e analisados os conceitos de memória e aprendizagem de acordo como são utilizados pelas abordagens que foram descritas na primeira parte. Como continuação da segunda etapa o quarto e quinto capítulos apresentam e analisam teorias sobre o reconhecimento de padrões sonoros, apoiadas nos dois paradigmas considerados até aqui para a ciência cognitiva (o representacionista e o não representacionista). Como terceira etapa, o sexto capítulo apresenta uma reflexão acerca das possibilidades de relacionamento entre os resultados de pesquisas em reconhecimento de padrões sonoros na ciência cognitiva, com certa ênfase na ciência cognitiva dinâmica, e o desenvolvimento de tecnologias em composição musical.

Palavras-chave: percepção sonora, reconhecimento de padrões sonoros, ciência cognitiva, acústica ecológica.

OLIVEIRA, A.L.G. *Reflections about sound pattern recognition in the cognitive science.*

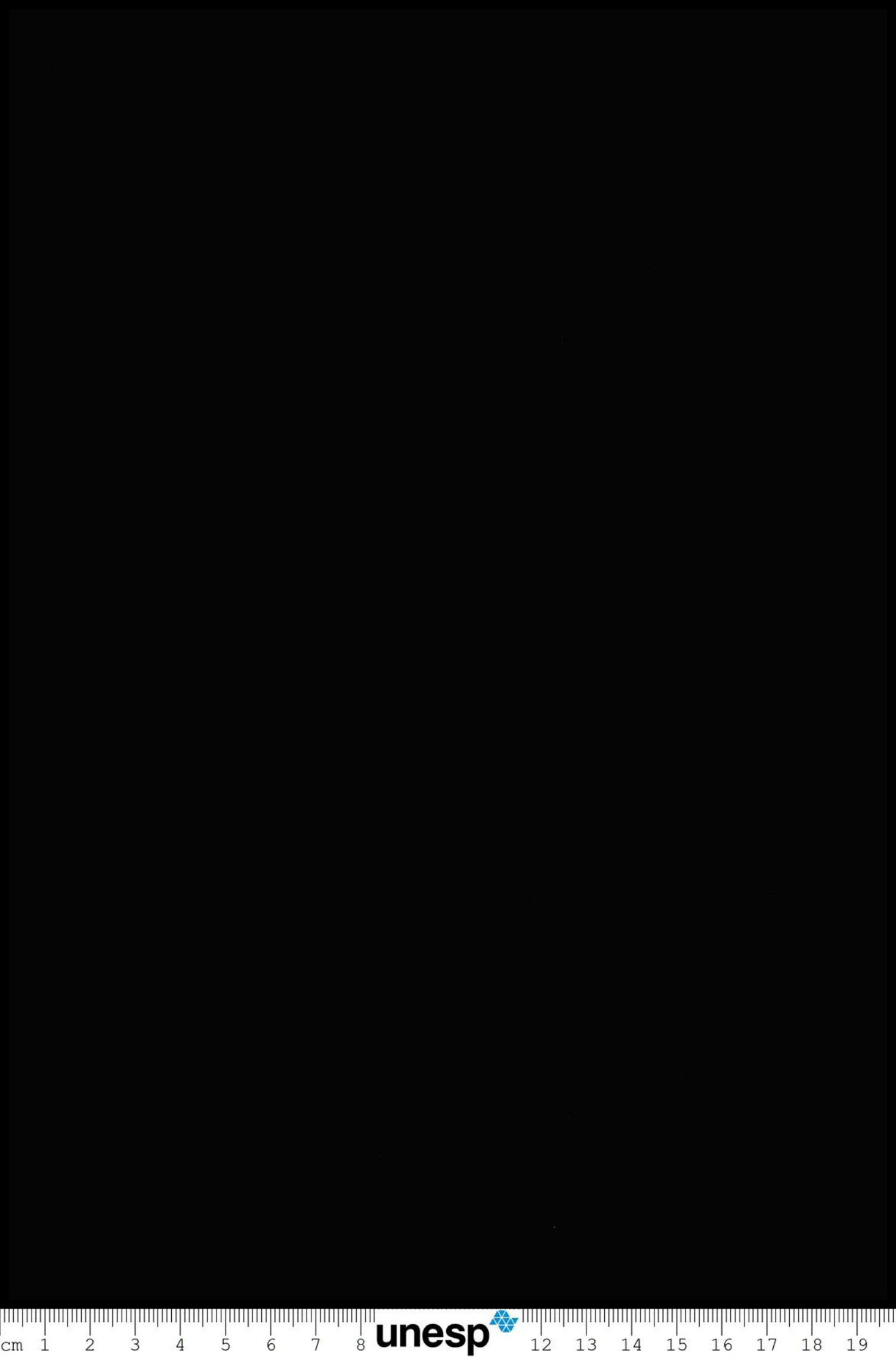
Marília, 2002. 115p. Dissertation (Master of Philosophy) – Faculty of Philosophy and Sciences, Marília – Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".

ABSTRACT

The purpose of this dissertation is to reflect about different approaches to explaining sound pattern recognition, in the context of cognitive science. It is not our intention here to discuss if perception is or not considered as cognition. We are considering that the perception tasks, like sound pattern recognition, can be classified as intelligent tasks, and then can be considered as in the scope of investigation of the cognitive science. This dissertation is basically structured in three stages. In the first chapter we show a conceptual framework of the study of the perception by representationalist tradition in the cognitive science. We describe some fundamental concepts of the classical artificial intelligence approach, and of the connectionism approach about perceptual tasks; and we analyze their differences and similarities. In the chapter two, yet in first stage, we present the basic concepts of those theories lined up with the non-representationalist approach of the dynamic cognitive science to describe intelligent tasks. The second stage proposes that we focus on the sound pattern recognition as a specific perceptual task. In the chapter three we make a reflection about some preliminary and fundamental concepts to understand the theories showed in the next chapters. We present a revision about human acoustic physiology and the concepts of memory and learning as it's used by the approaches showed before in their explanations about perceptual tasks. Yet in the second stage, we describe in the chapters four and five, three theories about sound pattern recognition. Two of these theories are based on the representationalist paradigm, and one is based on the non-representationalist paradigm. In the third stage, the chapter six brings a reflection about the possibilities of the relationship between the results of the investigation of the sound pattern recognition in cognitive science, with emphasizing dynamic cognitive science, and the development of technologies in music composition.

Key-words: Sound perception, sound pattern recognition, cognitive science, ecologic acoustic.

cm 1 2 3 4 5 6 7 unesp 1 12 13 14 15 16 17 18


cm 1 2 3 4 5 6 7 8 unesp 12 13 14 15 16 17 18 19